

JOSÉ ROBERTO BOTELHO DE SOUZA

**PRODUÇÃO SECUNDÁRIA DA MACROFAUNA BENTÔNICA  
DA PRAIA DE ATAMI - PARANÁ - BRASIL**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências - Zoologia.

Orientador: Carlos Alberto Borzone

CURITIBA  
1998

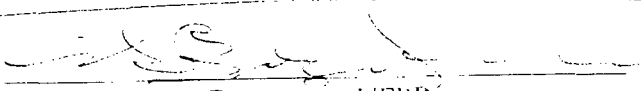
PRODUÇÃO SECUNDÁRIA DA MACROFAUNA BENTÔNICA DA PRAIA DE  
ATAMI - PARANÁ, BRASIL

Por

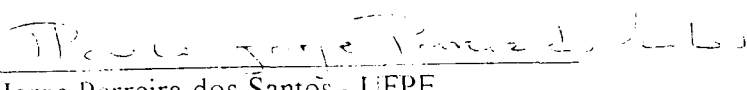
JOSÉ ROBERTO BOTELHO DE SOUZA

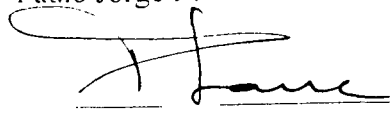
Tese aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor no curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Zoologia da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores

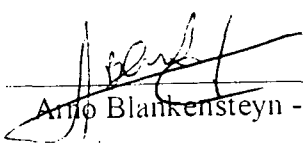
Orientador:

  
Carlos Alberto Borzone - UFPR

  
Norton Mattos Gianuca - FURG

  
Paulo Jorge Parreira dos Santos - UFPE

  
Paulo da Cunha Lana - UFPR

  
Anjo Blankenstejn - UFPR

## DEDICATÓRIA

Aos marujos que me acompanharam neste barco chamado *Destino*, no mar instável da realidade, onde existe somente o presente; em especial à Cláudia , ao Inti e ao Ruan.

## AGRADECIMENTOS

Ao amigo Borza pela constante presença nos momentos decisivos.

Aos colegas Francisco Barros, Paulo Pagliosa, Paulo Lana, Carlos Soares, Eduardo Marone, Mauricio Camargo, Eunice Machado, Cinthya Santos, Alessandra, Yara, Alexandre Soares, Ann, Miriam Fernandes, Covadonga Orejas, Teresa Jeri e Stephan Kühne pela discussões, empréstimos de livros, papos, entre outras atividades de grupo.

Ao Carlos R. Soares, Yara C. Tavares, Antônio C. Paranhos, Alexandre G. Soares que auxiliaram nos trabalhos de campo. À Kelly C. Gutseit pela ajuda em laboratório. À Márcia Bernini, pelas análises de sedimento, ao Jackson pela pesagem. À Wilma, Elair e João pelo apoio administrativo e logístico.

É quase impossível agradecer adequadamente a todos que contribuem criticamente para o melhoramento de um manuscrito. Esta tese é mais um exemplo deste tipo de auxílio. Agradeço a todas as importantes sugestões, erros encontrados e dicas, as quais pude corrigir e acrescentar e assumo a responsabilidade por qualquer falha remanescente.

Ao CNPq e CAPES, pela bolsa de estudos.

À minha família por todo o apoio e incentivo durante o percurso. À Irene, Rosalba, Merlin, Beatriz, Zé, Rosana, Patrícia, Carolina, Inti, Ruan. Em especial à minha companheira Cláudia.

## SUMÁRIO

Termo de aprovação.....	ii
Dedicatória.....	iii
Agradecimentos.....	iv
Sumário.....	v
Lista de ilustrações.....	viii
Lista de tabelas.....	xiii
Resumo.....	xviii
Abstract.....	xix
INTRODUÇÃO GERAL	
Área de estudo.....	4
Referências bibliográficas.....	8
CAPÍTULO I: COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA MACROFAUNA BENTÔNICA DA PRAIA DE ATAMI – PR - BRASIL	
Introdução.....	12
Material e Métodos.....	13
Resultados.....	16
Discussão.....	27
Referências bibliográficas.....	31
CAPÍTULO II: DINÂMICA POPULACIONAL E PRODUÇÃO SECUNDÁRIA DE <i>EXCIROLANA ARMATA</i> (ISOPODA: CIROLANIDAE) NA PRAIA DE ATAMI – PR	
Introdução.....	33
Material e métodos.....	34

Resultados.....	38
Discussão.....	44
Referências bibliográficas.....	50
CAPÍTULO III: DINÂMICA POPULACIONAL E PRODUÇÃO SECUNDÁRIA DE <i>EUZONUS FURCIFERUS</i> (POLYCHAETA : OPHELIIDAE) NA PRAIA DE ATAMI – PR.	
Introdução.....	53
Material e métodos.....	54
Resultados.....	55
Discussão.....	60
Referências bibliográficas.....	63
CAPÍTULO IV: DINÂMICA POPULACIONAL E PRODUÇÃO SECUNDÁRIA DE <i>SCOLELEPIS SQUAMATA</i> (POLYCHAETA : SPIONIDAE) NA PRAIA DE ATAMI – PR	
Introdução.....	65
Material e métodos.....	66
Resultados.....	67
Discussão.....	71
Referências bibliográficas.....	77
CAPÍTULO V: PRODUÇÃO SECUNDÁRIA DE <i>MELLITA QUINQUIESPERFORATA</i> (LESKE, 1778: ) NA PRAIA DE ATAMI – PR	
Introdução.....	81
Material e métodos.....	82

Resultados.....	84
Discussão.....	88
Referências bibliográficas.....	91
CAPÍTULO VI: PRODUÇÃO SECUNDÁRIA DE <i>CALLICHIRUS MAJOR</i> (Say, 1818) (CRUSTACEA : THALASSINIDEA) NA PRAIA DE ATAMI – PR	
Introdução.....	94
Material e métodos.....	96
Resultados.....	100
Discussão.....	110
Referências bibliográficas.....	115
DISCUSSÃO GERAL.....	119
Referências bibliográficas.....	127

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### INTRODUÇÃO GERAL

1	Área de estudo.....	5
CAPÍTULO I: COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA MACROFAUNA BENTÔNICA DA PRAIA DE ATAMI – PR - BRASIL		
2	Figura 1: Esquema do perfil de amostragem. A = maré alta média, B = maré baixa média.....	14
3	Figura 2: Variação de alguns parâmetros físicos na praia de Atami. a: temperatura e salinidade da água na arrebentação; b: parâmetro adimensional de Dean (omega) e escalar da arrebentação (surfscaling). ....	17
4	Figura 3: Média (linha horizontal) e dispersão dos valores observados durante um ano, para tamanho médio (2 a) e o desvio padrão (2 b) do grão do sedimento da praia de Atami, ao longo do perfil praiial. (A caixa inclui os valores de 25 e 75%, e os extremos incluem os valores de 2,5 e 97% da distribuição dos valores observados).....	18
5	Figura 4: Variações ao longo do ano do perfil topográfico (a) e profundidade do lençol freático (b), na praia de Atami. ....	19
6	Figura 5: Variação da abundância e da riqueza específica (nº de espécies); a e b: ao longo do ano; c e d: no perfil praiial. T: total; SM: supra e mediolitoral; IL: infralitoral. ....	23
7	Figura 6: Resultados da análise de agrupamento do o total amostrado. A) modo-R, b)modo-Q. A barra horizontal indica percentual de dissimilaridade (índice de Bray-Curtis). ....	24



8	Figura 7: Resultados da análise de agrupamento dos meses amostrados, modo-Q. A barra horizontal indica percentual de dissimilaridade (índice de Bray-Curtis).....	25
CAPÍTULO II: DINÂMICA POPULACIONAL E PRODUÇÃO SECUNDÁRIA DE <i>EXCIROLANA ARMATA</i> (ISOPODA: CIROLANIDAE) NA PRAIA DE ATAMI – PR		
9	Figura 1: <i>Excirolana armata</i> . Distribuição ao longo do perfil (média $\pm$ erro padrão), na praia de Atami. ST3 = maré alta média, ST9 = maré baixa média.....	38
10	Figura 2: <i>Excirolana armata</i> . Variações de densidade em número (linha contínua) e biomassa (linha tracejada) por metro linear (180 m de perfil) na praia de Atami. ....	39
11	Figura 3: <i>Excirolana armata</i> . Variação sazonal da frequência entre juvenis, machos, fêmeas e fêmeas ovíferas, na praia de Atami. ....	40
12	Figura 4: <i>Excirolana armata</i> . Relação peso comprimento. a) peso seco; b) peso seco livre de cinzas.....	41
13	Figura 5: <i>Excirolana armata</i> . Histogramas de frequência-comprimento, representados em porcentagem mensal, e curva de crescimento obtida pela rotina ELEFAN. a) $L_{\infty} = 8,0$ mm, $K = 1,00$ , $C = 0,55$ , $WP = 0,1$ e $Rn = 0,121$ (linha cheia) e $L_{\infty} = 8,05$ mm, $K = 1,20$ , $C = 0,30$ , $WP = 0,6$ e $Rn = 0,273$ (linha tracejada); b) $L_{\infty} = 7,4$ mm, $K = 1,10$ , $C = 0,65$ , $WP = 0,95$ e $Rn = 0,228$ (linha cheia) e $L_{\infty} = 7,45$ mm, $K = 0,91$ , $C = 0,50$ , $WP = 0,1$ e $Rn = 0,172$ (linha tracejada) .....	42
14	Figura 6: <i>Excirolana armata</i> . Progressões modais identificadas pelo método de Bhattacharya. a: fêmeas, b: machos .....	43

15 Figura 7: *Excirrolana armata*: variação da produção secundária ao longo do ano, obtida pelo método da taxa específica de crescimento.....44

CAPÍTULO III: DINÂMICA POPULACIONAL E PRODUÇÃO SECUNDÁRIA DE *EUZONUS FURCIFERUS* (POLYCHAETA : OPHELIIDAE) NA PRAIA DE ATAMI – PR.

16 Figura 1: *Euzonus furciferus*. Variações de densidade em número (linha contínua) e biomassa (linha tracejada) por metro linear (90 m de perfil) na praia de Atami.....56

17 Figura 2: *Euzonus furciferus*. Distribuição ao longo do perfil (média  $\pm$  erro padrão), na praia de Atami. Estação 3 = maré alta média, Estação 9 = maré baixa média.....56

18 Figura 3: *Euzonus furciferus*. Relação peso-comprimento.....57

19 Figura 4: *Euzonus furciferus*. Histograma de frequência-comprimento e curva de crescimento obtida com o programa ELEFAN.  $L_{\infty} = 2,32$  mm,  $K = 0,763$  a<sup>-1</sup>,  $C = 1,00$ ,  $WP = 0,10$ .....58

20 Figura 5: *Euzonus furciferus*. Padrão de recrutamento:  $L_{\infty}=2,32$  mm;  $K= 0,763$  a<sup>-1</sup>;  $C= 1,0$ ;  $WP= 0,1$ ;  $t_0= 0,05$ .....58

CAPÍTULO IV: DINÂMICA POPULACIONAL E PRODUÇÃO SECUNDÁRIA DE *SCOLELEPIS SQUAMATA* (POLYCHAETA : SPIONIDAE) NA PRAIA DE ATAMI PR

21 Figura 1: *Scolelepis squamata*. Variações de densidade em metro linear (270m de perfil) na praia de Atami.....68

22	Figura 2: <i>Scoelepis squamata</i> . Distribuição ao longo do perfil (média $\pm$ erro padrão) na praia de Atami. Estação 3 = maré alta média, estação 9 = maré baixa média.....	68
23	Figura 3: <i>Scoelepis squamata</i> . Relação peso-comprimento. C = largura do 5° setígero. a) peso seco, b) pesoseco livre de cinzas.....	69
24	Figura 4: <i>Scoelepis squamata</i> . Histogramas de frequência-comprimento, representados em porcentagem mensal, e curvas de crescimento ajustadas às duas principais coortes: $L_{\infty} = 0,705$ mm, $K = 3,5$ , $C = 0,85$ , $WP = 0,25$ , (linhas contínuas), $L_{\infty} = 0,700$ , $K = 2,6$ , $C = 1,00$ , $WP = 0,70$ , (linhas tracejadas).....	70
25	Figura 5: <i>Scoelepis squamata</i> . Variação temporal da proporção de fêmeas com ovócitos no celoma em relação ao número total de indivíduos.....	69
CAPÍTULO V: PRODUÇÃO SECUNDÁRIA DE <i>MELLITA QUINQUIESPERFORATA</i> (LESKE, 1778: ) NA PRAIA DE ATAMI – PR		
26	Figura 1: <i>Mellita quinquesperforata</i> . Abundância (linha contínua) e biomassa mensal (linha tracejada) por metro linear na praia de Atami, numa extensão de 180 m.....	84
27	Figura 2: <i>Mellita quinquesperforata</i> . Distribuição da abundância ao longo do perfil (média $\pm$ desvio padrão) na praia de Atami. Estação 9 = maré baixa média .....	85
28	Figura 3: <i>Mellita quinquesperforata</i> . Distribuição sazonal de adultos (>40 mm) e juvenis (<40 mm) na Praia de Atami em relação à distância da linha d'água. ....	86
29	Figura 4: <i>Mellita quinquesperforata</i> . Relação entre: a) peso seco e comprimento e entre b) peso seco livre de cinzas e comprimento .....	86

30	Figura 5: <i>Melita quinquesperforata</i> . Histogramas de frequência - comprimento e curva de crescimento obtida pela rotina ELEFAN, $L_{\infty} = 70,5$ mm, $K = 0,68$ a <sup>-1</sup> , $C = 0,935$ , $WP = 0,56$ .....	87
31	Figura 6: <i>Mellita quinquesperforata</i> . Padrão de recrutamento obtido a partir dos parâmetros: $L_{\infty} = 70,5$ mm, $K = 0,68$ a <sup>-1</sup> , $C = 0,935$ , $WP = 0,56$ e $t_0 = 0,1$ .....	87
32	Figura 7: <i>Mellita quinquesperforata</i> . Variação mensal (-●-) e diária (-□-) da produção.....	88
CAPÍTULO VI: PRODUÇÃO SECUNDÁRIA DE <i>CALLICHIRUS MAJOR</i> (Say, 1818) (CRUSTACEA : THALASSINIDEA) NA PRAIA DE ATAMI – PR		
33	Figura 1: <i>Callichirus major</i> Variação da abundância total na praia de Atami PR, média e desvio padrão.....	101
34	Figura 2: <i>Callichirus major</i> Variação da abundância média por região do perfil, na praia de Atami PR.....	101
35	Figura 3: <i>Callichirus major</i> . Variação do comprimento da linha talassínica (CL), nas porções superior e inferior do mediolitoral, na praia de Atami - PR.....	103
36	Figura 4: <i>Callichirus major</i> . Razão macho/fêmea entre as diferentes classes de tamanho.....	103
37	Figura 5: <i>Callichirus major</i> . Regressão linear entre a) CL (comprimento da linha talassínica) e CT (comprimento total) e b) CL e CLT (comprimento do tórax), na praia de Atami – PR.....	104
38	Figura 6: <i>Callichirus major</i> . Relação exponencial entre peso seco (Ps) e comprimento da linha talassínica (CL) para a) machos e b) fêmeas, na praia de Atami - PR. ....	105

39	Figura 7: <i>Callichirus major</i> . Variação mensal do índice gonadal (IG = peso seco da gônada/peso seco total sem quelas) e proporção de fêmeas ovígeras capturadas na praia de Atami-PR (média e erro padrão).....	106
40	Figura 8: <i>Callichirus major</i> . Regressão exponencial entre o número de ovos e o comprimento da linha talassínica, na praia de Atami - PR.....	107
41	Figura 9: <i>Callichirus major</i> . Curva de crescimento de (a) machos e (b) fêmeas, com dados de frequência-comprimento reestruturados pelo programa ELEFAN. Fevereiro de 1995 a junho de 1996.....	110
DISCUSSÃO GERAL		
42	Figura 1: Abundância média por estação, durante o período de estudo em Atami, sendo que a abundância de <i>Callichirus major</i> (●) foi estimada em orifícios m <sup>-2</sup> , apenas para o mediolitoral. <i>Excirrolana armata</i> (◆), <i>Euzonus furciferus</i> (8), <i>Scolecipis squamata</i> (⊙), <i>Mellita quinquesperforata</i> (+). Estação 3 = média da maré alta, estação 9 = média da maré baixa.....	121

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I: COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA MACROFAUNA BENTÔNICA DA PRAIA DE ATAMI – PR - BRASIL

- 1 Tabela I: Principais parâmetros físicos obtidos e índices morfodinâmicos calculados da praia de Atami ao longo de um ciclo anual. Temp: temperatura da água; Sal.: salinidade; Hb: altura da onda na arrebentação; P: período da onda na arrebentação; Md: diâmetro médio do sedimento na face praial;  $\Omega$ : parâmetro adimensional de “Dean”;  $\beta_{FP}$  e  $\beta_{FLT}$ : inclinação da face praial e do infralitoral;  $\Sigma$ : parâmetro escalar da arrebentação. ....17
- 2 Tabela II: A) Abundância (ind. m<sup>-1</sup>) e B) biomassa linear (gPSLC m<sup>-1</sup>) das espécies mais abundantes em número, na praia de Atami. A: anfípode; B: bivalve; C: coleoptera; D: decápode; E: equinóide; I: isópode; M: misidáceo; P: poliqueta. \*=dados do mediolitoral, peso sem quelas. ♦= excluídos os valores de *M. quinquiesperforata*, com 98,6% do total.....22
- 3 Tabela III: Número total de indivíduos capturados em cada estação, por espécie, durante o período de estudo, na praia de Atami. ....23

### CAPÍTULO II: DINÂMICA POPULACIONAL E PRODUÇÃO SECUNDÁRIA DE *EXCIROLANA ARMATA* (ISOPODA: CIROLANIDAE) NA PRAIA DE ATAMI – PR

- 4 Tabela 1: *Excirolana armata*. Parâmetros de crescimento da equação de Von Bertalanffy. L = longevidade, Z = mortalidade. ....41
- 5 Tabela 2: *Excirolana armata*. Cálculo da produção anual usando o método da soma dos incrementos (Crisp, 1984). C= comprimento médio em mm, w = peso

individual em g, B= biomassa em  $g\ m^{-2}$ ,  $w_2 - w_1$  = incremento em peso, P = produção em  $gPSLC\ m^{-2}\ ano^{-1}$ , a) fêmeas e b) machos.....47

6 Tabela 3: *Excirolana armata*. Características populacionais em diferentes latitudes.....48

### CAPÍTULO III: DINÂMICA POPULACIONAL E PRODUÇÃO SECUNDÁRIA DE *EUZONUS FURCIFERUS* (POLYCHAETA : OPHELIIDAE) NA PRAIA DE ATAMI – PR.

7 Tabela 1: *Euzonus furciferus*. Produção secundária estimada pelo método da taxa específica de crescimento em massa  $N_j$  = média anual do número de indivíduos na classe  $j$  em nº ind.  $m^{-2}$ ;  $M_j$  = massa de cada indivíduo da classe  $j$  em  $mgPSLC$ , estimado pela relação peso-comprimento;  $M_L$  = produção de cada classe;  $G_T$  = taxa específica de crescimento anual; P= produção por classe.....55

### CAPÍTULO IV: DINÂMICA POPULACIONAL E PRODUÇÃO SECUNDÁRIA DE *SCOLELEPIS SQUAMATA* (POLYCHAETA : SPIONIDAE) NA PRAIA DE ATAMI – PR

8 Tabela 1: *Scolelepis squamata*. Valores de mortalidade, em anos. Coorte 1:  $L_\infty = 0,70\ mm$ ,  $K = 3,5$ ,  $C = 0,85$ ,  $WP = 0,25$ . Coorte 2:  $L_\infty = 0,70\ mm$ ,  $K = 2,6$ ,  $C = 1,00$ ,  $WP = 0,70$ .....71

9 Tabela 2: *Scolelepis squamata*. Produção secundária ( $mgPSLC\ m^{-2}\ a^{-1}$ ) estimada para cada coorte na Praia de Atami – PR. B = biomassa média em  $mgPSLC\ m^{-2}$ ; L = longevidade. ....72

10 Tabela 3: *Scolelepis squamata* Valores de dominância ( $D_m$ ), abundância máxima e abundância média por metro quadrado ( $M_{xm2}$  and  $M_{dm2}$ ), abundância por metro

linear (Aml), parâmetros do sedimento, como tamanho médio do grão (Md), Desvio padrão (DP), assimetria (Ass), curtose (ct) e os índices morfodinâmicos omega e surf scaling de inverno (i) e verão(v) de oito praias.....74

11 Tabela 4: Produção anual (gPSLC  $m^{-2} a^{-1}$ ) de poliquetas fixados. \*=gCm<sup>2</sup>; a= peso seco, b = peso úmido fixado, Exp = expectativa de vida, Fam = Família, A = Ampharetidae, Ar = arenicolidae, C = Capitellidae, C= Cirratulidae, G = Glyceridae, L = Lumbrineridae, M = Magelonidae, Nd = Nereididae, N = Nephtidae, Op = Opheliidae, O = Oweniidae, P = Pectnidaridae, Po = Polynoidae, S = Spionidae, Si = Sigalionidae, T= Terebellidae, .....75

#### CAPÍTULO V: PRODUÇÃO SECUNDÁRIA DE *MELLITA QUINQUIESPERFORATA* (LESKE, 1778: ) NA PRAIA DE ATAMI – PR

12 Tabela 1 Parâmetros de crescimento e índices de performance de crescimento ( $\phi^3$ ) estimados para espécies do gênero *Mellita*.  $C_{\infty}$  = comprimento infinito.....87

13 Tabela 2: Produção (P em gPSLCm<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>), biomassa (B em gPSLCm<sup>-2</sup>) e longevidade (L) de alguns equinodermos.....91

#### CAPÍTULO VI: PRODUÇÃO SECUNDÁRIA DE *CALLICHIRUS MAJOR* (Say, 1818) (CRUSTACEA : THALASSINIDEA) NA PRAIA DE ATAMI – PR

14 Tabela 1: *Callichirus major*. Análise de variância bifatorial da abundância, considerando os meses e as estações do perfil como fatores de variação. SQ= soma dos quadrados, GL= graus de liberdade, QM= quadrados médios.....100

15 Tabela 2: *Callichirus major*. Análise de variância bifatorial do comprimento da linha talassínica, considerando os meses e as estações do perfil como fatores de variação. ....102



16	Tabela 3: <i>Callichirus major</i> . Relações merísticas para a praia de Atami.....	104
17	Tabela 4: <i>Callichirus major</i> . Relação do peso seco da quela (PSQ) com o peso seco total (PST).....	106
18	Tabela 5: <i>Callichirus major</i> . Produção de ovos (PO) e produção gonadal (PG) na praia de Atami.....	108
19	Tabela 6: <i>Callichirus major</i> . Produção secundária estimada pelo método da frequência-comprimento para machos (a) e fêmeas (b). $N_j$ = média do número de indivíduos na classe j; $M_j$ = peso seco médio de cada indivíduo da classe j; $ML$ = produção de cada classe.....	109

#### DISCUSSÃO GERAL

20	Tabela 1: Produção (P em gPSLC $m^{-2} a^{-1}$ ), biomassa média anual (B em gPSLC $m^{-2}$ ) e dados sobre cada população.....	122
21	Tabela 2: Produção secundária (P em gPSLC $m^{-2} ano^{-1}$ ) e biomassa média ( B em gPSLC $m^{-2}$ ) da macrofauna bentônica.....	126

## RESUMO

Foi estudada a estrutura da comunidade e a produção secundária de *Excirolana armata*, *Euzonus furciferus*, *Scolelepis squamata*, *Mellita quinquesperforata* e *Callichirus major* da praia de Atami, no período de fevereiro de 1992 a março de 1993. As estações foram distribuídas ao longo de uma transversal desde a parte superior da praia, acima da influência da maré, até uma profundidade de 3 m. numa extensão de 270 m. Em cada estação foi obtida uma amostra de sedimento e três amostras biológicas com um cilindro metálico de 25 cm de diâmetro e uma profundidade de penetração de 20 cm de profundidade. Os organismos foram triados em malha de 0,5 mm e fixados em formalina a 10 %. A praia apresentou uma inclinação suave, com média de  $1,03^\circ$  nas regiões supra e mediolitoral e  $0,74^\circ$  na região infralitoral. Os sedimentos tiveram o predomínio de areia finas e muito finas, com média de  $2,90 \phi$  na face praial, no período estudado. Os valores da média mostraram uma tendência a diminuir da parte superior da praia até a linha d'água e aumentar novamente no infralitoral. Predominou o estado morfodinâmico dissipativo, com  $\omega$  de 7,34. Foram identificados 61 taxa, mas apenas 5 espécies foram responsáveis por mais de 69 % da abundância em número e mais de 90 % da biomassa. A macrofauna apresentou uma nítida variação sazonal da abundância, com os maiores valores em número, sendo registrados no inverno para a região mediolitoral e na primavera para as estações do infralitoral. As espécies detritívoras concentraram-se nos extremos do perfil; com *E. armata* e *E. furciferus* concentrados na região superior do mediolitoral e *M. quinquesperforata* formando um banco após a zona de arrebenção. As duas espécies filtradoras dominantes, *S. squamata* e *C. major*, foram mais abundantes na região inferior do mediolitoral. A longevidade estimada para *E. armata* foi de 1,2 anos para machos e 1,9 anos para fêmeas, com produção secundária média de  $0,351 \text{ gPSLC m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$  e razão P/B de  $1,86 \text{ ano}^{-1}$ . Foi observada uma coorte anual para *E. furciferus*, com longevidade de 1,8 anos e uma produção estimada em  $0,466 \text{ gPSLC m}^{-2} \text{ a}^{-1}$  e razão P/B de  $2,13 \text{ a}^{-1}$ . *S. squamata* apresentou, duas gerações anuais e ciclo de vida curto de 0,57 anos, com produção média de  $0,586 \text{ gPSLC m}^{-2} \text{ a}^{-1}$  e razão P/B de  $2,78 \text{ a}^{-1}$ . *M. quinquesperforata* teve um recrutamento observado na primavera, com longevidade de 4,4 anos e produção estimada em  $17,457 \text{ gPSLC m}^{-2} \text{ a}^{-1}$  e razão P/B de  $0,90 \text{ a}^{-1}$ . *C. major*, apresentou apenas uma coorte anual, longevidade de 3 anos e produção de  $9,339 \text{ gPSLC m}^{-2} \text{ a}^{-1}$  e razão P/B de  $1,02 \text{ a}^{-1}$ . A produção secundária do macrobentos foi baixa, como um todo, quando comparada com a macrofauna de praias do sul do Brasil e com a de alguns ambientes temperados; o que pode estar relacionado à falta de um aporte contínuo de detritos e à baixa produtividade primária das águas locais.

## ABSTRACT

The macrofaunal community structure and the secondary production of *Excirrolana armata*, *Euzonus furciferus*, *Scolelepis squamata*, *Mellita quinquesperforata* and *Callichirus major* were studied from February 1992 to March 1993, in a southern Brazil sandy beach. Sampling stations were distributed throughout a transect of 270 m, from the upper sub-aerial beach to nearly 3 m deep, in the sub-aqueous beach. Three biological samples of 0.05 m<sup>2</sup> and 20 cm deep were obtained in each station and sieved through a 0,5 mm mesh. The beach presented a modal dissipative morphodynamic state, with a gentle slope (about 1°), and sediment composed of fine to very fine sands, with an average of 2.90  $\phi$  in the beach face. Macrofaunal abundance showed a clear seasonal variation, with highest values occurring during winter for intertidal stations and during spring for subtidal stations. From the 61 taxa identified five species were responsible for 69% of the individuals and more than 90 % of the biomass. *E. armata* showed a life span of 1.2 years for males and 1.9 years for females, with a secondary production of 0.351 gAFDW m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup> and a P/B ratio of 1.86 year<sup>-1</sup>. *E. furciferus* had a life span of 1.8 years, with one annual generation; and a production of 0.466 gAFDW m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup> and a P/B ratio of 2.13 year<sup>-1</sup>. *S. squamata* had a production of 0.586 gAFDW m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup> and a P/B ratio of 2.78 year<sup>-1</sup>, and a mean life span of 0.57 years. *M. quinquesperforata* showed spring recruitment, a life span of 4.4 years; and a production of 17.457 gAFDW m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup> and a P/B ratio of 0.90 year<sup>-1</sup>. *C. major*, with an annual cohort and life span of 3 years, showed a secondary production of 9.339 gAFDW m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup> and a P/B ratio of 1.02 year<sup>-1</sup>. The beach's macrofauna secondary production was low, in a general view, which is probably the result of low input of macrodebris and a low primary productivity of the area.

---

## INTRODUÇÃO GERAL

---

A passagem de matéria e energia através dos diversos níveis de um ecossistema manifesta-se no nascimento, crescimento, reprodução e morte dos seus organismos. O estudo desses atributos populacionais é, portanto, apropriado para a interpretação da estrutura e função de um ecossistema (Margalef, 1980). O estudo das populações é necessário para um maior entendimento da relação entre os vários elementos deste ecossistema e da sua relação com os ecossistemas adjacentes. A estimativa da produção quantifica parte dos processos da história de vida do organismo, como o crescimento em biomassa (produção secundária) e o esforço reprodutivo (produção gonadal).

A produção animal pode ser definida como a quantidade de alimento ou energia que é retida e incorporada na biomassa de um organismo. A produção secundária de uma população é a soma dos incrementos de crescimento de todos os indivíduos existentes no início do período investigado e remanescentes no final do período, mais o crescimento dos indivíduos nascidos durante este intervalo, mais os incrementos dos indivíduos que não sobreviveram até o final do período (Winberg & Duncan, 1971). Frequentemente é o parâmetro mais importante a ser medido em estudos de ecossistemas e fluxos de energia (Crisp, 1984). A biomassa de uma população é o resultado dos processos de crescimento e reprodução de um lado e eliminação do outro. Por isto, os estudos de produção devem ser acompanhados de estudos de dinâmica populacional.

A produção secundária integra a complexa movimentação de energia dentro de um ecossistema. A estimativa da produção secundária é o passo seguinte ao do conhecimento da estrutura das associações envolvidas, sendo necessária para o entendimento da relação entre os vários elementos de um ecossistema e entre ecossistemas adjacentes. O conhecimento do fluxo de energia de diferentes espécies fornece uma base quantitativa para definir o papel de cada espécie dentro da comunidade.

Três quartos da linha de costa livres de gelo do mundo são costas arenosas. Elas formam um ambiente extremamente dinâmico onde areia e água estão sempre em movimento. Não existem plantas talófitas na região mediolitoral de praias. A maioria dos animais de praias são crípticos, vivem enterrados na areia, e possuem grande mobilidade se comparados com animais de costões rochosos por exemplo (Brown & McLachlan, 1990).

O primeiro trabalho a estudar praias como um sistema foi o de Pearse *et al.* (1942). O conhecimento sobre a estrutura e função do ecossistema de praias vem aumentando consideravelmente desde então (McLachlan, 1983; Brown & McLachlan, 1990). No Brasil, vários estudos sobre a fauna de praia foram publicados, com maior intensidade a partir da década de 80, com a formação de grupos de trabalho em algumas universidades do sul e sudeste (*e.g.* Dansereau, 1947; Gianuca, 1983, 1987; Amaral *et al.*, 1990; Borzone & Gianuca, 1990; Veloso *et al.*, 1997).

Descrições prévias da estrutura espacial e temporal das associações macrofaunísticas em praias paranaenses foram realizadas por Souza & Gianuca (1995) que descreveram a zonação e variação temporal da macrofauna do mediolitoral de uma praia dissipativa. Borzone *et al.* (1996), Borzone & Souza (1997) e Barros (1997) descreveram a estrutura

das comunidades macrofaunísticas do medio e infralitoral de diversas praias, com vários estados morfodinâmicos modais existentes na região.

A maioria dos trabalhos sobre produção secundária da macrofauna bentônica de praias trata de populações de uma única espécie (*e.g.*, Trevallion, 1971, Donn & Croker, 1983 Zuñiga et al., 1985; Van Senus & McLachlan, 1986; Kemp, 1988; McLachlan & Sieben, 1991). Há pouquíssimos trabalhos que abordam a produção secundária e o fluxo de energia de comunidades como um todo (Ansell *et al.*, 1978; McLachlan *et al.*, 1981; Griffiths *et al.*, 1983; McLachlan & Bate, 1985).

No Brasil, existem pouquíssimos trabalhos sobre produção secundária do macrobentos em praias arenosas. Gianuca (1985) estimou a produção secundária de três espécies no mediolitoral de uma praia do Rio Grande do Sul, *Mesodesma mactroides*, *Donax hanleyanus* e *Emerita brasiliensis*. Santos (1994), estimou a produção de *Scolelepis gaucha*, para a mesma região. Finalmente, Cardoso & Veloso (1996) estimaram a produção de *Pseudorchestoidea brasiliensis* em uma praia do Rio de Janeiro.

Estudos descritivos não demonstram relações de causa e efeito em um ecossistema, mesmo assim, são um claro indicador de onde estudos de processos ou de mecanismos deveriam ser feitos (Likens, 1992). Neste trabalho, o estudo da estrutura da comunidade de uma praia arenosa exposta teve como função determinar quais as espécies mais importantes para estudos de dinâmica populacional e produção. No capítulo I foi descrita a estrutura da macrofauna da praia de Atami. Deste estudo foram definidas as espécies cuja dinâmica populacional e produção secundária foram analisadas nos capítulos subseqüentes.

## ÁREA DE ESTUDO

A costa oceânica do Estado do Paraná (25° 20' - 25°55' S; 48° 10' - 48° 35' W) estende-se por aproximadamente 100 km na direção NE-SW. A planície costeira paranaense caracteriza-se por terraços arenosos formados durante regressões marinhas quaternárias (Angulo, 1992). As praias têm constituição arenosa com sua dinâmica dominada por ondas e correntes de deriva litorânea. A costa oceânica é interrompida por sistemas estuarino-lagunares, mangues e pontões do embasamento Pré-Cambriano (Angulo & Araújo, 1996), podendo ser dividida em três setores praias distintos: 1) Planície Costeira de Superagüi ao norte, 2) Planície Costeira de Leste ao centro e 3) Planície Costeira de Brejatuba e Sai ao sul.

A planície costeira de Superagüi, apresenta uma largura máxima de 5 km e uma extensão aproximada de 30 km, denominada Praia Deserta. A praia é delimitada, em direção ao continente, por um cordão de dunas frontais que, nesta porção do litoral, atingem alturas de 2m. A praia de superagüi é cortada por uma série de pequenos rios encaixados nos vales inter-cordões da planície costeira, paralelos à praia. Ela é composta por areias finas (média =  $2,83\phi$ ), muito bem selecionadas (Mihaly, 1997).

O Balneário de Atami, local de amostragem do presente trabalho, situa-se 4 km ao sul da desembocadura do complexo estuarino de Paranaguá, na Planície Costeira de Leste, com uma praia com 30 km de extensão. (Fig. 1). A praia é composta por areia média e fina; o diâmetro médio da areia da praia aumenta de Pontal do Sul para Praia de Leste, na região central da planície, e decresce em direção a Matinhos. Entretanto, as areias em Matinhos não se apresentam tão finas como as de Pontal do Sul (Bigarella *et al.*, 1978).

As praias de Brejatuba e Sai, com cerca de 12 km de extensão, situam-se ao sul da desembocadura da Baía de Guaratuba e são compostas por areias finas (Barros, 1997).

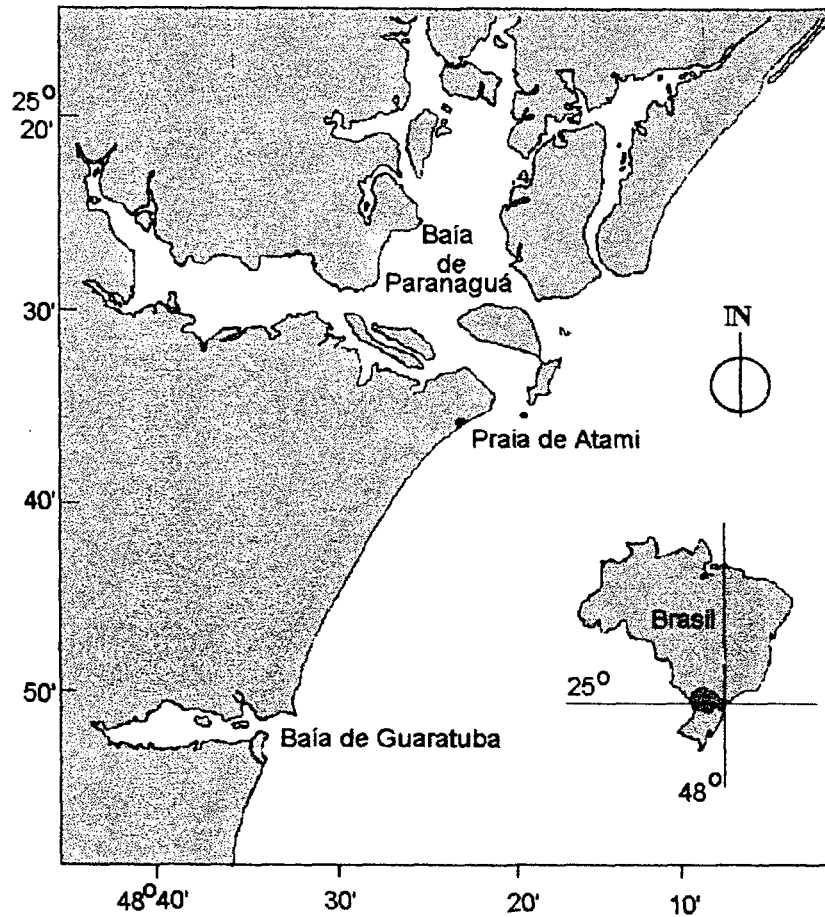


Figura 1: Área de estudo.

O clima do litoral paranaense é caracterizado como *Cfa*, subtropical úmido mesotérmico, segundo a classificação de Köppen, com verão quente e pluviosidade média anual elevada (>2000 mm). Não há uma estação seca típica, mas o verão é mais chuvoso



que o inverno (Angulo, 1992). Em Pontal do Sul, observa-se que as estações mais chuvosas são o verão (37,22% das precipitações) e o outono (29,7%) e o inverno é a estação menos chuvosa (PORTOBRAS, 1988). A umidade relativa do ar e a precipitação pluviométrica apresentam valores médios anuais de 85% e 1990 mm, respectivamente (LFM/CEM/UFPR, dados não publicados).

Os ventos predominantes, próximos à orla litorânea, possuem direções leste e sul. O vento sul é dominante, com considerável frequência e intensidade dos ventos de direção leste durante a primavera e o verão, com aumento considerável na frequência dos ventos de norte e oeste no outono e inverno (Portobrás, 1988).

Os trens de ondas dominantes no litoral paranaense são provenientes das direções ENE e SSE/SE. As ondas mais altas são provenientes do quadrante SE, com altura máxima mensal registrada entre 2,3 m, no mês de agosto de 1982 e 3,9 m, em setembro do mesmo ano, tendo o período médio oscilado entre 11,9 e 16,8 segundos (Portobrás, 1983).

A maré oceânica na costa paranaense é do tipo semi-diurna, com altura média de sizígia em torno de 1,8 m, com a onda de maré se propagando de sul para norte (Harari & Camargo, 1994). Também são comuns alterações não lineares do nível médio do mar, principalmente durante o inverno, atribuídas à passagem de frentes frias oceânicas e a ventos fortes, que geram grandes ondas e causam o empilhamento de água na costa (Marone & Camargo, 1994).

O complexo estuarino de Paranaguá recebe drenagem de uma área total de 3361 km<sup>2</sup> (Soares, 1995). Entretanto o fluxo médio de água doce é reduzido, cerca de 200 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> (Soares & Marone, 1997).

As características físico-químicas da região mostram a presença de, pelo menos, três massas d'água: Água Tropical - AT, com salinidades acima de 36,0 e temperaturas acima de 20°C; Água de Plataforma, com salinidades entre 35,0 e 36,0 e temperaturas acima de 20°C e Água Central do Atlântico Sul – ACAS, localizada em camadas sub-superficiais entre 35,0 e 36,0 e temperaturas entre 10 e 20°C (Emilsson, 1961; Sverdrup *et al.*, 1942). O deslocamento latitudinal da Convergência Tropical, como consequência das mudanças sazonais do sistema de ventos do Atlântico sudoeste, muda completamente a hidrografia da plataforma. Ventos predominantes do nordeste durante o verão transportam a Água Tropical da Corrente do Brasil, que domina as áreas oceânicas e parte da plataforma continental (Emilson, 1961; Miranda, 1982; Matsuura, 1986. Brandini, 1990). No inverno, ventos predominantes de sudeste permitem a penetração a mistura de águas subantárticas com a Água de Plataforma e AT. Fortes gradientes de temperatura foram observados ao largo de Santa Catarina e Paraná, indicando a penetração de águas frias. A Água Tropical da Corrente do Brasil se estendeu paralelamente ao talude durante o inverno de 1982, mas ficou mais próximo à costa durante o verão de 1984. No plano vertical, os principais fatores hidrográficos que afetam as condições físico-químicas das águas de plataforma e da comunidade planctônica são (i) a formação de uma termoclina sazonal bem definida no verão e (ii) ressurgências na quebra da plataforma (Brandini & Fernandes, 1996).

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

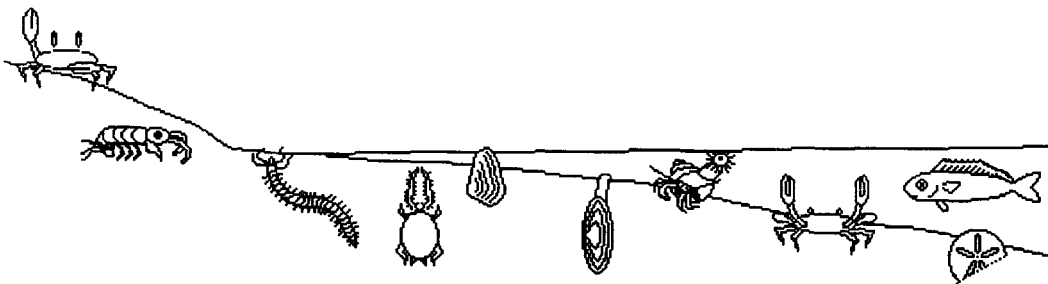
- AMARAL, A.C.; MORGADO, E.H.; LOPES, P.P.; BELÚCIO, L.F.; LEITE, P.P. & FERREIRA, C.P. 1990. Composition and distribution of the intertidal macrofauna of sandy beaches on São Paulo coast. In: Aciesp (eds), **II Simposio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira**, 3: 258-279. São Paulo.
- ANGULO, R.J. 1992. **Geologia da planície costeira do Estado do Paraná**. Tese (doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 334 p.
- ANGULO, R.J. & ARAÚJO, A.D. 1996, Classificação da costa paranaense com base na sua dinâmica, como subsídio à ocupação da orla litorânea. **Bol. Paran. Geoc.**, 44: 7-17.
- ANSELL, A.D., McLUSKY, D.S., STIRLING, A. & TREVALION, A. 1978. Production and energy flow in the macrobenthos of two sandy beaches in South West India. **Proc. R.Soc. Edinb.** 76B, 269-296.
- BARROS, F.C.R., Jr. 1997. **A macrofauna bentônica nas praias arenosas dos arredores da Baía de Guaratuba-PR, Brasil**. Tese de mestrado, Instituto de Biociências, USP, São Paulo, 100 p.
- BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D.; MATOS, D.J. & WERNER, A. (Ed.) 1978. **A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná... um problema de segurança ambiental e nacional**. Curitiba, secretaria de Estado de Planejamento/ ADEA, 249p.
- BORZONE, C. A. & GIANUCA, N. M. 1990. A zonação infralitoral em praias arenosas expostas. In: Aciesp (eds), **II Simposio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira**, 3: 280-296. São Paulo.
- BORZONE, C.A. & SOUZA, J.R.B. & SOARES, A. G. 1996. Morphodynamic influence on the structure of inter and subtidal macrofaunal communities of subtropical sandy beaches. **Revista Chilena de História Natural**, 69:565-577.
- BORZONE, C. A. & SOUZA, J. R. B 1997. Estrutura da macrofauna bentônica no meso e infralitoral de uma praia arenosa do sul do Brasil. In: ABSALÃO, Ricardo S.; ESTEVES, André M. (Eds.) **Ecologia de praias arenosas do litoral brasileiro**. Rio de Janeiro : Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, UFRJ. p. 197-212. (Oecologia Brasiliensis, v. 3).
- BRANDINI, F.P. 1990. Hydrography and characteristics of the phytoplankton in shelf and oceanic waters off southeastern Brazil during winter (july?August 1982) and summer (February/March 1984). **Hydrobiologia**, 196:111-148.

- BRANDINI, F.P. & FERNANDES, L.F. 1996. Microalgae of the continental shelf off Paraná State, southeastern Brazil: a review of studies. **Rev. Bras. Oceanogr.**, **44**(1): 69-80.
- BROWN, A.C. & McLACHLAN, A. 1990. **Ecology of sandy shores**. Elsevier, Amsterdam, 328pp.
- CARDOSO, R.S. & VELOSO, V.G. 1996. Population biology and secondary production of the sandhopper *Pseudorchestia brasiliensis* (Amphipoda: Talitridae) at Prainha Beach, Brazil. **Mar. Ecol. Prog. ser.** 142:111-119.
- CRISP, D.J., 1984. Energy flow measurements. In: Holme, N.A. & McIntyre, A.D. (eds). **Methods for the study of marine benthos**. Blackwell Scientific Publications, Oxford, p: 197-279.
- DANSEREAU, P. 1947. Zonation et succession sur la restinga de Rio de Janeiro. I Halosère. **Rev. Can. Biol.** **6**(3):448-477.
- DONN, T.E. & CROKER, R.A. 1983. Production ecology of *Haustorius canadensis* (Amphipoda : Haustoriidae) in southern Maine. In: **Sandy beaches as ecosystems** (McLachlan, A. & Erasmus, T., eds) Junk Publishers, Boston, 661-668.
- EMILSSON, I. 1961. The shelf and coastal waters of southern Brazil. **Bolm. Inst. Oceanogr.**, S. Paulo, **11**(2): 101-112.
- GIANUCA, N.M., 1983. A preliminary account of the ecology of sandy beaches in southern Brazil. Pp. 413-420. In: McLachlan, A. & T. Erasmus (eds.) **Sandy beaches as ecosystems**. Junk Publishers, The Hague.
- GIANUCA, N.M., 1985. **The ecology of a sandy beach in southern Brazil**. PhD Thesis, Univ. Southampton. 330 pp.
- GIANUCA, N.M., 1987. Zonação e produção nas praias arenosas no litoral sul e sudeste do Brasil: Síntese dos conhecimentos. ACIESP (eds.) **I Simpósio sobre ecossistemas da Costa Sul e sudeste Brasileira**, 1:313-332.
- GRIFFITS, C.L.; STENTON-DOZEI, J.M.E. & KOOP, K. 1983. Kelp wrack and the flow of energy through a sandy beach ecosystem. P. 547- 556. In: McLachlan, A. & T. Erasmus (eds.) **Sandy beaches as ecosystems**. Junk Publishers, The Hague.
- HARARI, J. & CAMARGO, R. 1994. Simulação da propagação das nove principais componentes de maré na plataforma sudeste brasileira através de modelo numérico hidrodinâmico. **Bol. Inst. Ocean. USP**, **42**(1):35-54.

- KEMP, P. F. 1988. Production and life history of a deposit feeding polychaete in an atypical environment. **Estuar. Coast. Shelf Sci.**, v. 26, n. 4, p. 437-446.
- LIKENS, G.E. 1992. **The ecosystem approach its use and abuse**. Ecology Institute, Oldendorf/Luhe, 166p.
- MARGALEF., R., 1980. **Ecologia**. Omega, Barcelona, 951 pp.
- MARONE, E. & CAMARGO, R. 1994. Marés meteorológicas no litoral do estado do Paraná: o evento de 18 de agosto de 1993. **Nerítica**, 8 (1-2): 73-85.
- MATSUURA, Y. 1986. Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). **Ciênc. Cult.**, S. Paulo, **38**(8):1439-1450.
- MIRANDA, L.B. de 1982. **Análise de massas de água da plataforma continental e da região oceânica adjacente: Cabo de São Tomé (RJ) a Ilha de São Sebastião (SP)**. Dissertação de livre docência. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 193p.
- McLACHLAN, A. 1983. Sand beach ecology – a review. In: **Sandy beaches as ecosystems**. McLachlan A. & Erasmus T. (eds) The Hague, Junk, 321-380.
- MCLACHLAN, A., ERASMUS, T. DYE, A.H., WOOLDRIDGE, T., VAN DER HORST, G. & ROSSOUW, G. 1981. Sand beach energetics: an ecosystem approach towards a high energy interface. **Est. Coast. and Shelf Sci.** **13**(1):11-25
- MCLACHLAN, A. & BATE, G. 1985. Carbon budget for a high energy surf zone. **Vie Millieu**, **34**(2/3):67-77.
- McLACHLAN, A. & SIEBEN, P.R. 1991. Growth and production of *Tylos capensis* Krauss, 1843 (Isopoda). **Crustaceana** **61**(1):43-48.
- MIHALY, P. 1997. **Dinâmica sedimentar do litoral norte paranaense e extremo sul paulista**. Tese de mestrado, curso de Pós-Graduação em Geologia, UFPR, 109p.
- PEARSE, A. S., HUMM, H. J. & WHARTON, G. W. 1942. Ecology of sand beaches at Beaufort, N.C. **Ecological Monographs** **12** (2): 137-190.
- PORTOBRAS, 1983. Campanha de medições de ondas em Paranaguá – PR, período 21.08.1982 a 21.01.1983. Rio de Janeiro, Inst. Psq. Hidrog. (INPH), Div. Lev. (DIDELE), 23pp

- PORTOBRAS, 1988. Relatório de apresentação das medições meteorológicas observadas em Pontal do Sul, Paranaguá – PR, período set. 1982 a dez. 1986. Rio de Janeiro, Inst. Pesq. Hidr. (INPH) 168p.
- SANTOS, P.J.P. 1994. Population dynamics and production of *Scolelepis gaucha* Polychaeta : Spionidae) on the sandy beaches of Southern Brazil. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 110:159-165.
- SOARES, C.R. 1995. Porto de Antonina – complexo estuarino de Paranaguá: Laudo técnico sobre as obras de aterro e dragagem necessárias para a viabilização do projeto. Laudo Técnico solicitado pela FLUTRANS- terminais marítimos S/A, 15 p.
- SOARES, C.R. & MARONE, E. 1997. Convênio APPA-CEM. Relatório consolidado. Relatório CEM-UFPR. Vol.2, 200 p.
- SOUZA, J.R.B. & GIANUCA, N.M. 1995. Zonation and seasonal variation of the intertidal macrofauna on a sandy beach of Paraná State, Brazil. **Sci. Mar.**, 59 (2):103-111.
- SVERDRUP, H.U.; JOHNSON, M.W. & FLEMING, R.H. 1942. **The oceans: their physics, chemistry and, general biology.** Englewood Cliffs, Prentice-Hall. 1087p.
- TREBALLION, A. 1971. Studies on *Tellina tenuis* da Costa. III. Aspects of general biology and energy flow. **J.Exp. Mar. Biol. Ecol.**, 7: 95-122.
- VAN SENUS, P. & McLACHLAN, A. 1986. Growth, production and a partial energy budget for the amphipod, *Talorchestia capensis* (Crustacea, Talitridae) in the Eastern Cape, South Africa. **Mar. Ecol.**, 7(2): 165-179
- VELOSO, V.G.; CARDOSO, R.S. & FONSECA, D.B. 1997. Spatio-temporal characterization of intertidal macrofauna at Prainha Beach (Rio de Janeiro State). **Oecologia brasiliensis**, 3: 213-225.
- WINBERG, G. G. & DUNCAN, A. 1971. **Methods for the estimation of production of aquatic animals.** Academic Press, London, 175pp.
- ZUÑIGA, O.; PENA, R. & CLARKE, M. 1985. Historia de vida y produccion de *Excirolana braziliensis* Richardson, 1912 (Isopoda: Cirolanidae). **Estud. Oceanol.**, 4: 9-19.

# CAPÍTULO I



---

# COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA MACROFAUNA BENTÔNICA DA PRAIA DE ATAMI – PR - BRASIL

---

## INTRODUÇÃO

A estrutura de um ecossistema é a base para a compreensão da organização e fluxo de energia do mesmo, pois reflete a rede de interações existentes. A estrutura biológica, por sua vez, inclui a composição de espécies, abundância e variação temporal dos organismos, influenciando e dependendo em determinado grau da estrutura física.

Praias arenosas abertas são caracterizadas pela constante ação das ondas, cuja energia é gasta transportando água e sedimento, sendo dissipada ao longo do gradiente de profundidade. Os padrões de distribuição dos organismos em praias são influenciados pela energia das ondas e conseqüente mobilidade do substrato, assim como pelo grau de emersão e interação entre as espécies.

A praia é por definição aquela área que pode ser ativamente retrabalhada pela ação das ondas, estendendo-se costa afora até a base orbital das ondas (Short & Wright, 1983). Apesar disso, a maior parte dos estudos referentes ao bentos de praias arenosas ficou restrita a uma estreita faixa de areia que fica exposta a cada ciclo de maré. Por isso, grande parte das generalizações acerca de tendências e padrões da estrutura da comunidade e de suas mudanças ao longo do tempo foram inferidos a partir do mediolitoral da praia (*e.g.* McLachlan, 1983; Brown e McLachlan, 1990). Poucos estudos foram realizados no infralitoral (*e.g.* Day *et al.*, 1971; Christie, 1976; Oliver *et al.*, 1980; McLachlan *et al.*, 1984; Morin *et al.*, 1985; Fleischack & Freitas, 1989; Borzone & Gianuca, 1990) e outros poucos



amostraram, a um mesmo tempo, o medio e o infralitoral de uma praia (e.g. Leber, 1982; Knott *et al.*, 1983; Borzone, *et al.*, 1996).

O objetivo da presente contribuição é estudar, ao longo de um ciclo anual, o medio e uma porção do infralitoral do ecossistema praial, a estrutura da macrofauna bentônica de uma praia arenosa exposta, analisando num contexto espaço-temporal, a zonação, diversidade e a dominância da macrofauna bentônica.

## MATERIAL E MÉTODOS

Doze amostragens mensais, cobrindo um ciclo anual foram feitas durante a maré baixa de sizígia, desde fevereiro de 1992 até março de 1993, na praia de Atami. Os dados de agosto e outubro não foram analisados neste capítulo, pois não foram coletadas as amostras do infralitoral nestes dois meses. Em cada amostragem foram distribuídas 16 estações fixas ao longo de uma transversal perpendicular à linha da costa, e abrangendo desde o limite da vegetação, na praia subaérea, até uma profundidade de 3 m. As dezesseis estações foram posicionadas a cada 15 m (estações 1 a 11) e a cada 30 m (estações 11 a 16), sendo que nas estações 1 e 2 foram realizados apenas os perfis topográficos e na estação 2 a profundidade do lençol freático (Fig. 1). Em cada uma das outras estações foi obtida uma amostra de sedimento com um testemunhador manual de 5 cm de diâmetro, e três amostras biológicas com um cilindro amostral de 25 cm de diâmetro e uma profundidade de penetração de 20 cm. No infralitoral, um mergulhador obteve as amostras biológicas com o mesmo cilindro amostral ao qual prendia-se numa das extremidades um saco com malha de 0,5 mm. A abundância de *Callichirus major* foi estimada pelo número de orifícios em um quadrado de um metro de lado; os indivíduos foram coletados com bomba de sucção (ver capítulo VI para maiores detalhes da técnica). Durante cada coleta

foram feitas observações de altura, período e direção de propagação das ondas na arrebentação, e obtido um perfil topográfico com nível e régua metrada. Foi também registrada a profundidade da água do lençol freático, e obtidos registros de salinidade e temperatura da água da zona de arrebentação com um termosalinômetro indutivo.

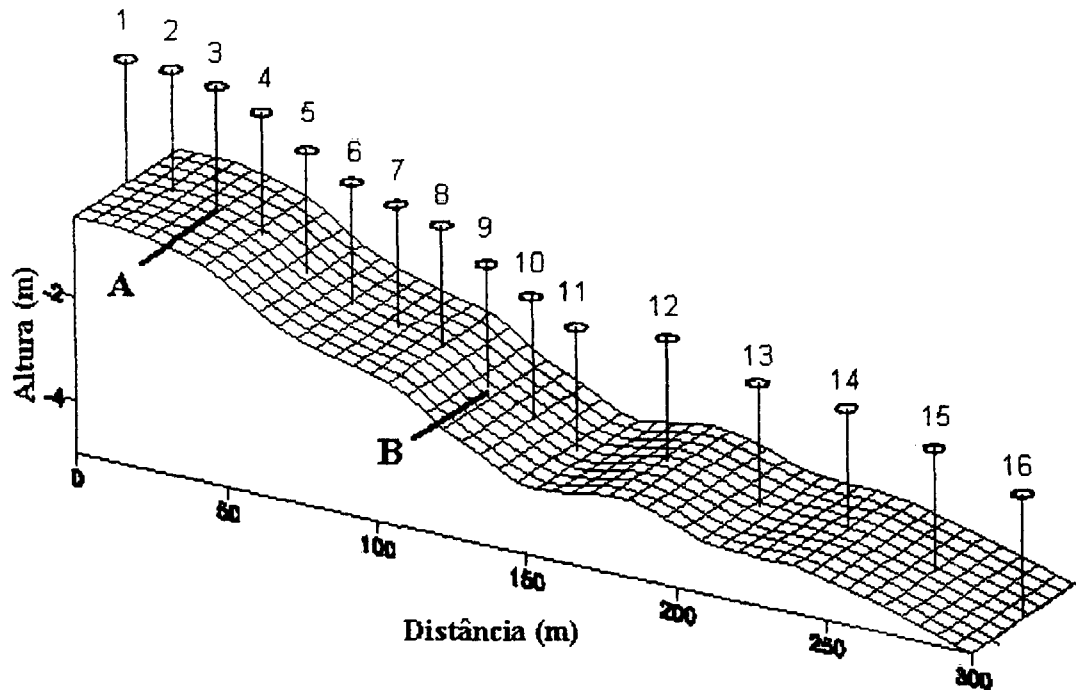


Figura 1: Esquema do perfil de amostragem. A = maré alta média, B = maré baixa média.

Foram computados dois índices para a descrição dos estados morfodinâmicos da praia a partir dos dados de ondas, de sedimento e dos perfis topográficos. a) O parâmetro adimensional de Dean,  $\Omega = H_b / (W_s T)$  (Dean, 1973), onde  $H_b$  é a altura da onda na arrebentação,  $W_s$  é a velocidade de decantação da areia da face praial, e  $T$  o período da onda. Valores de  $\Omega < 2$  indicam praias refletivas,  $2 < \Omega < 5$  indicam praias intermediárias, e  $\Omega > 5$  praias dissipativas (Masselink & Short, 1993); b) O

parâmetro escalar da arrebentação (*surf-scaling parameter*)  $\Sigma = a_b \omega^2/g \tan^2 \beta$  (Guza & Inman, 1975), onde  $a_b$  é a amplitude da onda na arrebentação,  $\omega$  é a frequência da onda incidente em radianos ( $2\pi/T$ ),  $g$  é a aceleração da gravidade, e  $\beta$  é o gradiente da zona de arrebentação; este índice indica principalmente as características da arrebentação, existindo uma alta reflexão com  $\Sigma < 2,5$ , dissipação quando  $2 < \Sigma < 20$ , e alta dissipação com  $\Sigma > 20$  (Wright *et al.*, 1982).

Na análise granulométrica do sedimento foram utilizadas as técnicas rotineiras de peneiramento. Os parâmetros estatísticos foram obtidos utilizando as formulações de Folk & Ward (1957), e os resultados expressos como valores  $\phi$  ( $\phi = -\text{Log}_2$  diâmetro em mm).

As amostras biológicas foram peneiradas em malha de 0,5 mm, ficando retida uma fração do sedimento que foi fixada em formalina 10 % e peneirada em laboratório. Após a identificação e contagem, os organismos foram colocados em estufa a 80°C por 24 horas, e posteriormente em mufla a 500°C durante 6 horas, para obtenção, pela diferença das duas pesagens, dos valores de biomassa expressa como peso seco livre de cinzas (PSLC). Para cada estação foram somadas as três amostras obtidas. Os dados de abundância por metro quadrado foram multiplicados pelo comprimento da seção transversal amostrada, resultando na abundância correspondente a uma área de 1 metro de largura pelo comprimento da transversal, ou abundância por metro linear (Ansell, *et al.*, 1972). Análises de agrupamento (modo-Q e modo-R) do tipo hierárquico combinatório e utilizando para união entre objetos a simples média aritmética (UPGMA), foram realizadas a partir de uma matriz das abundâncias transformada pelo  $\log(x + 1)$ . O índice de Bray-Curtis (Clifford & Stephenson, 1975) foi utilizado como medida de similaridade entre objetos. Foi realizada uma análise para cada mês de amostragem, e outra para uma matriz total com as abundâncias dos diferentes meses somadas por estação de amostragem.

## RESULTADOS

### *Parâmetros físicos*

A temperatura e salinidade da água do mar mostraram, durante o período estudado, uma variação sazonal típica da costa sudeste brasileira, com mínimos de 17°C e 29,9 durante o inverno respectivamente, e máximos de 29,2°C e 33,5 no verão (Fig. 2a, Tab. I).

As ondas mostraram uma direção de propagação predominante de N-NW, acompanhada algumas vezes por outra frente com direção N-NE. As alturas das ondas na arrebentação variaram dos 35 aos 95 cm, com períodos entre 4,2 e 13 segundos. Os sedimentos tiveram uma constituição tipicamente quartzosa, com predomínio de areias finas e muito finas. Os valores da média mostraram uma tendência a diminuir da parte superior da praia até a linha d'água (estação 9), e aumentar novamente em direção costa afora (Fig. 3a). No entanto, as maiores variações do valor da média ao longo do ano apareceram entre as estações 8 e 13. Os valores de seleção mostraram sedimentos muito bem selecionados em todo o perfil até a estação 7, a partir da qual o desvio aumenta consideravelmente (Fig. 3b). A praia subaérea (estações 1 a 9) mostrou um perfil topográfico mais estável ao longo do ano entre as estações 3 e 7, no entanto evidenciou-se a presença e migração de barras submersas a partir da estação 9 (Fig. 4a). Variações de até 50 cm foram observadas nas profundidades do lençol freático entre as estações 2 e 7 (Fig. 4b), não mostrando no entanto um padrão sazonal definido. Os dois índices morfodinâmicos calculados tiveram variações similares ao longo do ano (Fig. 2b). O parâmetro adimensional de "Dean" variou entre 2,6 e 12,4 (Tabela I). A praia apresentou estados intermediários apenas nos meses de março, novembro e dezembro de 1992, e março de 1993. Os meses restantes tiveram valores correspondentes a um estado morfodinâmico dissipativo. O parâmetro escalar da

arrebenção mostrou a existência de uma arrebenção com alta dissipação ( $\Sigma > 20$ ) ao longo do ano todo, sendo particularmente alta nos meses de abril e setembro de 1992 (Tabela I, Fig. 2b).

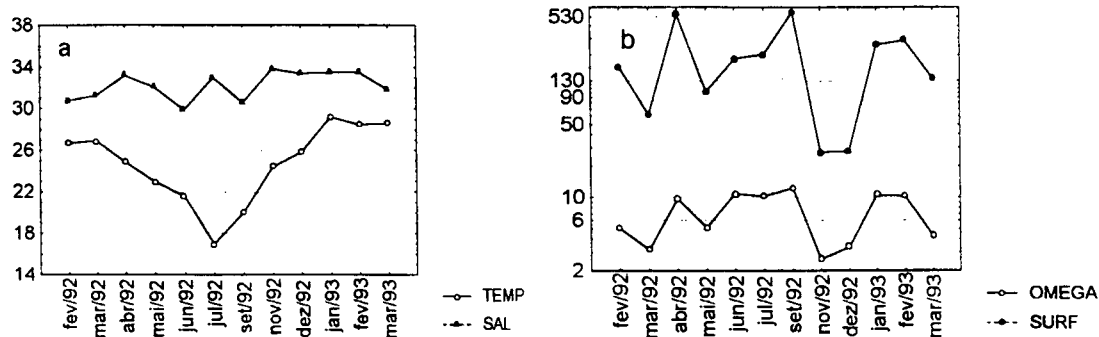


Figura 2: Variação de alguns parâmetros físicos na praia de Atami. a: temperatura e salinidade da água na arrebenção; b: parâmetro adimensional de Dean (omega) e escalar da arrebenção (surfscaling).

**Tabela I:** Principais parâmetros físicos obtidos e índices morfodinâmicos calculados da praia de Atami ao longo de um ciclo anual. Temp: temperatura da água; Sal.: salinidade; Hb: altura da onda na arrebenção; P: período da onda na arrebenção; Md: diâmetro médio do sedimento na face praial;  $\Omega$ : parâmetro adimensional de “Dean”;  $\beta_{FP}$  e  $\beta_{IFLT}$ : inclinação da face praial e do infralitoral;  $\Sigma$ : parâmetro escalar da arrebenção.

mês/ano	Zona de Arrebenção				Morfodinamismo				
	Temp (°C)	Sal	Hb (cm)	P (s)	Md ( $\phi$ )	$\Omega$	$\beta_{FP}$ (°)	$\beta_{IFLT}$ (°)	$\Sigma$
fev/92	26.7	30.8	60	8	2.85	5.1	1.29	0.59	177
mar/92	26.9	31.3	45	9,5	2.84	3.2	0.99	0.72	62
abr/92	24.9	33,2	80	5,5	2.84	9.8	1.01	0.55	567
mai/92	23	32,1	75	10,7	2.92	5,2	1.07	0.65	102
jun/92	21.6	29.9	95	6,5	2.93	10,9	1.04	0.84	209
jul/92	17	33	95	6,5	2.88	10.3	0.96	0.80	233
set/92	20	30,6	75	4,2	2.86	12,4	1.04	0.70	588
nov/92	24,4	33,8	35	10,3	2.91	2,6	0.89	0.90	27
dez/92	25,8	33,4	65	13	2.91	3,4	1.02	0.92	28
jan/93	29.2	33,5	60	4,3	2.95	10,6	1.13	0.86	287
fev/93	28.5	33,5	65	5	2.99	10,3	0.98	0.73	318
mar/93	28.6	31,8	40	6,6	2.89	4,3	0.97	0.66	137
média			65	7,5	2.90	7,34	1,03	0,74	228

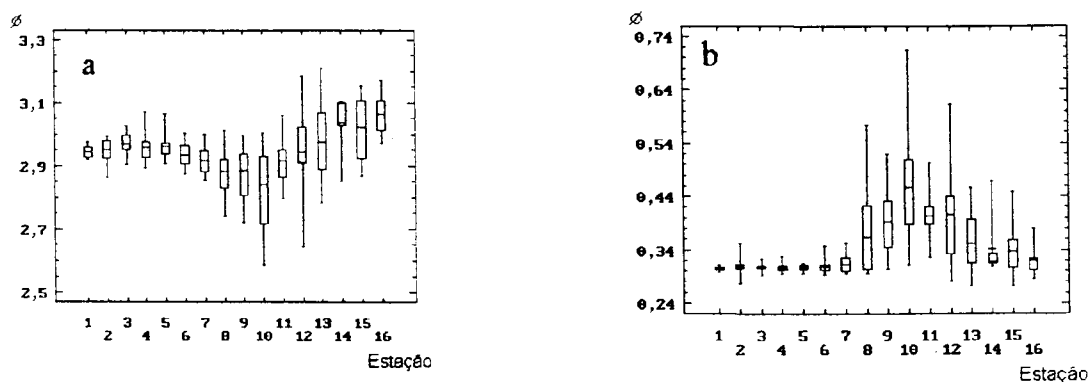


Figura 3: Média (linha horizontal) e dispersão dos valores observados durante um ano, para tamanho médio (2 a) e o desvio padrão (2 b) do grão do sedimento da praia de Atami, ao longo do perfil praiar. (A caixa inclui os valores de 25 e 75%, e os extremos incluem os valores de 2,5 e 97% da distribuição dos valores observados).

#### *A macrofauna bentônica*

Durante todo o estudo, foram identificados 61 taxa (44 % de Crustáceos; 31 % de Poliquetas, 14 % de Moluscos e 11 % de outros grupos), porém, apenas dez espécies responderam por mais do 90 % da abundância total (Tabela II). Ao longo do ano, as variações das abundâncias mostraram valores máximos no inverno para as estações do mediolitoral e na primavera para as estações do infralitoral, com uma tendência geral de aumento de um ano para o outro (Fig. 5a). A riqueza específica (número de espécies) foi baixa nos primeiros meses de amostragem, e se manteve estável no mediolitoral a partir de abril de 1992. O infralitoral, no entanto, apresentou flutuações com picos em maio e novembro de 1992, e em fevereiro de 1993 (Fig. 5b). Ao longo do perfil e a partir da estação 3, limite superior da distribuição de *Bledius bonaerensis*, a abundância mostrou valores altos nas estações 5-7, com um máximo na estação 6 (Fig. 5c). No restante do perfil manteve-se estável, com um pequeno aumento nas estações 11 e 12. A riqueza específica mostrou um aumento praticamente contínuo no sentido do infralitoral, variando de 4 espécies na estação 3, para 36 na estação 16 (Fig. 5d).

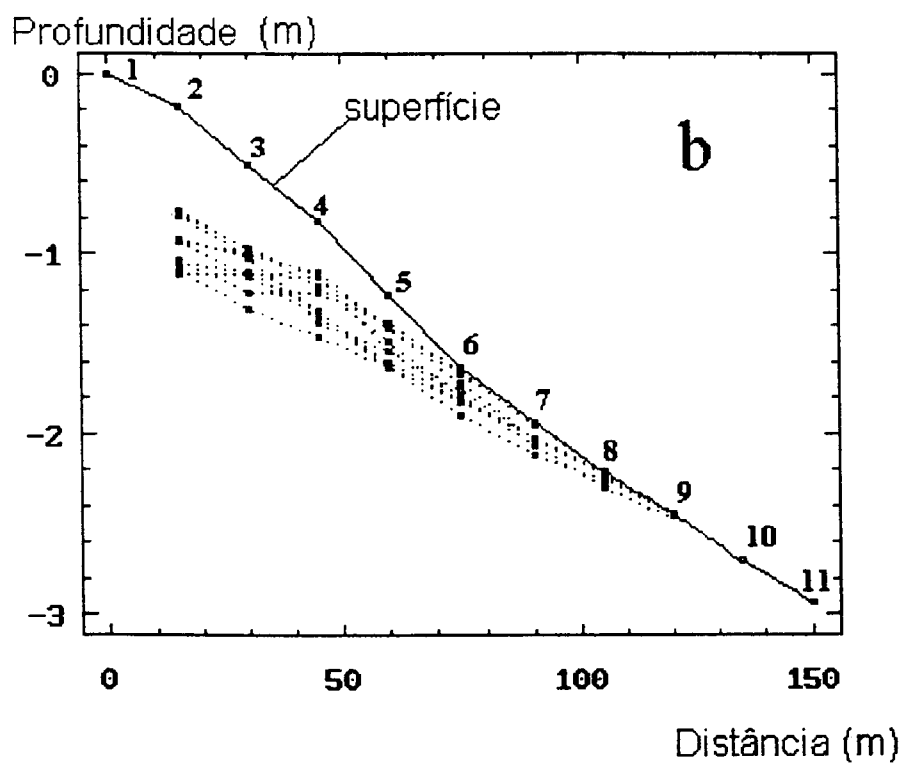
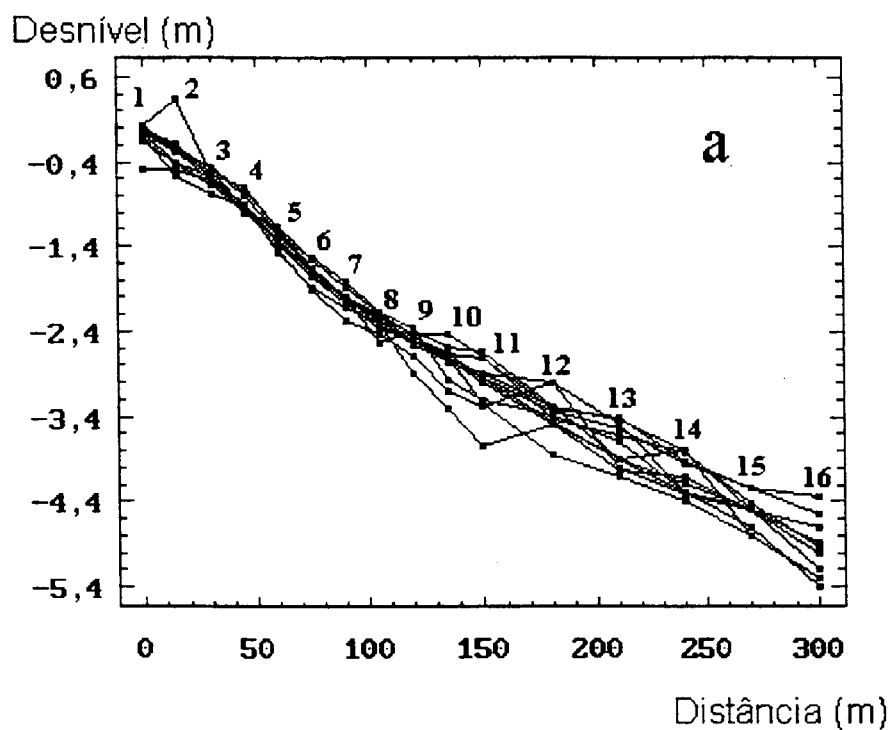


Figura 4: Variações ao longo do ano do perfil topográfico (a) e profundidade do lençol freático (b), na praia de Atami.

*Mellita quinquesperforata* representou mais de 98 % da biomassa total na maior parte dos meses, com exceção do inverno, com 75% em julho e 12 % em setembro, quando o banco de *Mellita* se deslocou para fora da área de amostragem. Excluindo a biomassa de *Mellita*, *Euzonus furciferus* representou 29,7% da biomassa mensurada ao longo do período, *Scoelepis squamata*, 21,9 e *Donax gemmula* 13,8% (Tab. II). Os dados de *Callichirus major* são referentes apenas ao mediolitoral, pois o movimento das ondas inviabiliza a contagem de orifícios no infralitoral. Em consequência disto, esta espécie foi retirada da análise numérica e seus valores de biomassa e abundância não foram somados aos demais organismos.

A distribuição das espécies ao longo do perfil evidenciou um claro padrão de zonação (Tabela III; Fig. 6). A estação 3 representou o limite superior da distribuição das espécies marinhas, e esteve dominada pelo coleóptero *Bledius bonaerensis*. Esta estação representa o nível superior da praia, supralitoral, estando sempre discriminada das restantes estações ao longo do ano (Fig. 7). As estações 4 e 5, caracterizadas pelos isópodes *Excirrolana armata* e *Tholozodium rhombofrontalis*, representam a zona de retenção do mediolitoral, bem caracterizada durante praticamente o ano todo. As estações 6 e 7 representam a zona de ressurgência do mediolitoral, onde a água do lençol freático se aproxima da superfície da praia (Fig. 4b). Nesta zona, o poliqueta *Scoelepis squamata* e o anfípode *Puelche* sp.A atingem as suas máximas abundâncias. O bivalve *Donax hanleyanus* também atinge um valor máximo de abundância, embora a sua distribuição se estenda até a estação 5 da zona de retenção. A análise de agrupamento mostra que a identidade desta zona não é constante ao longo do ano, existindo alterações no período de maio a julho de 1992.

A análise total revelou uma forte identidade das estações 8 e maiores do perfil (Fig. 6b), a qual é mantida de julho de 1992 a março de 1993, porém com grandes variações entre os subgrupos formados. As estações 8 e 9 do mediolitoral, que corresponderiam a uma zona de saturação, mostraram que não possuem diferenças faunísticas com estações que se encontram no infralitoral e na própria zona de



arrebentação das ondas. Espécies como o anfípode *Bathyporeiapus ruffoi*, o poliqueta *Hemipodus olivieri*, e o bivalve *Donax gemmula* encontram-se bem representadas nestas estações, mas estendem a sua distribuição, e com altas abundâncias, às estações do infralitoral. As últimas duas estações do perfil, as quais estiveram durante as amostragens sempre por trás da arrebentação, mostraram uma forte identidade, formando um grupo isolado de maio a julho de 1992, e incorporando a este grupo as estações 13 ou 14 em outros meses do ano. A bolacha do mar, *Mellita quinquesperforata*, o bivalve *Strigilla carnaria* e o poliqueta *Nephtys simoni* apresentaram altas abundâncias nestes locais, que correspondem à zona de águas rasas (*nearshore*), porção da praia além da arrebentação, mas ainda sob influência da ação das ondas (Borzzone & Gianuca, 1990).

As espécies mais representativas do mediolitoral, em número, foram *E. armata*, *E. furciferus* e *S. squamata*. *Callichirus major* foi a espécie com maior biomassa. Esta é uma espécie cavadora permanente, cuja coleta e resultados serão descritos em capítulo posterior. As quatro juntas somam aproximadamente 60% do número e mais de 90% da biomassa no mediolitoral. No infralitoral *M. quinquesperforata*, foi responsável por mais de 90% da biomassa amostrada.

**Tabela II:** A) Abundância (ind. m<sup>-1</sup>) e B) biomassa linear (gPSLC m<sup>-1</sup>) das espécies mais abundantes em número, na praia de Atami. A: anfípode; B: bivalve; C: coleoptera; D: decápode; E: equinóide; I: isopóde; M: misidáceo; P: poliqueta. \*=dados do mediolitoral, peso sem queilas. ♦= excluídos os valores de *M. quinquesperforata*, com 98,6% do total.

A) Espécie (Grupo)	%	fev92	mar92	abr92	mai92	jun92	jul92	set92	nov92	dez92	jan93	fev93	mar93
<i>Scolecipis squamata</i> (P)	39,6	10080	15885	20355	25155	83730	318735	17115	19860	11520	33910	91680	77835
<i>Puelche</i> sp.B (A)	19,7	0	0	510	510	21390	66112	108225	111180	44310	10083	9370	1425
<i>Euzonus furciferus</i> (P)	10,4	28011	3157	13038	18028	25210	25261	51133	6723	6213	16603	4176	3529
<i>Mellita quinquesperforata</i> (E)	6,8	27730	21547	12937	7050	4575	1740	21555	17475	10447	46597	24390	24330
<i>Exciorolana armata</i> (I)	5,8	7230	8055	9990	8355	3308	4628	6015	24046	9570	6615	6120	16095
<i>Donax gemmula</i> (B)	4,7	306	0	408	21085	3669	4483	510	1629	4381	2038	16805	34275
<i>Tholozodium rhombofrontalis</i> (I)	2,5	1222	408	1731	1528	4635	5704	3565	7945	7944	6112	1324	5806
<i>Puelche</i> sp.A (A)	2,4	102	102	0	814	814	714	97183	8047	13444	2953	1731	306
<i>Bledius bonaerensis</i> (C)	1,1	51	2547	16298	407	1222	560	51	173	1324	509	1935	407
<i>Bathyporeiapus ruffoi</i> (A)	1,0	0	0	306	0	408	1632	5928	8506	2649	204	102	102
<i>Strigilla carmaria</i> (B)	0,9	0	0	0	0	102	0	0	0	0	0	4584	3820
<i>Hemipodus olivieri</i> (P)	0,7	510	0	102	306	408	1326	3159	1834	2140	1275	1222	1224
<i>Pinnixa patagoniensis</i> (D)	0,6	102	408	612	714	2955	2343	612	1020	1122	612	561	916
<i>Dispio remanei</i> (P)	0,4	102	102	510	714	969	816	510	612	306	204	969	1734
<i>Nephtys simoni</i> (P)	0,3	102	0	102	0	204	255	816	561	104	408	1477	510
<i>Donax hanleyanus</i> (B)	0,2	0	0	204	612	0	2952	204	0	0	306	0	610
<i>Bowmaniella brasiliensis</i> (M)	0,2	0	0	0	969	408	1018	408	306	1120	0	204	102
TOTAL		61558	40744	99641	82724	151721	437404	306362	202792	112158	106659	154613	160820
<i>Callichirus major</i> (D)*		148	156	97	56	445	121	180	149	168	190	173	285

B) Espécie (Grupo)	%♦	fev92	mar92	abr92	mai92	jun92	jul92	set92	nov92	dez92	jan93	fev93	mar93
<i>Scolecipis squamata</i> (P)	21,9	2,016	3,177	4,071	5,031	16,746	63,747	3,423	3,972	2,304	6,782	18,336	15,567
<i>Puelche</i> sp.B (A)	5,3	0	0	0,041	0,041	1,730	6,578	17,787	5,051	2,566	0,565	0,911	0,115
<i>Euzonus furciferus</i> (P)	29,7	24,167	2,522	9,036	32,932	35,295	28,597	40,451	4,137	4,497	10,365	3,696	1,261
<i>Mellita quinquesperforata</i> (E)		8291,3	6722,7	4088,2	2284,2	1175,8	457,62	19,637	2429,0	313,41	8993,2	6463,3	6836,7
<i>Exciorolana armata</i> (I)	13,8	10,966	9,110	5,004	6,318	3,215	6,663	6,010	18,532	3,693	4,287	4,694	13,225
<i>Donax gemmula</i> (B)	4,7	0,088	0	0,117	21,823	1,049	0,687	0,146	0,466	0,935	0,251	0,952	4,667
<i>Tholozodium rhombofrontalis</i> (I)	1,2	0,062	0,016	0,234	0,427	0,803	1,618	0,657	0,798	1,118	0,960	0,241	0,912
<i>Puelche</i> sp.A (A)	2,2	0,016	0,016	0	0,369	0,130	0,113	11,141	0,674	1,461	0,124	0,263	0,049
<i>Bledius bonaerensis</i> (C)	1,0	0,011	0,571	4,346	0,245	0,255	0,105	0,008	0,190	0,219	0,073	0,352	0,091
<i>Bathyporeiapus ruffoi</i> (A)	0,4	0	0	0,041	0	0,054	0,216	1,754	0,392	0,147	0,027	0,014	0,014
<i>Strigilla carmaria</i> (B)	0,8	0	0	0	0	0,066	0	0	0	0	0	2,960	2,466
<i>Hemipodus olivieri</i> (P)	1,9	0,388	0	0,102	0,306	0,408	1,436	1,796	1,554	2,647	1,619	1,212	1,223
<i>Pinnixa patagoniensis</i> (D)	6,7	0,908	0,734	3,274	8,531	12,792	2,127	0,722	2,081	6,101	1,641	1,702	3,968
<i>Dispio remanei</i> (P)	3,6	0,107	0,330	1,649	2,308	3,133	2,301	2,465	1,394	1,891	0,660	2,187	5,606
<i>Nephtys simoni</i> (P)	3,3	0,415	0	0,415	0	0,812	1,037	1,477	2,282	0,423	1,002	11,848	2,075
<i>Donax hanleyanus</i> (B)	2,8	0	0	5,110	5,170	0	0,922	0,063	0	0	2,485	0	5,158
<i>Bowmaniella brasiliensis</i> (M)	0,5	0	0	0	0,806	0,339	0,847	0,528	0,254	0,415	0	0,170	0
<i>Callichirus major</i> (D)*		128,46	141,90	80,394	43,546	368,82	95,832	151,34	133,98	118,41	157,47	143,38	236,21

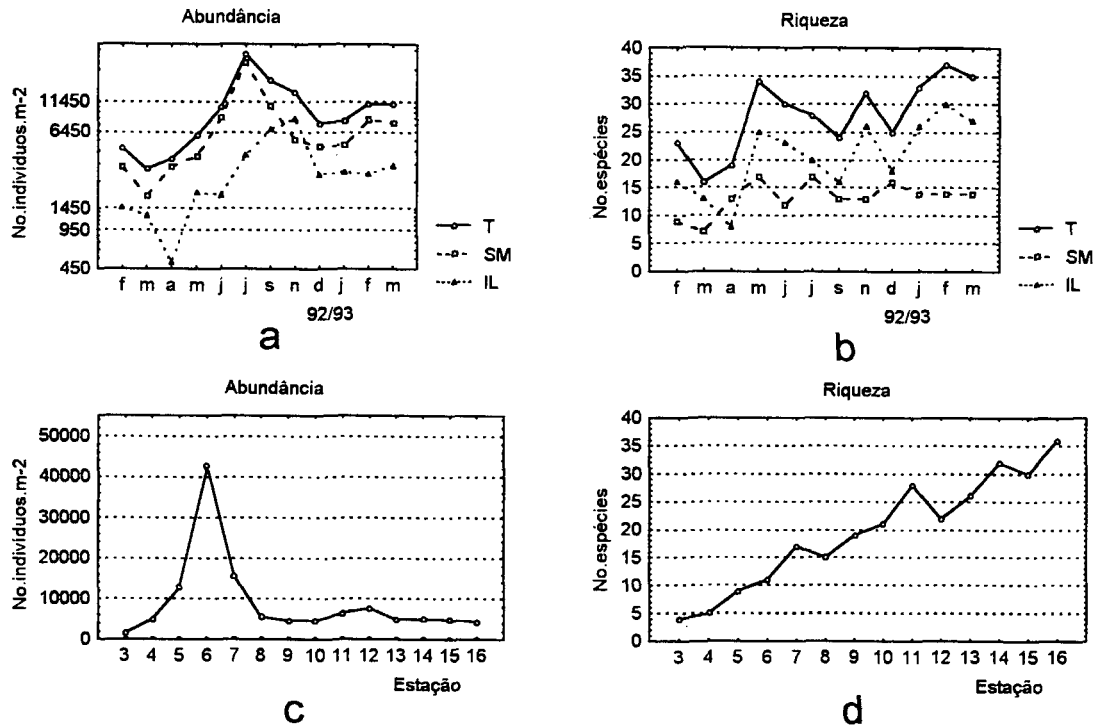


Figura 5: Variação da abundância e da riqueza específica (n° de espécies); a e b: ao longo do ano; c e d: no perfil praial. T: total; SM: supra e mediolitoral; IL: infralitoral.

**Tabela III:** Número total de indivíduos capturados em cada estação, por espécie, durante o período de estudo, na praia de Atami.

Espécie	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Bledius bonaerensis</i>	205	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. rhombofrontalis</i>	3	172	196	95	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euzonus furciferus</i>	1	33	1149	777	7	4	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Excirologa armata</i>	30	527	461	54	8	4	4	1	1	0	4	0	0	0
<i>Donax hanleyanus</i>	0	0	13	28	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Puelche sp.A</i>	0	0	27	331	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scolecopsis squamata</i>	0	4	63	5094	2041	246	12	3	4	4	8	2	0	0
<i>Bathyporeiapus ruffoi</i>	0	0	2	7	5	29	78	16	42	7	0	0	0	1
<i>B. brasiliensis</i>	0	0	0	6	4	12	5	0	2	1	2	4	3	1
<i>Hemipodus olivieri</i>	0	0	0	0	9	34	42	22	23	2	0	0	0	1
<i>Pinnixa patagoniensis</i>	0	0	0	0	12	22	12	19	28	13	5	1	4	3
<i>Donax gemmula</i>	0	0	0	0	19	89	66	51	30	46	68	122	7	10
<i>Puelche sp.B</i>	0	0	0	0	77	319	419	474	658	889	335	276	150	134
<i>Dispio remanei</i>	0	0	0	0	0	0	2	6	4	3	16	5	4	4
<i>M. Quinquiesperforata</i>	0	0	0	0	0	0	0	8	89	91	190	234	432	266
<i>Nephtys simoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	8	11	11	15
<i>Strigilla carnaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	43	120
<b>Total</b>	<b>239</b>	<b>745</b>	<b>1911</b>	<b>6392</b>	<b>2291</b>	<b>760</b>	<b>641</b>	<b>600</b>	<b>882</b>	<b>1062</b>	<b>637</b>	<b>660</b>	<b>654</b>	<b>555</b>

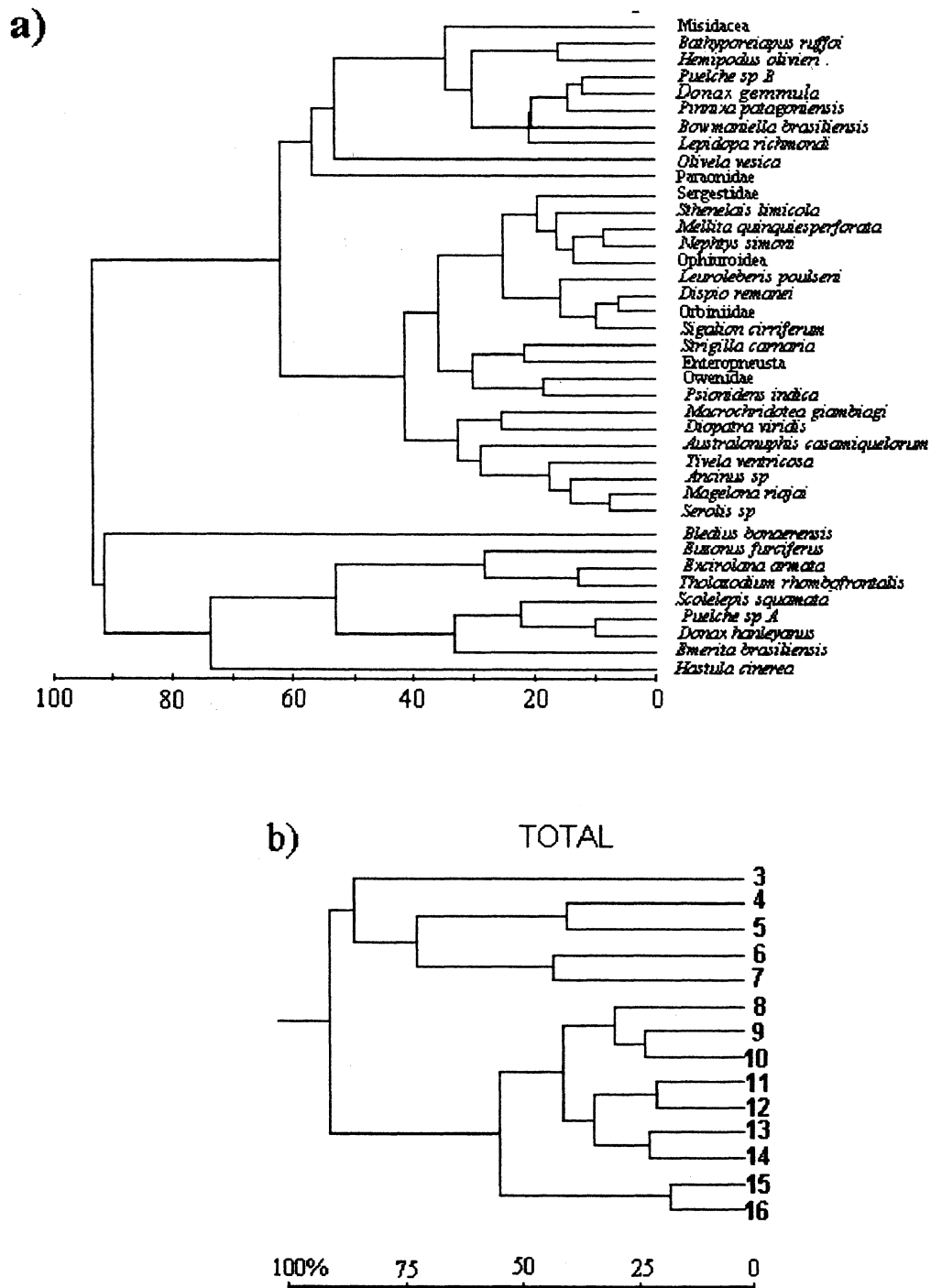


Figura 6: Resultados da análise de agrupamento do total amostrado: a) modo-R, b) modo-Q. A barra horizontal indica percentual de dissimilaridade (índice de Bray-Curtis).

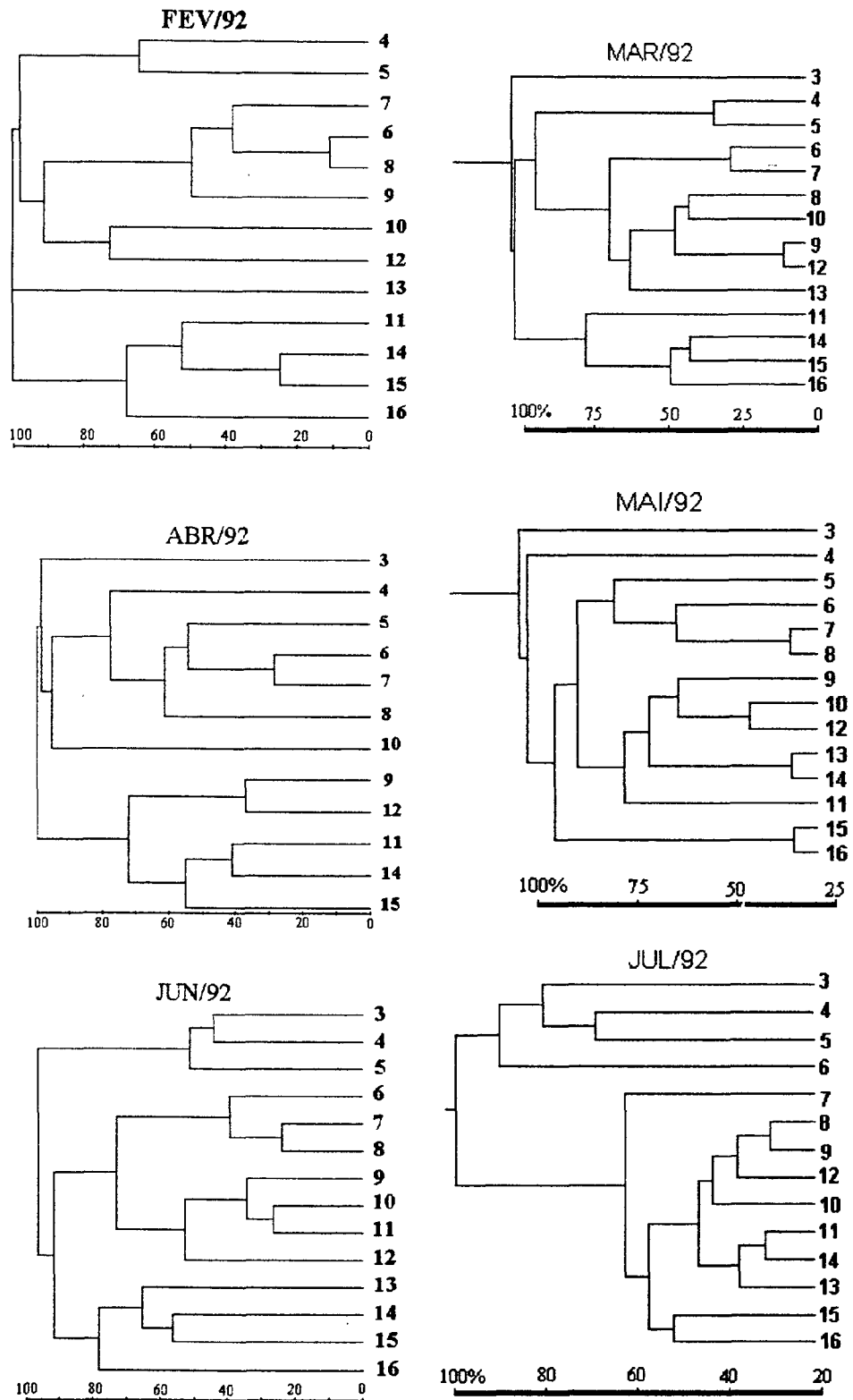


Figura 7: Resultados da análise de agrupamento dos meses amostrados, modo-Q. A barra horizontal indica percentual de dissimilaridade (índice de Bray-Curtis).

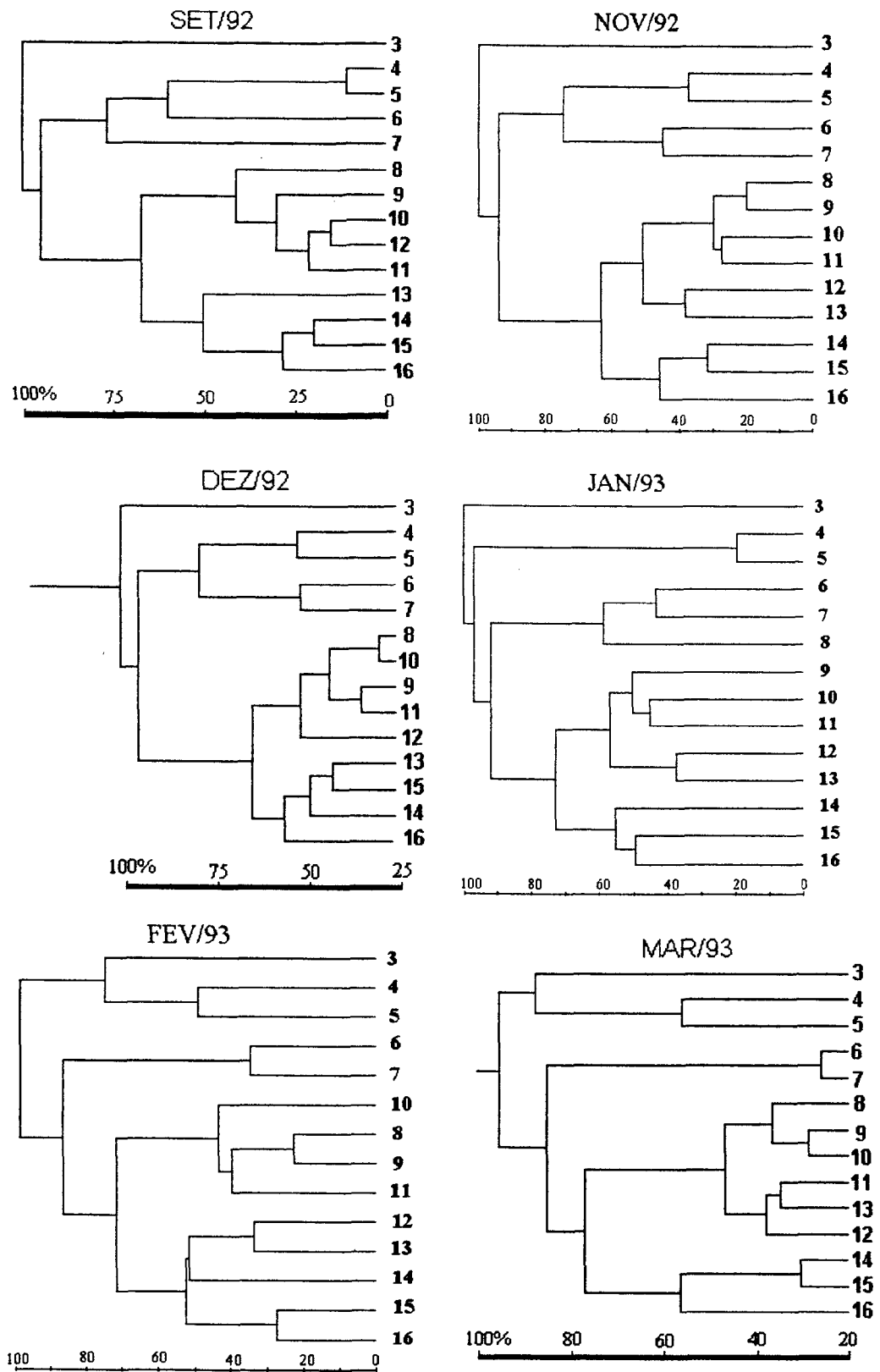


Figura 7: Continuação...

## DISCUSSÃO

Um dos principais problemas metodológicos que enfrenta o pesquisador que trabalha em praias é a própria caracterização física do ambiente estudado. Durante muito tempo, as praias foram classificadas apenas como expostas ou protegidas, existindo uma grande confusão na própria interpretação da terminologia, resultando que para alguns uma praia era “exposta” quando para outros era “protegida”. Foi a partir dos trabalhos de Wright *et al.* (1979) e Short & Wright (1983), através do conceito de morfodinamismo e da classificação do estado morfodinâmico de uma praia por meio de índices, que os pesquisadores tiveram a possibilidade de descrever de uma forma objetiva e lógica, o ambiente praias estudado. Apesar das limitações impostas pela utilização de dados de onda obtidos apenas no dia da coleta, os índices morfodinâmicos empregados no presente trabalho mostraram que a praia de Atami apresenta, em média, um estado morfodinâmico dissipativo, e que possui uma arrebentação com alta dissipação durante todo o ano. A presença de um sistema de barras múltiplas no infralitoral determina uma dinâmica complexa pela constante migração das mesmas. Valores de “omega” menores que 5 obtidos em alguns dos meses do verão e da primavera, indicaram a existência de estados intermediários, caracterizados pela alta mobilidade das barras submersas. Grandes variações anuais nos parâmetros sedimentológicos de média e desvio padrão foram registrados naquelas estações do perfil afetadas pela migração das barras. Os resultados apresentados por Soares *et al.* (1997) mostram que existe um padrão sazonal para estas variações, embora o mesmo esteja altamente influenciado por fenômenos episódicos de curta escala temporal, como é o caso da passagem de frentes meteorológicas. De uma

maneira geral, uma topografia com marcados bancos submersos, e sedimentos caracterizados por um maior valor da média e do desvio padrão, ocorreu nos meses de primavera e verão (quando há pouca incidência de frentes), determinando um aumento da heterogeneidade ambiental. Por outro lado, uma topografia mais homogênea e sem barras, com uma importante diminuição da média e do desvio padrão, ocorreu nos meses de outono e inverno (quando há uma maior incidência de frentes), diminuindo a heterogeneidade ambiental. Estas variações afetaram principalmente a parte do perfil delimitada pelas estações 8 e 14, sendo mínimas as variações destes parâmetros físicos no restante do perfil praiial, onde existe uma grande homogeneidade temporal.

A abundância da macrofauna da praia de Atami mostrou uma marcada sazonalidade, com máximos no inverno para o mediolitoral, e na primavera para o infralitoral. Estas variações seriam uma resposta a fenômenos de recrutamento das espécies dominantes, no caso *Puelche* sp. B no infralitoral. Contudo, o pico de inverno, resultado da grande abundância de *S. squamata*, pode estar relacionado a outros fatores como o estreitamento da faixa de distribuição da população, decorrente da mudança do regime morfodinâmico. Já o aumento registrado do verão de 92 ao verão de 93 responderia a variações populacionais interanuais de várias espécies, como *Excirolana armata*, *Donax gemmula*, e o próprio *S. squamata*. Tendências similares foram achadas por Larsen *et al.*(1985), que associaram estas variações a diferenças interanuais de alguns parâmetros físicos, como temperatura da água e intensidade do vento. Já Bamber (1993), relacionou essas variações a falhas de recrutamento das espécies.

As variações da riqueza específica foram bem diferentes entre o mediolitoral e o infralitoral. A primeira mostrou uma baixa riqueza nos primeiros meses de amostragem, estabilizando-se ao redor de um valor maior no restante do ano. No infralitoral, no entanto,



apareceram grandes variações que não puderam ser correlacionadas de forma direta às variações da topografia e dos sedimentos. Souza & Gianuca (1995) encontraram também uma clara sazonalidade nas abundâncias da macrofauna do mediolitoral de uma praia próxima à amostrada no presente trabalho. Segundo estes autores, as variações da riqueza ao longo do ano se devem ao recrutamento de espécies que não persistem na praia. Isto poderia explicar, em parte, as flutuações achadas neste trabalho para o infralitoral. Deve-se considerar que a instabilidade sedimentar decorrente da migração dos bancos de areia submersos que aumenta a heterogeneidade ambiental, está porém associada a uma grande instabilidade temporal. Isto poderia explicar a baixa permanência de algumas espécies que recrutariam na zona de arrebentação (e.g. *Strigilla carnaria*)

Várias tentativas para definir um esquema universal de zonação da macrofauna em praias arenosas foram feitos nos últimos cinquenta anos. Contudo, apenas dois esquemas são extensivamente usados até hoje, existindo ainda discussões entre os adeptos de um ou de outro esquema. O primeiro e mais antigo foi desenvolvido por Dahl (1952) e defendido intensamente por McLachlan *et al.* (1981), McLachlan (1983) e Jaramillo *et al.* (1993) entre outros. Este esquema definiu basicamente três zonas: uma franja subterrestre ocupada por anfípodes talitrídeos e/ou caranguejos ocipodídeos, uma zona mediolitoral, com isópodes cirolanídeos, e uma franja infralitoral, com várias espécies. O segundo foi proposto por Salvat (1964) e adotado por Bally (1983), entre outros, e divide as praias em quatro zonas físicas e biológicas: areia seca, retenção, ressurgência, e saturação, cada uma das quais caracterizada por um incremento descontínuo no conteúdo de água, e por um ou mais organismos característicos. No entanto, nenhum destes autores amostrou além da linha de maré baixa, ficando estes esquemas restritos à região mediolitoral do ambiente praias.

O padrão de zonação da macrofauna bentônica da praia de Atami mostrou que a divisão do ambiente praial em uma porção subaérea e uma subaquosa, a partir do nível médio de maré baixa de sizígia, não corresponde à distribuição real dos organismos. Embora parte do esquema de Salvat possa ser aplicado a esta zonação, com uma zona de areia seca (supralitoral), de retenção e de ressurgência faunisticamente bem definidas (Souza & Gianuca, 1995), a zona de saturação mostrou uma forte identidade com estações da própria zona de arrebentação, como sugerido por Borzone *et al.* (1996) para diferentes tipos morfodinâmicos de praias. Do ponto de vista físico, esta identidade também existiu para as características do sedimento e as suas variações ao longo do tempo.

A amostragem na praia de Atami mostrou que existem variações temporais nos padrões de zonação, como resposta a um maior espalhamento das espécies que caracterizariam cada zona, seja por recrutamentos ou por migrações. Estas variações foram particularmente marcantes durante os meses de inverno.

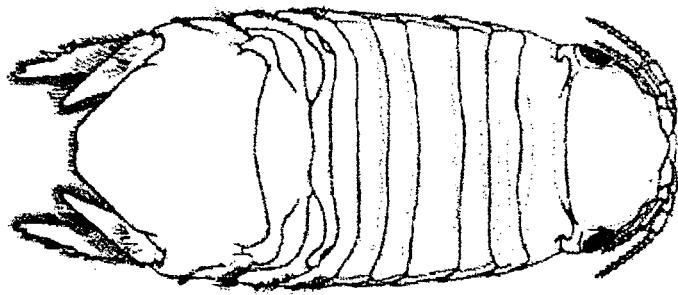
Um retrato mais claro e dinâmico da estrutura espacial e temporal da praia pode ser alcançado com um estudo mais aprofundado das espécies importantes em número ou biomassa de cada região ou zona. A análise da estrutura também deve levar em consideração as características de cada população e como elas respondem às variações ambientais. Com este objetivo, foram selecionadas *E. armata*, *E. furciferus*, *S. squamata*, *C. major* e *M. quinquiesperforata* para o estudo da dinâmica populacional e produção secundária, realizado nos capítulos subseqüentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANSELL, A. D., P. SIVADAS, B. NARAYANAN, V.N. SANKARANARAYANAN & A. TREVALION 1972. The ecology of two sandy beaches in southwest India. I. Seasonal changes in physical and chemical factors, and in the macrofauna. *Marine Biology*, **17**:38-62
- BALLY, R. 1983. Intertidal zonation on sandy beaches of the west coast of South Africa. *Cahiers Biologie Marine*, **24**(1): 85-103.
- BAMBER, R. N. 1993. Changes in the infauna of a sandy beach. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **172**: 93-107.
- BORZONE, C. A. & N. M. GIANUCA 1990. A zonação infralitoral em praias arenosas expostas. Anais do II Simposio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira, *Aciesp* **71**(3): 280-296.
- BORZONE, C. A.; J. R. B. SOUZA & A. G. SOARES 1996. Morphodynamic influence on the structure of inter and subtidal macrofaunal communities of subtropical sandy beaches. *Revista Chilena de Historia Natural*, **69**:565-577.
- BROWN, A.C. & A. McLACHLAN 1990. *Ecology of sandy shores*. Elsevier, Amsterdam, 328pp.
- CHRISTIE, N. D. 1976. A numerical analysis of the distribution of a shallow sublittoral sand macrofauna along a transect at Lamberts Bay, South Africa. *Transactions Royal Society of South Africa*, **42** (2): 149-172.
- CLIFFORD, H. & W. STEPHENSON 1975. *An introduction to numerical classification*. Academic Press, London, 229 pp.
- DAHL, E. 1952. Some aspects of the ecology and zonation of the fauna on sandy beaches. *Oikos*, **4** (1):1-28.
- DAY, J. H.; J. G. FIELD & M. P. MONTGOMERY 1971. The use of numerical methods to determine the distribution of the benthic fauna across the continental shelf of North Carolina. *Journal of Animal Ecology*, **40**: 93-126.
- DEAN, R. G. 1973. Heuristic models of sand transport in the surf zone. pp 208-214. In: *Proceeding of the Conferences on Engineering Dynamics in the Surf Zone*, Sydney, NSW.
- FLEISCHACK, P. C. & A. J. FREITAS 1989. Physical parameters influencing the zonation of surf zone benthos. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, **28**: 517-530.
- FOLK, R. L. & W. C. WARD 1957. Brazos River Bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, **27** (1): 3-26.
- GUZA, R. T. & D. L. INMAN 1975. Edge waves and beach cusps. *Journal of Geophysical Research*, **80**: 2997-3012.
- JARAMILLO, E.; A. McLACHLAN & P. COETZEE 1993. Intertidal zonation patterns of macroinfauna over a range of exposed sandy beaches in south-central Chile. *Marine Ecology Progress Series*, **101**: 105-118.
- KNOTT, D. M.; D. R. CALDER & R. F. VAN DOLAH 1983. Macrobenthos of sandy beach and nearshore environments at Murrells Inlet, South Carolina, U.S.A. *Estuarine and Coastal Shelf Science*, **16**: 573-590.
- LARSEN, R.; J. VOZARIK; E. LORDA; B. FIELDS; H. PAUL & M. KESER 1985. Long-term spatial and temporal variations of three sandy beach communities in Long Island Sound, CT. *Estuaries*, **8** (2B): 27.

- LEBER, K. M. 1982. Seasonality of macroinvertebrates on a temperate, high wave energy sandy beach. *Bulletim of Marine Science*, **32**: 86-98.
- MASSELINK, G. & A. D. SHORT 1993. The effect of tide range on beach morphodynamics and morphology: a conceptual beach model. *Journal of Coastal Research*, **9** (3): 785-800.
- McLACHLAN, A. 1983. Sand beach ecology – a review. In: Sandy beaches as ecosystems. McLachlan A. & Erasmus T. (eds) The Hague, Junk, 321-380.
- McLACHLAN, A.; T. WOOLDRIDGE & A. H. DYE 1981. The ecology of sandy beaches in Southern Africa. *South African Journal of Zoology*, **16**: 219-231.
- McLACHLAN, A.; A. C. COCKCROFT & M. MALAN 1984. Benthic faunal response to a high energy gradient. *Marine Ecology-Progress Series*, **16**: 51-63.
- MORIN, J. G.; J. E. KASTENDIET; A. HARRINGTON & N. DAVIS 1985. Organization and patterns of interactions in a subtidal sand community on an exposed coast. *Marine Ecology Progress Series*, **27**: 163-185.
- OLIVER J. S.; P. N. SLATTERY; L. W. HULBER & J. W. NYBAKKEN 1980. Relationships between wave disturbance and zonation of benthic invertebrate communities along a subtidal high-energy beach in Monterey Bay, California. *Fishery Bulletin of California Resources Agencie*, **78** (2): 437-454.
- SALVAT, B. 1964. Les conditions hidrodinamiques interstitielles des sediments meubles intertidaus et la repartition verticale de la faune endogée. *Cahiers Recherche Académique Scientifique*, Paris, **259**: 1576-1579.
- SHORT, A. D. & L. D. WRIGHT 1983. Physical variability of sandy beaches. pp: 145-156. In: McLachlan, A. & T. Erasmus (eds) *Sandy Beaches as Ecosystems*. Junk, The Hague.
- SOARES, C.R., BORZONE, C.A. & J.R.B. SOUZA, 1997. Variações morfológicas e sedimentológicas ao longo de um ciclo anual numa praia arenosa no sul do brasil. *Oecologia Brasiliensis*, **3**: 245-258.
- SOUZA, J. R. B. & N. M. GIANUCA 1995. Zonation and seasonal variation of the intertidal macrofauna on a sandy beach of Paraná State, Brazil. *Scientia Marina*, **59** (2): 103-111.
- WRIGHT, L. D.; J. CHAPPELL; B. G. THOM; H. P. BRADSHAW & P. COWELL 1979. Morphodynamics of reflective and dissipative beach and inshore systems: South-eastern Australia. *Marine Geology*, **32**: 105-140.
- WRIGHT, L. D.; P. NIELSEN; A. D. SHORT; F. C. CAFFEY & M. O. GREEN 1982. Nearshore and surfzone morphodynamics of a storm wave environment: Eastern Bass Strait, Australia. *Coastal Studies Unity, University of Sydney, Technical Report*, **82/3**: 1-154.

## CAPÍTULO II



---

# DINÂMICA POPULACIONAL E PRODUÇÃO SECUNDÁRIA DE *EXCIROLANA ARMATA* (ISOPODA : CIROLANIDAE) NA PRAIA DE ATAMI - PR.

---

## INTRODUÇÃO

Isópodes cirolanídeos são comuns no mediolitoral de praias arenosas tropicais e temperadas em todo o mundo (Dahl, 1952). Esses organismos geralmente ocupam a região mediana e superior do mediolitoral, onde permanecem enterrados durante a maré baixa, protegidos da dessecação. Quando cobertos pela água, na subida da maré, tornam-se ativos, nadando rapidamente à procura de alimento.

O gênero *Excirolana* é composto por 12 espécies, sendo que duas delas ocorrem no Brasil: *E. armata* e *E. braziliensis*. *E. armata* ocorre desde o Rio de Janeiro até a costa da província de Buenos Aires (Castro & Brum, 1969). É comum na região entre marés de praias dissipativas de areia fina, inclinação suave e com zona de arrebentação bem definida e em praias refletivas de baixa energia, com forte influência estuarina (Borzzone *et al.*, 1996). *E. armata* é um cavador superficial que ocorre nos 7 cm superiores do sedimento. Possui hábito alimentar oportunista, atuando como predador e necrófago, consumindo qualquer tecido animal acessível (Gianuca, 1985).

Há vários registros sobre a distribuição de *E. armata* em praias no Brasil (*e.g.*, Escofet *et al.*, 1979; Gianuca, 1983; Borzzone *et al.*, 1996), mas apenas um estudo sobre sua

biologia, incluindo aspectos da dinâmica populacional e produção secundária (Gianuca, 1985). No entanto, os estudos de produção são fundamentais para a formulação do modelo dinâmico de um ecossistema em particular, para o qual é necessária a quantificação de cada elemento em termos de assimilação, produção, e respiração para se entender como são as relações entre os vários elementos do mesmo.

A dinâmica populacional de *E. armata* é analisada neste trabalho, abordando os aspectos de crescimento, mortalidade e reprodução, assim como a estimativa da produção secundária.

## MATERIAL E MÉTODOS

A descrição da área de estudo e dos métodos de coleta estão inseridos no capítulo I, referente à estrutura da macrofauna.

O comprimento total (CT) de cada indivíduo coletado foi mensurado desde a extremidade do rostro até o final do telson, com uma precisão de 0,08 mm. Os machos foram identificados pela presença de estilete no segundo pleópodo. Os embriões foram contados e classificados em quatro estágios de desenvolvimento de acordo com Jones (1970): A= ovo, B = embrião começando a formar os apêndices, C = embrião com cromatóforos e apêndices bem definidos e D = pré-juvenil formado, pronto para abandonar o marsúpio. Os organismos foram agrupados em classes de 0,5 mm de comprimento, e desidratados em estufa a 70°C até peso constante, obtido em balança com precisão de 0,1

µg. O peso seco livre de cinzas (PSLC) foi obtido por combustão das amostras por um período de 24 h a 500°C, subtraindo o peso final do peso seco, de 50 indivíduos do mês de fevereiro de 1992.

### *Crescimento*

Foi utilizada a rotina ELEFAN, contida no programa FISAT (Gayanillo *et al.*, 1996), para analisar os dados de frequência-comprimento. O ELEFAN reestrutura os dados de frequência-comprimento, calculando as frequências médias sobre cinco classes corridas, dividindo pela frequência em questão e subtraindo 1 do quociente; depois calcula a soma de pontos viáveis nas amostras, que se referem aos pontos que podem ser atravessados por uma simples curva de crescimento (“available sum of peaks” – ASP). Traça várias curvas de crescimento através da entrada de valores de  $L_{\infty}$  e K. A curva escolhida passa por vários picos (“explained sum of peaks” – ESP). Os maiores valores de ESP/ASP ( $R_n$ ) indicam os melhores parâmetros de crescimento. O ELEFAN, portanto, é basicamente uma análise de progressão modal. O programa assume quatro suposições:

- 1- As amostras representam a população investigada.
- 2- O padrão de crescimento da população é o mesmo, ano a ano.
- 3- A curva de crescimento estimada para a população segue aproximadamente a curva de crescimento de Von Bertalanffy (VBGF), aplicada no programa.
- 4- Todos os organismos da população possuem o mesmo comprimento em determinada idade. Em consequência disto, diferenças no comprimento podem ser atribuídas à idade.

A equação de crescimento utilizada foi aquela criada por Von Bertalanffy (1938) em sua versão de oscilação sazonal proposta por Pauly & Gaschütz (1979), modificada por Hoenig & Hanumara (1982, 1990) e Somers (1988).



$$L_t = L_\infty \left[ 1 - e^{[-k(t-t_0) + (KC/2\pi) \sin(2\pi(t-t_s)) - (KC/2\pi) \sin(2\pi(t_0-t_s))]} \right]$$

onde:  $L_t$  = comprimento na idade  $t$ ;  $L_\infty$  = comprimento máximo assintótico;  $K$  = parâmetro da curva de crescimento;  $t_0$  = tempo onde o comprimento é zero;  $C$  = parâmetro que reflete a intensidade das oscilações sazonais;  $t_s$  = início das oscilações de crescimento sinusóides com respeito a  $t = 0$ . Nos cálculos,  $t_s$  foi substituído por **WP** (winter point) = período do ano (expresso como fração do ano) onde o crescimento é menor;  $WP = t_s + 0.5$ .

Os parâmetros de crescimento foram estimados em dois passos: primeiro, foram obtidas estimativas preliminares de  $L_\infty$  e  $Z/K$  pelo método de Wetherall *et al.* (1987). Esta estimativa de  $L_\infty$  foi então usada como ponto de partida para ajustar a curva de crescimento aos dados de frequência-comprimento.

Os valores de  $t_0$  não são fornecidos pelas rotinas do ELEFAN e não podem ser obtidos unicamente a partir de dados de frequência-comprimento (Pauly, 1987). Assim, estimativas de  $t_0$  foram calculadas para ambos os sexos a partir da relação:

$$t_0 = 1/k \ln [(L_\infty - L_h) / L_\infty]$$

onde  $L_h$  = tamanho de eclosão (Moreau, 1987).

A longevidade foi estimada a partir do comprimento em que 99% da população foi representada.

As coortes existentes na distribuição de frequência-comprimento foram identificadas pelo método de Bhattacharya (1967) existente na rotina MPA (Modal Class Progression Analysis) do programa FISAT.

A mortalidade total foi calculada pelo modelo da exponencial negativa:

$$N_t = N_0 e^{-Zt},$$

onde:  $t$  = tempo e  $N_0$  = número de indivíduos quando  $t = 0$ , usando o método da curva de captura convertida a comprimento, existente no programa FISAT (Gayanillo *et al.*, 1996).

A produção secundária anual foi calculada, separadamente para fêmeas e machos, através de:

a) Método dos incrementos para coortes separadas (Crisp, 1984).

$$P = \sum [(N_t + N_{t+1})/2] (W_{t+1} - W_t)$$

onde:  $N_t$  = número de indivíduos no momento  $t$ ,  $W_t$  = peso do indivíduo no momento  $t$ .

b) Método da taxa específica de crescimento em massa (MSGR), a partir da distribuição de frequência-comprimento, da função de crescimento específico e da relação tamanho – massa corporal, de acordo com Crisp (1984). A produção foi computada por:

$$P = \sum \sum N_i M_i G_i \Delta t$$

onde:  $N_i$  = número de indivíduos na classe de comprimento  $i$ ,  $M_i$  = massa corporal individual média na classe  $i$ ,  $\Delta t$  = intervalo entre duas coletas e  $G_i$  = taxa específica de crescimento em massa anual, computada por:

$$G_i = b K (L_\infty - L_i) / L_i$$

Onde:  $b$  = expoente da relação massa-comprimento,  $k$  e  $L_\infty$  = parâmetros da equação de Von Bertalanffy e  $L_i$  = comprimento médio da classe  $i$ .

## RESULTADOS

### *Abundância e Biomassa*

*E. armata* foi abundante nas estações 4 e 5, diminuindo em direção ao supra e infralitoral (Fig. 1). Dois picos de abundância foram registrados, um em outubro de 1992 (28020 ind. m<sup>-1</sup>) e outro em março de 1993 (16095 ind. m<sup>-1</sup>) (Fig. 2). A biomassa média do período foi de 531,63 ± 109,78 mg m<sup>-2</sup>, com 139,09 ± 45,88 mg m<sup>-2</sup> para os juvenis, 218,89 ± 36,23 mg m<sup>-2</sup> para as fêmeas e 173,66 ± 51,37 mg m<sup>-2</sup> para os machos. Os maiores valores de biomassa foram registrados na primavera.

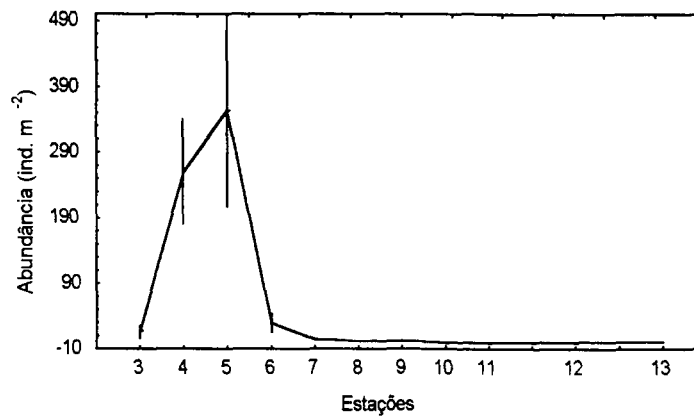


Figura 1: *Excirolana armata*. Distribuição ao longo do perfil (média ± erro padrão), na praia de Atami. ST3 = maré alta média, ST9 = maré baixa média.

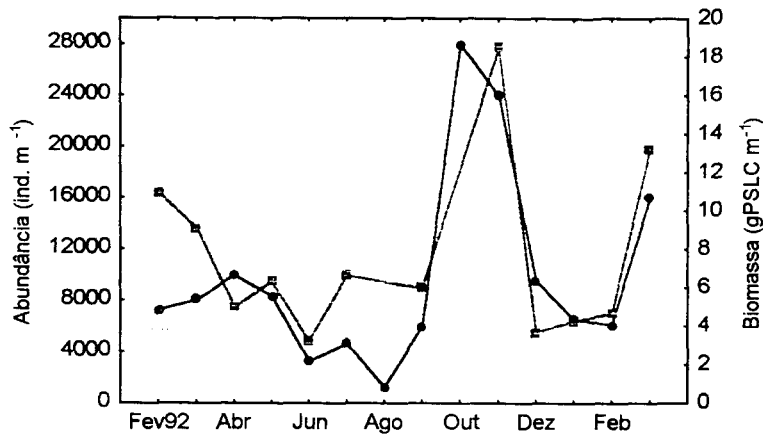


Figura 2: *Excirolana armata*. Variações de densidade em número (linha contínua) e biomassa (linha tracejada) por metro linear (180 m de perfil) na praia de Atami.

#### *Proporção sexual e reprodução*

Fêmeas ovígeras foram encontradas durante todo o ano em pequena proporção (0-13% do total de organismos capturados). Entretanto, em julho e janeiro elas somaram 46% e 56% de todas as fêmeas, respectivamente (Fig. 3). Juvenis foram capturados ao longo de todo o ano, com dois períodos de maior abundância, um em abril e outro de outubro a dezembro. Os machos ocorreram em maior proporção do que as fêmeas em maio e de setembro a novembro; isto é, próximo aos picos de recrutamento, com fêmeas em maior número em abril, junho, julho e fevereiro (Fig. 3).

Foram encontradas fêmeas com embriões apenas nos estágios A ou B, em julho e janeiro. Por outro lado, em outubro, a maioria das fêmeas carregava embriões no último estágio de desenvolvimento (D). Não foi encontrada uma clara dominância de estágios em

outros meses. O tamanho de recrutamento foi de 1,75 mm, correspondente aos maiores embriões encontrados nos marsúpios e aos menores indivíduos coletados.

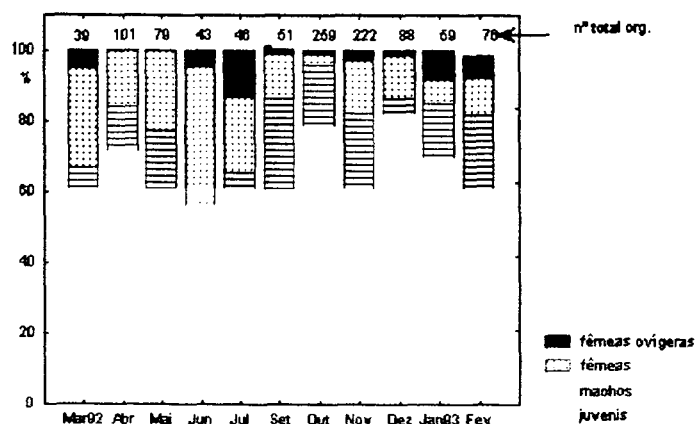


Figura 3: *Excirolana armata*. Variação sazonal da proporção relativa entre juvenis, machos, fêmeas e fêmeas ovíferas, na praia de Atami.

O apêndice copulatório dos machos foi identificado a partir do tamanho de 2,08 mm, como um rudimento do apêndice copulatório. No entanto, a partir de 3,8 mm eles apareceram completamente formados em todos os machos. A menor fêmea ovígera capturada mediu 4,2 m.

#### Morfometria

O logaritmo do comprimento total (CT) foi relacionado linearmente com o logaritmo do peso seco (PS) e com o logaritmo de peso seco livre de cinzas (PSLC) (Fig. 4). Não houve diferenças significativas entre machos e fêmeas:

$$\text{Log PS} = -4,409 + 2,686 \text{ Log CT}, N = 50, r^2 = 0,827, p < 0,001$$

$$\text{Log PSLC} = -4,358 + 2,584 \text{ Log CT}, N = 50, r^2 = 0,890, p < 0,001$$

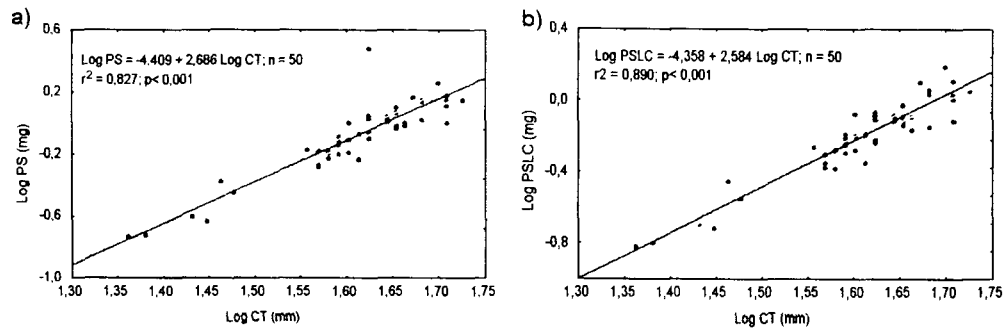


Figura 4: *Excirolana armata*. Relação peso comprimento. a) peso seco; b) peso seco livre de cinzas

Tabela 1: *Excirolana armata*. Parâmetros de crescimento da equação de Von Bertalanffy. L = longevidade, Z = mortalidade

Sexo/coorte	$L_{\infty}$	K	C	WP	Rn	L (anos <sup>-1</sup> )	Z
Macho 1	7,40	1,10	0,65	0,95	0,234	1,19	3,16
Macho 2	7,45	0,91	0,50	0,30	0,172	1,25	3,29
Fêmea 1	8,00	1,00	0,55	0,10	0,121	1,82	3,38
Fêmea 2	8,05	1,20	0,30	0,60	0,273	1,93	3,46

### Crescimento

A maior fêmea encontrada mediu 6,6 mm e o maior macho 5,6 mm. A partir do método modificado de Wetherall obteve-se um valor inicial de  $L_{\infty} = 5,67$  mm para machos e  $L_{\infty} = 6,98$  mm para fêmeas. Os parâmetros de crescimento obtidos com o programa ELEFAN estão na tabela 1. O parâmetro C indica uma oscilação média na taxa de crescimento (Fig. 5). O “winter point” (WP) indicou um crescimento mínimo no verão para uma das coortes e no outono e inverno para a Segunda coorte de machos e fêmeas

respectivamente. A longevidade foi em torno de 1,2 anos para machos e 1,9 anos para fêmeas. Acompanhando a coorte que recruta na primavera, as fêmeas alcançaram o tamanho de reprodução (4 mm) no início do próximo inverno, e a maioria morreu após a reprodução. As fêmeas que recrutaram no outono foram responsáveis pelos recrutas do outono seguinte, e provavelmente também contribuíram para a coorte da primavera. Já os machos apresentaram um crescimento mais rápido, com a coorte que recrutou na primavera morrendo no início do inverno e a do outono morrendo no início do verão. A mortalidade foi em torno de  $3,2 \text{ ano}^{-1}$  para machos e  $3,4 \text{ ano}^{-1}$  para fêmeas (Tab.1).

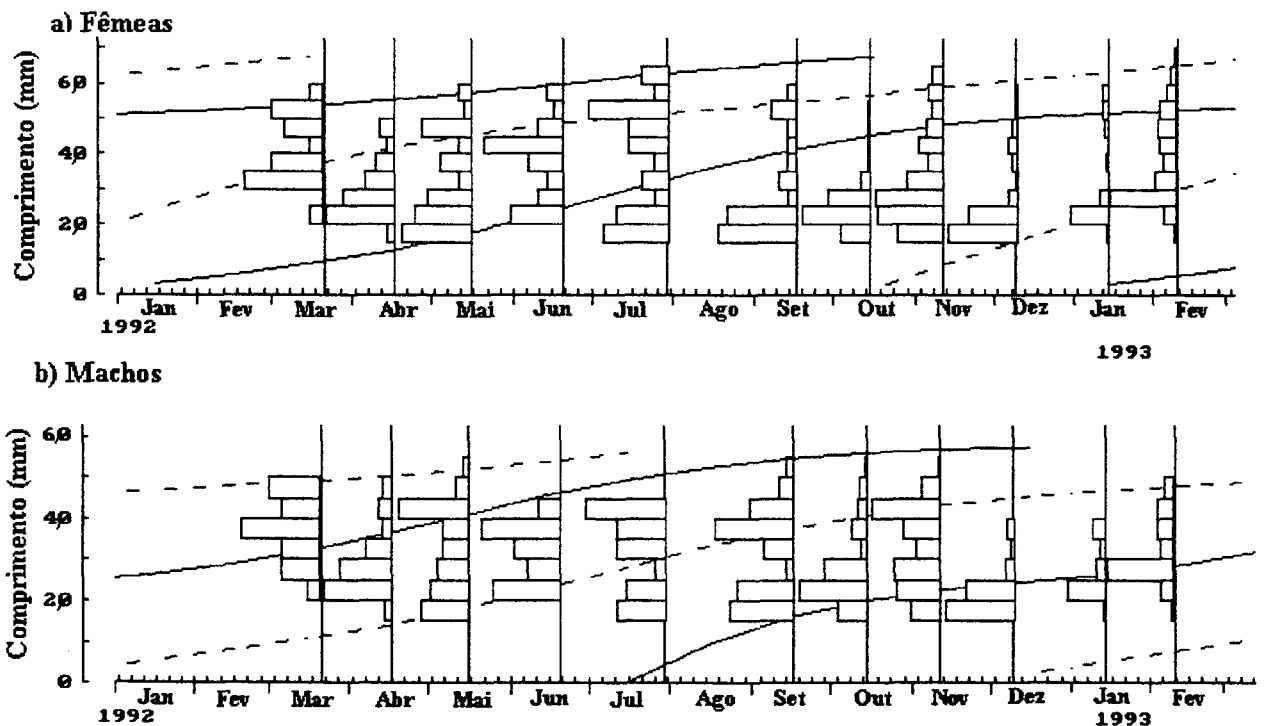


Figura 5: *Exciorolana armata*. Histogramas de frequência-comprimento, representados em porcentagem mensal, e curva de crescimento obtida com o programa ELEFAN. a)  $L_{\infty} = 8,0 \text{ mm}$ ,  $K = 1,00$ ,  $C = 0,55$ ,  $WP = 0,1$  e  $Rn = 0,121$  (linha cheia) e  $L_{\infty} = 8,05 \text{ mm}$ ,  $K = 1,20$ ,  $C = 0,30$ ,  $WP = 0,6$  e  $Rn = 0,273$  (linha tracejada); b)  $L_{\infty} = 7,4 \text{ mm}$ ,  $K = 1,10$ ,  $C = 0,65$ ,  $WP = 0,95$  e  $Rn = 0,228$  (linha cheia) e  $L_{\infty} = 7,45 \text{ mm}$ ,  $K = 0,91$ ,  $C = 0,50$ ,  $WP = 0,1$  e  $Rn = 0,172$  (linha tracejada).

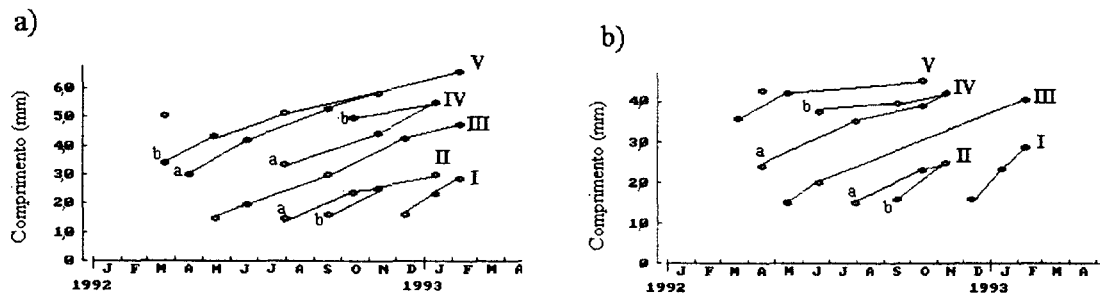


Figura 6: *Excirolana armata*. Progressões modais identificadas pelo método de Bhattacharya. a: fêmeas, b: machos

### Produção

As progressões modais encontradas indicam a existência de duas gerações por ano, tanto para machos como para fêmeas (Fig. 6). A produção secundária da população estimada pelo método dos incrementos foi de 112,640 mgPSLC  $m^{-2}ano^{-1}$  e P/B de 1,31 para os machos e 220,231 mgPSLC  $m^{-2}ano^{-1}$  e P/B de 2,18 para as fêmeas (Tab. 2). A estimativa obtida pela taxa específica de crescimento (MSGR) resultou no valor de 169,818 mgPSLC  $m^{-2}ano^{-1}$  e P/B de 1,64  $ano^{-1}$  para as fêmeas e 181,448 mgPSLC  $m^{-2}ano^{-1}$  e P/B de 2,13  $ano^{-1}$  para os machos. A variação mensal da produção foi semelhante à variação da abundância, indicando que o aumento de produção foi associado ao recrutamento de indivíduos.



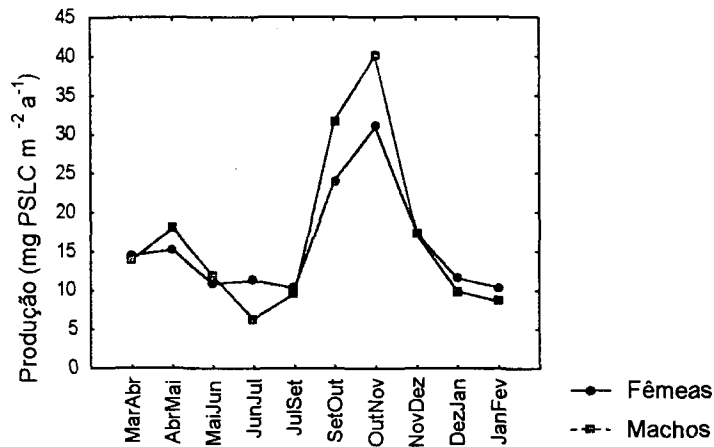


Figura 7: *Excirolana armata*: variação da produção secundária ao longo do ano, obtida pelo método da taxa específica de crescimento

## DISCUSSÃO

*Excirolana armata* apresentou dois períodos de aumento de abundância devido ao recrutamento, um na primavera e outro no outono. Contudo, a população de *E. armata* existente em praias uruguaias apresentou apenas um recrutamento anual, no final da primavera e verão (Alava & Defeo, 1991), sendo que a população existente em praias do Rio Grande do Sul apresentou dois picos de abundância, um na primavera (outubro a dezembro) e outro no outono (abril), com o primeiro pico associado ao recrutamento (Gianuca, 1985). Estas variações latitudinais podem estar indicando que há uma progressiva mudança de um ciclo com dois recrutamentos, em baixas latitudes, para um ciclo de recrutamento anual, em maiores latitudes para esta espécie.

A maioria dos indivíduos foi capturada na parte superior do mediolitoral ao longo de todo o ano, o que está de acordo com o padrão geral de distribuição descrito para isópodes cirolanídeos em praias arenosas (Dahl, 1952; McLachlan & Jaramillo, 1995). Gianuca (1985) observou um padrão distinto do padrão geral, com adultos ocorrendo na faixa superior do mediolitoral, como em Atami, e juvenis se concentrando na região inferior do mesmo, em uma população estudada na praia do Cassino – RS. Já para a população de *E. armata* de praias uruguaias foi observada uma migração da faixa de distribuição para a região inferior do mediolitoral durante o inverno, quando as marés meteorológicas são mais frequentes (Alava & Defeo, 1991). Essas diferenças estão provavelmente relacionadas com o limite sul de distribuição da espécie, com temperaturas menores e marés meteorológicas de grande intensidade e frequência. A redução na taxa de crescimento durante o inverno é uma característica de invertebrados de regiões não tropicais. Espécies de águas temperadas mostram uma redução na taxa de crescimento e o período reprodutivo começa apenas na primavera, como em *E. armata* nas praias rio-grandenses, *E. braziliensis* de uma praia chilena e *Eurydice affinis* e *E. pulchra* em praias temperadas do Atlântico norte (Gianuca, 1985; Zuñiga *et al.*, 1985; Jones, 1970). As populações de *E. armata* em praias uruguaias, apresentaram uma taxa de crescimento baixa durante os meses de inverno, com aumento a partir da primavera. Alava & Defeo (1991) sugerem uma dependência do crescimento em relação à temperatura para explicar este padrão. Uma das coortes femininas de Atami apresentou o mesmo padrão de variação de crescimento, com diminuição no inverno. Talvez a diminuição de crescimento desta coorte esteja relacionada mais ao investimento reprodutivo do que à diminuição da temperatura, já que em julho 46 % das fêmeas capturadas estavam ovígeras e foi registrado um recrutamento na primavera. A diminuição da taxa de crescimento no verão e outono

apresentada pelas outras coortes pode estar relacionada à reprodução (recrutamento de outono), à oferta de alimento ou a fatores associados ao aumento da temperatura, como dessecação do sedimento e aumento do transporte de grãos pelo vento, aumento do metabolismo.

Os valores de mortalidade foram maiores do que os encontrados em populações de praias uruguaias (Alava & Defeo, 1991), o que pode ser resultado do ciclo de vida mais curto da população de Atami. Zuñiga *et al.* (1985) encontraram uma alta mortalidade de para *Excirolana braziliensis* logo após picos de recrutamento, o que também foi observado para *E. armata* neste estudo.

A população de *E. armata* apresentou reprodução contínua, com fêmeas ovígeras presentes praticamente o ano todo. Numa população mais ao sul, na praia do Cassino – RS, o período de reprodução foi mais restrito, com fêmeas ovígeras encontradas apenas na primavera e verão (Gianuca, 1985). Zuñiga *et al.* (1985) sugeriram que a variação latitudinal de *E. braziliensis* está relacionada com a temperatura. Esta espécie apresentou reprodução sazonal no Chile, com fêmeas ovígeras encontradas durante oito meses; não ocorrendo no inverno quando as temperaturas são mais baixas. Enquanto que no Panamá, outra população apresentou reprodução contínua (Dexter, 1977). O período reprodutivo de isópodes pode ser restringido pela temperatura, como em *Cirolana imposita*, cujo período reprodutivo ficou restrito aos meses de águas quentes (Shafir & Field, 1980). O aumento do período reprodutivo em temperaturas maiores já tinha sido observado para *Eurydice pulchra*, sendo de 3 meses no estuário de Dovey na Grã-Bretanha (Fish, 1970), 5 meses no sul de Gales (Jones, 1970) e 7 meses na França (Salvat, 1966).



A baixa proporção de Fêmeas ovígeras ao longo de um ciclo anual, como o encontrado para *E. armata*, já foi registrado para outros isópodes. Fêmeas ovígeras de *E. braziliensis* foram encontradas em baixa porcentagem de julho a abril em uma praia arenosa do Panamá (Dexter, 1977). *E. braziliensis* também apresentou uma baixa proporção de fêmeas ovígeras (no máximo 15% do total) em uma praia arenosa do Chile; elas ocorreram de agosto a abril com um pico em outubro e outro em março (Zuñiga *et al.*, 1985). A ausência de um período específico de reprodução indicam a ausência de um agente externo que desencadeie o processo reprodutivo a nível populacional (*e.g.*, luminosidade, temperatura, oferta de alimento) em ambientes tropicais, sendo que a temperatura começaria a afetar a época e duração do período de incubação de embriões em regiões subtropicais e temperadas. A baixa proporção de fêmeas, nos picos de recrutamento, pode ser um indicativo de alta mortalidade, logo após a liberação dos juvenis. Johnson (1976) constatou que o desenvolvimento de *Cirolana harfordi* cessa no outono, com baixa atividade reprodutiva no inverno, apesar das fêmeas carregarem embriões ao longo do ano e produzirem de uma a duas ninhadas de 18 a 68 embriões durante seus dois anos de vida., reproduzindo-se apenas uma vez durante o ciclo de vida (Zuñiga *et al.*, 1985).

Tabela 3: *Excirolana armata*. Características populacionais em diferentes latitudes.

<b>Características</b>	<b>Atami 25,3°S</b>	<b>Cassino 33°S</b>
<b>Comprimento Fêmea ovígera</b>	4,2 – 6,6 mm	7,1 – 10,6 mm
<b>Comprimento Macho adulto</b>	3,8 – 5,6 mm	4,2 – 9,2 mm
<b>Número de embriões</b>	1-16	8-31
<b>Comprimento Embriões (máximo)</b>	1,75 mm	2,5 mm

*E. armata* apresentou diferenças ao longo do gradiente latitudinal, com diminuição do tamanho de embriões em fase de liberação, do número de embriões por fêmea, do tamanho de primeira maturação e do comprimento máximo observado em latitudes menores quando comparados os dados de Atami com o de praias do Rio Grande do Sul (Gianuca, 1985) (Tab. 3). A longevidade também parece aumentar com a latitude, embora este último autor tenha estimado em um ano a longevidade de *E. armata* para praias gaúchas. Alava & Defeo (1991) estimaram uma longevidade aproximada de 3 anos para uma população de praias uruguaias. *E. braziliensis* também apresentou diferenças em relação ao tamanho de primeira maturação, comprimento máximo observado e número de embriões entre populações de praias chilenas e panamenhas (Dexter, 1977; Zuñiga *et al.*, 1985).

Houve uma inversão dos valores de produção obtidos em cada método, com maior valor de produção para os machos com o método da taxa específica de crescimento e um maior valor de produção para as fêmeas com o método dos incrementos. A estimativa de crescimento dos métodos de incrementos foi feita com base na progressão modal das coortes, como as fêmeas possuem maior tamanho médio que os machos os incrementos em massa são geométricamente maiores. Já no método da taxa específica de crescimento a taxa de crescimento é constante e o maior valor de abundância dos machos dá uma vantagem linear aos machos.

A razão P/B entre 1,3 e 2,2 ano<sup>-1</sup> obtida para *E. armata* está um pouco abaixo do esperado para uma espécie com rápido crescimento e ciclo de vida curto. Seu valor foi menor que o encontrado para *E. braziliensis* em praias chilenas, com expectativa de vida semelhante, 3,62-3,80, e maior que o P/B de outro isópode *Tylos capensis*, do supralitoral de praias sul-africanas, com 1,5 (Zuñiga *et al.*, 1985). Contudo, o P/B encontrado ficou

próximo ao encontrado para dois outros peracáridos de praias arenosas, o anfípode *Talorchestia capensis*, com um P/B de 2,25 e o anfípode *Pseudorchestia brasiliensis*, com P/B de 2,23 (Van Senus & McLachlan, 1986; Cardoso & Veloso, 1996). Robertson (1979) correlacionou linearmente P/B e longevidade para várias espécies de invertebrados marinhos. Utilizando a equação de regressão obtida pelo autor acima (Robertson *op. Cit.*) encontramos valores entre 6,15 e 3,96 para machos de Atami e 3,72 e 2,84 para fêmeas. Os valores menores encontrados em Atami podem estar relacionados com a alta mortalidade de recrutas e baixo número de adultos ao longo do ano.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAVA, A.; DEFEO, O. 1991. Distributional pattern and populational dynamics of *Excirolana armata* (Isopoda, Cirolanidae) in a Uruguayan sandy beach. **Estuar. Coast. Shelf Sci.**, v. 33, p. 433-444.
- BERTALANFFY, L. von 1938. A quantitative theory of organic growth. **Hum. Biol.**, v. 10, p. 181-213.
- BHATTACHARYA, C.G. 1967. A simple method of resolution of a distribution into gaussian components. **Biometrics**, 23:115-135.
- BORZONE, C. A.; J. R. B. SOUZA & A. G. SOARES 1996. Morphodynamic influence on the structure of inter and subtidal macrofaunal communities of subtropical sandy beaches. **Rev. Chil. Hist. Nat.**, 69:565-577.
- CARDOSO, R.S. & V.G. VELOSO 1996. Population biology and secondary production of the sandhopper *Pseudorchestia brasiliensis* (Amphipoda: Talitridae) at Prainha Beach, Brazil. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 142:111-119.
- CASTRO, A. L. & BRUM, I. N. S. 1969. Sobre as espécies de *Excirolana* Richardson do litoral Atlântico das Américas (Isopoda: Cirolanidae). **Bol. Mus. Nac.**, Rio de Janeiro, v. 271, 21 p.

- CRISP, D. J. 1984. Energy flow measurements. In: HOLME, N.A.; MCINTYRE, A. D. (Eds). **Methods for the study of marine benthos**. Oxford : Blackwell. p. 197-279.
- DAHL, E. 1952. Some aspects of the ecology and zonation of the fauna on sandy beaches. **Oikos**, v. 4, p. 1-27.
- DEXTER, D. 1977. Natural history of the pan-american sand beach isopod *Excirolana braziliensis* (Crustacea:Malacostraca). **J. Zool. London**, v. 183, p. 103-109.
- ESCOFET, A.; GIANUCA, N.M.; MAYTIA, S. & SCARABINO, V. 1979. Playas arenosas del Atlántico Suddoccidental entre los 29° y 43° L S: consideraciones generales y esquema biocenológico. In: UNESCO, Memorias del seminario sobre ecología bentónica y sedimentación de la plataforma continental del Atlántico Sur, 245-258.
- FISH, S. 1970. The biology of *Eurydice pulchra* (Crustacea, Isopoda). **Mar. Biol. Ass. U.K.**, v. 50, p. 753-768.
- GAYANILLO JR., F. C.; SPARRE, P. & PAULY, D. 1996. FISAT. User's manual. **FAO-ICLARM Stock assessment tools**. FAO, Rome, 126 p.
- GIANUCA, N.M. 1983. A preliminary account of the ecology of sandy beaches in southern Brazil. In: **Sandy beaches as ecosystems**. McLachlan, A. & Erasmus T. (eds) The Hague, Junk, p. 413-419.
- GIANUCA, N. M. 1985. **The ecology of a sandy beach in Southern Brazil**. Southampton. Thesis (Ph.D.) - Univ. Southampton, Dept. of Oceanography. 330 p.
- HOENIG, J. M. & HANUMARA, R. C. 1982. **A statistical study of a seasonal growth model for fishes**. Tech. Rep., Dept. of Computer Science and Statistics, University of Rhode Island, Kingston.
- HOENIG, J. M. & HANUMARA, R. C. 1990. An empirical comparison of seasonal growth models. **Fishbyte**, v. 8, n. 1, p. 32-34.
- JOHNSON, W.S. 1976. Populations energetics of the intertidal isopod *Cirolana harfordi*. **Mar. Biol.**, v. 36, p. 351-357.
- JONES, D. A. 1970. Population densities and breeding in *Eurydice pulchra* and *E. affinis* in Britain. **J. mar. biol. Ass. U.K.**, v. 50, p. 635-655.
- McLACHLAN, A. & JARAMILLO, E. 1995. Zonation on sandy beaches. In: ANSELL, A. D.; GIBSON, R. N.; BARNES, M. (Eds.) **Oceanography and Marine Biology: an Annual Review**, v. 33. London : UCL Press, p. 305-335.
- MOREAU, J. 1987. Mathematical and biological expression of growth in fishes: recent trends and further developments. In: SUMMERFELT, R.C.; HALL, G. E. (Eds.). **The age and growth of fish**. Iowa : The Iowa State University Press, p. 81-113.



- PAULY, D. 1987. A review of the Elefan system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. **ICLARM Contrib.**, n. 232.
- PAULY, D. & GASCHÜTZ. 1979. A simple method for fitting oscillating length growth data, with a program for pocket calculators. **International Council for the Exploration of the Sea**, CM 1979/G.24, 266 p.
- ROBERTSON, A. I., 1979. The relation between annual production biomass ratios and lifespan for marine macrobenthos. **Oecologica**, v. 38, p. 193-202.
- SALVAT, B. 1966. *Eurydice pulchra* (Leach 1815), *Eurydice affinis* Hansen 1905 (Isopodes Cirolanidae) – Taxonomie, ethologie, ecologie, repartition verticale, et cycle reproducteur. **Actes soc. Linn. Bordeaux**, v. 103 (Ser. A1), p. 1-77.
- SHAFIR, A. & FIELD, J. G. 1980. Importance of a small carnivorous isopod in energy transfer. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 3, p. 203-215.
- SOMERS, I. F. 1988. On a seasonally oscillating growth functions. **Fishbyte**, v. 6, n. 1, p. 8-11.
- VAN SENUS, P. & McLACHLAN, A. 1986. Growth, production and a partial energy budget for the amphipod, *Talorchestia capensis* (Crustacea, Talitridae) in the Eastern Cape, South Africa. **Mar. Ecol.**, 7(2): 165-179
- WETHERALL, J. A.; POLOVINA, J.J. & RALSTON, S. 1987. Estimating growth and mortality in steady-state fish stocks from length-frequency data. In: PAULY, D.; MORGAN, G. R. (Eds), Length based methods in fisheries research. **ICLARM Conference Proceedings** 13, 53-74.
- ZUÑIGA, O.; PENA, R. & CLARKE, M. 1985. Historia de vida y producción de *Excirolana braziliensis* Richardson, 1912 (Isopoda: Cirolanidae). **Estud. Oceanol.**, v. 4, p. 9-19.

## CAPÍTULO III



---

---

**DINÂMICA POPULACIONAL E PRODUÇÃO SECUNDÁRIA DE  
*EUZONUS FURCIFERUS* (POLYCHAETA : OPHELIIDAE) NA PRAIA  
DE ATAMI – PR.**

---

---

**INTRODUÇÃO**

Os representantes da família Opheliidae são cavadores de sedimentos arenosos e lodosos. São considerados comedores de depósitos não seletivos (Fauchald & Jumars, 1979). A aparente ausência de especialização alimentar contrasta com o alto grau de seleção do substrato, pois a maioria das espécies está restrita a sedimentos com pouca variação no tamanho do grão (Dales, 1952). Os gêneros mais comuns incluem *Ophelia*, *Thoracophelia* (*Euzonus*), *Armandia* e *Travisia* (Brown & McLachlan, 1990)

*Euzonus furciferus* ocorre em praias arenosas desde o estreito de Magalhães até o Estado de São Paulo (Orensanz & Gianuca, 1974; Amaral, 1979). É uma espécie abundante em praias arenosas refletivas e dissipativas, com granulometria fina e bem selecionada (Borzzone *et al.*, 1996). Apesar de ser um comedor de depósito, ocorre num ambiente com baixo teor de matéria orgânica, onde este modo alimentar não é o mais comum.

A dinâmica populacional das espécies é um importante aspecto da estrutura da comunidade e sua função, já que resulta das flutuações das espécies residentes, das interações entre estas espécies e dos processos físicos atuantes (Robertson, 1979). No presente capítulo serão analisadas algumas características populacionais de *Euzonus*

*furciferus*, com o objetivo de relacionar os processos biológicos, como recrutamento, crescimento e mortalidade, à produção na praia arenosa.

## MATERIAL E MÉTODOS

As descrições da área de estudo e da coleta dos organismos encontram-se no capítulo I, referente ao estudo da estrutura da macrofauna.

Os organismos foram colocados, individualmente, em estufa a 80°C até atingirem peso constante, depois foram incinerados em mufla a 500°C por 24 horas e pesados novamente com uma balança de 0,01 mg de precisão. O peso seco livre de cinzas (PSLC) foi obtido pela diferença das duas pesagens. A largura do oitavo neuropódio da região torácica de cada indivíduo foi medida usando uma lupa e régua ocular com precisão de 0,05 mm, e tomada como base para o estudo de crescimento.

Foi utilizada a rotina ELEFAN, contida no programa FISAT (Gayanillo, *et al.*, 1996), para analisar os dados de frequência-comprimento, cujo método está descrito em detalhe no capítulo II, referente à dinâmica populacional de *Excirolana armata*.

O padrão de recrutamento foi estimado através da projeção das amostras de frequência-comprimento no eixo temporal, executado pela rotina recrutamento do programa FISAT. Esta rotina reconstrói os pulsos de recrutamento a partir de uma série temporal de dados de frequência-comprimento, para determinar o número de pulsos por anos e a força relativa de cada pulso (Gayanilo *et al.*, 1996).

O cálculo de  $t_0$  e da longevidade também estão descritos no capítulo II. A mortalidade total  $Z$  foi calculada utilizando o modelo da exponencial negativa e através da

relação Z/K desenvolvida por Powell (1979) e modificada por Wetherall *et al.* (1987), também disponível no FISAT.

Para a estimativa da produção, foi utilizado o método da taxa específica de crescimento (MSGR), também já descrito no capítulo II, com a diferença que consideramos  $\Delta t = 1$  e utilizamos os valores médios anuais de abundância por classe para *E. furciferus*.

## RESULTADOS

A densidade média mensal variou de 3157 ind. m<sup>-1</sup>, em março, a 51133 ind. m<sup>-1</sup>, em setembro (Fig. 1). *E. furciferus* foi encontrado apenas na região superior do mediolitoral (Fig. 2). A espécie formou uma faixa de distribuição paralela ao mar, com largura que variou de 30 metros em fevereiro e maio de 1992 a 90 metros em junho de 1992 e março de 1993, sendo mais larga no inverno, com máximas de 3029 ind.m<sup>-2</sup>, em setembro, e média anual de 444,02 ind. m<sup>-2</sup> ( $\pm 139,85EP$ ). A maior biomassa foi encontrada em setembro, com 40,451 gPSLC m<sup>-1</sup>. Contudo, a biomassa não aumentou proporcionalmente ao número de indivíduos, indicando um recrutamento a partir de julho (Fig. 1).

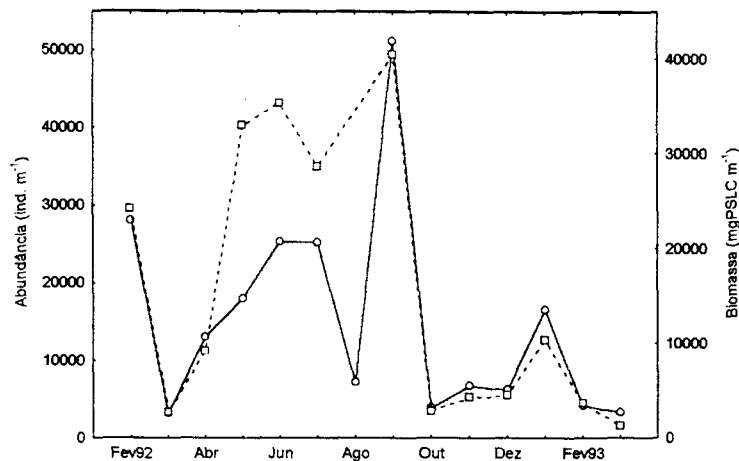


Figura 1: *Euzonus furciferus*. Variações de densidade em número (linha contínua) e biomassa (linha tracejada) por metro linear (90 m de perfil) na praia de Atami.

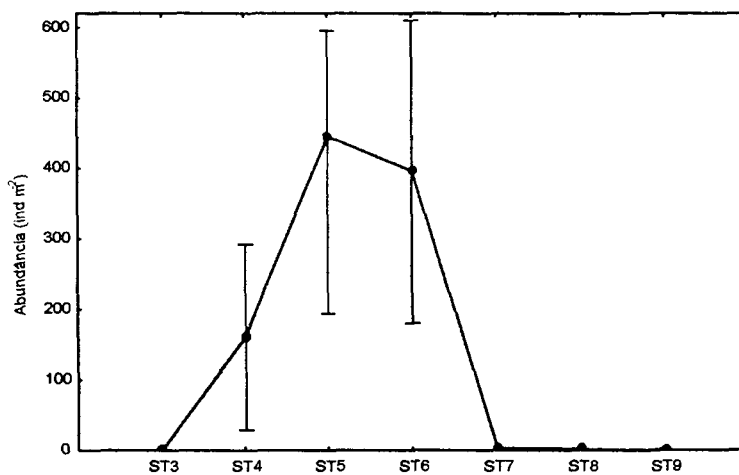


Figura 2: *Euzonus furciferus*. Distribuição ao longo do perfil (média  $\pm$  erro padrão), na praia de Atami. Estação 3 = maré alta média, Estação 9 = maré baixa média.

### Morfometria

As relações entre a largura do neuropódio (C) e o peso seco livre de cinzas (PSLC) de cada indivíduo foram (Fig. 3):

$$\text{Log PSLC} = 2,261 \text{ Log C} - 0,0159, r^2 = 0,425, n = 63, p < 0,005$$

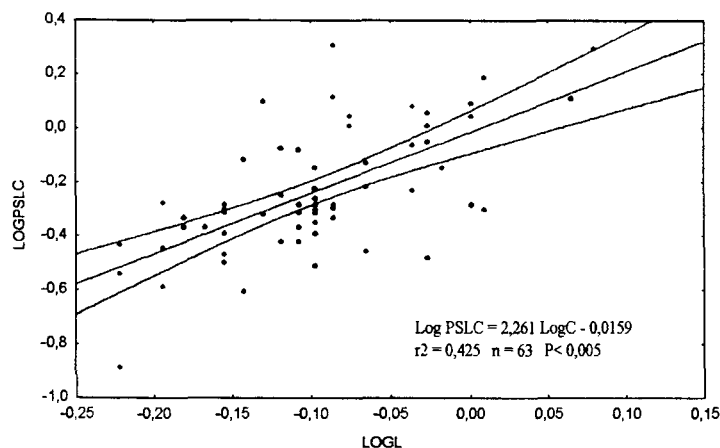


Figura 3: *Euzonus furciferus*. Relação peso-comprimento.

### Crescimento

Através do método de Wetherall foi obtido um valor inicial para  $L_{\infty}$  de 2,1 mm. Os parâmetros de crescimento obtidos com o programa ELEFAN foram  $L_{\infty} = 2,32$  mm,  $K = 0,763 \text{ a}^{-1}$ ,  $C = 1,00$ ,  $WP = 0,10$  e  $R_n = 0,288$  (Fig. 4). O principal recrutamento ocorreu no outono, indicando que o período reprodutivo mais significativo ocorreu no verão (Fig. 5). Esta coorte começará a reproduzir, provavelmente, no verão seguinte. A longevidade foi de 1,8 anos.

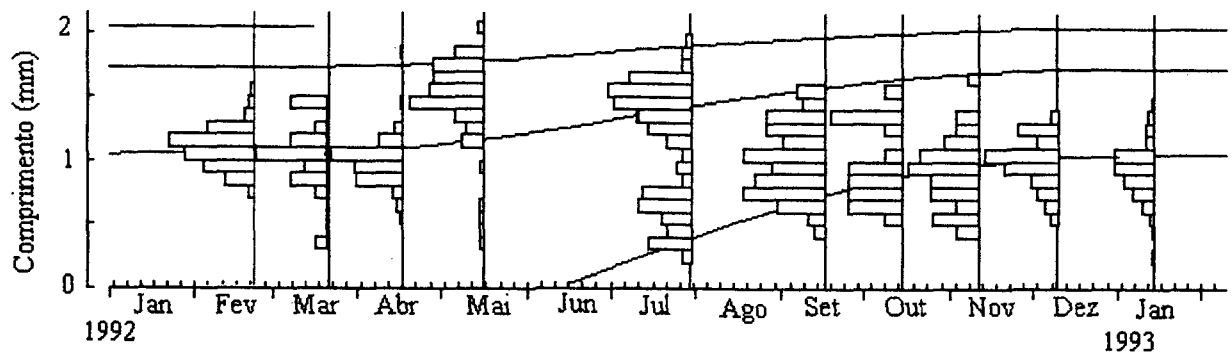


Figura 4: *Euzonus furciferus*. Histograma de frequência-comprimento e curva de crescimento obtida com o programa ELEFAN.  $L_{\infty} = 2,32$  mm,  $K = 0,763$  a<sup>-1</sup>,  $C = 1,00$ ,  $WP = 0,10$

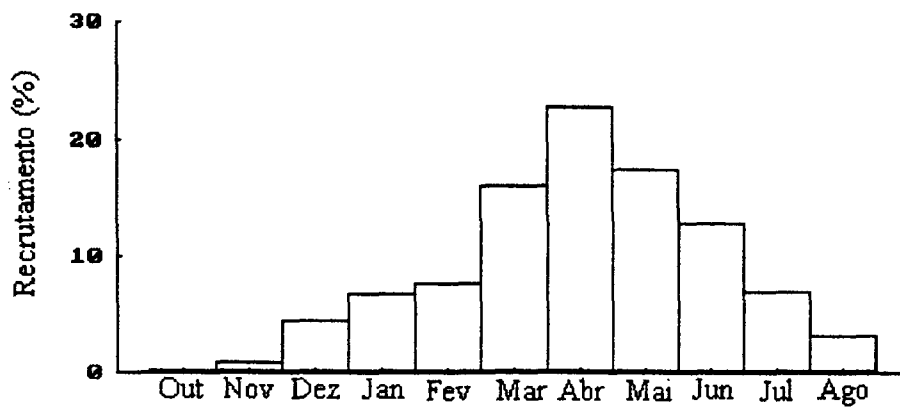


Figura 5: *Euzonus furciferus*. Padrão de recrutamento:  $L_{\infty} = 2,32$  mm;  $K = 0,763$  a<sup>-1</sup>;  $C = 1,0$ ;  $WP = 0,1$ ;  $t_0 = 0,05$ .

A mortalidade obtida pelo método da curva de captura foi de 3,20, e a obtida pelo método de Powell-Wetherall foi 1,78.



*Produção*

*Euzonus furciferus* apresentou um valor de 2,13 da razão entre produção e biomassa, com uma produção de 0,466 gPSLC m<sup>-2</sup> ano<sup>-1</sup> e biomassa anual média de 0,218 g m<sup>-2</sup> (Tab. 1).

Tabela 1: *Euzonus furciferus*. Produção secundária estimada pelo método da taxa específica de crescimento em massa.  $N_j$  = média anual do número de indivíduos na classe  $j$  em n° ind. m<sup>-2</sup>;  $M_j$  = massa de cada indivíduo da classe  $j$  em mgPSLC, estimado pela relação peso-comprimento;  $G_i$  = taxa específica de crescimento anual;  $P$  = produção por classe.

<i>comprimento médio (mm)</i>	$N_j$	$M_j$	<i>Biomassa</i>	$G_i$	$P$
0,25	0,560	0,042	0,023	20,383	0,479
0,35	2,109	0,090	0,189	13,797	2,613
0,45	2,735	0,158	0,433	10,138	4,394
0,55	4,482	0,249	1,118	7,810	8,734
0,65	9,001	0,364	3,276	6,198	20,307
0,75	14,208	0,503	7,148	5,016	35,851
0,85	17,273	0,668	11,531	4,112	47,414
0,95	19,794	0,858	16,993	3,398	29,633
1,05	25,688	1,076	27,652	2,820	77,992
1,15	16,838	1,322	22,265	2,343	52,171
1,25	14,809	1,597	23,646	1,942	45,927
1,35	11,333	1,900	21,534	1,601	34,472
1,45	10,157	2,233	23,628	1,306	29,633
1,55	9,099	2,597	15,869	1,050	24,809
1,65	5,302	2,991	10,073	0,825	13,078
1,75	2,948	3,417	7,757	0,625	6,297
1,85	2,002	3,874	0,869	0,447	3,468
1,95	0,197	4,364	0,618	0,287	0,247
2,05	0,365	4,886	1,783	0,143	0,255
<b>Soma</b>			<b>218,453</b>		<b>465,885</b>

## DISCUSSÃO

A distribuição em uma faixa bem definida na parte superior do mediolitoral parece ser uma característica dos Opheliidae que ocorrem em praias arenosas expostas. *Euzonus mucronata* vive em altas densidades nas praias ao longo da costa da Califórnia, em regiões cobertas apenas pela maré alta (McConnaughey & Fox, 1949). Ocupam faixas bem definidas paralelas à linha de costa, com densidades médias de 22957 ind. m<sup>-2</sup> a 27548 ind. m<sup>-2</sup>, com picos acima de 36500 ind. m<sup>-2</sup>. Possuem distribuição agrupada e são fotótrofos negativos. São encontrados próximos à superfície na maré baixa, nos primeiros 5 a 7 cm de areia. Penetram 30 cm ou mais na areia na maré cheia (McConnaughey & Fox, *op.cit.*). Dales (1952) observou que a maior parte dos indivíduos se concentra na parte superior da praia, apesar de ocorrerem em todo o mediolitoral, com densidade média entre 10000 e 11000 ind. m<sup>-2</sup>. As densidades encontradas em Atami são menores que as encontradas por Dales (1952), para *E. mucronata*, embora semelhantes às encontradas para uma população de *E. furciferus* no Rio Grande do Sul, com densidade média em torno de 425 ind. m<sup>-2</sup>, e picos ocasionais de até 4075 ind. m<sup>-2</sup>, durante ou logo após períodos de recrutamento, que ocorreram na primavera e no verão (Gianuca, 1985).

Dales (*op. cit.*) observou que os indivíduos de maior tamanho ficaram concentrados na região superior do perfil e os juvenis se concentraram na parte inferior da praia. Ele sugeriu duas explicações para esta zonação: Na primeira alternativa as larvas poderiam recrutar em todo o mediolitoral. Neste caso, elas não sobreviveriam acima do nível médio da maré, ou devido ao aumento da temperatura ou pela perda de umidade da areia, ou ainda seriam transportadas para a parte inferior da praia. Os maiores animais não seriam

carreados devido ao seu maior tamanho e melhor habilidade para cavar. A segunda alternativa seria que as larvas recrutariam somente na parte inferior da praia e mais tarde migrariam para a parte superior da praia. Não foi possível verificar em Atami se ocorre esta distribuição diferenciada por tamanho.

O maior crescimento de *E. furciferus* ocorreu no inverno, com diminuição do crescimento na primavera e verão. Estas diferenças sazonais na taxa de crescimento podem estar relacionadas ou com a temperatura maior no verão, pois esta população está próxima ao limite norte da distribuição geográfica da espécie, ou com o pico do período reprodutivo. Estes resultados são diferentes daqueles encontrados para uma população de *E. mucronata*, existente numa latitude maior (44°N), com maior taxa de crescimento da primavera até o outono e menor crescimento ou mesmo nulo no inverno, quando a temperatura foi menor (Kemp, 1988). Esta espécie apresentou expectativa de vida próxima dos dois anos, similar ao apresentado para a população de *E. furciferus* em Atami.

O período reprodutivo de *E. furciferus* – do verão ao inverno- provavelmente, foi mais extenso do que para a população da praia do Cassino, cuja época reprodutiva foi de setembro a março (primavera e verão) (Gianuca, 1985). O aumento do período reprodutivo com a diminuição da latitude também foi registrado para *E. mucronata*, em praias do leste do Pacífico. A época reprodutiva estendeu-se através da primavera e verão, no sul da Califórnia (McConnaughey & Fox, 1949), e ficou restrita a um ou dois meses no Oregon (Kemp, 1988). Neste último caso, o período reprodutivo foi inferido a partir do recrutamento.

A produção anual estimada para *Euzonus furciferus* na área de estudo foi uma ordem de magnitude menor que a encontrada para *E. mucronata* em praias da costa do

Pacífico (44,6°N), com biomassa média de 2,5 gPSLC m<sup>-2</sup> e produção de 4,55 gPSLC m<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>, mas com razão entre produção e biomassa parecidas, 1,73 (Kemp, 1988).

O valor de mortalidade obtido pelo método da curva de captura, quase duas vezes maior que o obtido pelo método de Powell-Wetherall, pode estar relacionado com a ausência das maiores classes de tamanho no verão (Fig.4). É provável que os indivíduos maiores não tenham sido capturados com o amostrador utilizado por terem migrado para profundidades maiores, devido às temperaturas mais elevadas nesta época.

A dominância de *E. furciferus* na região intermediária do mediolitoral, ocupando um espaço trófico específico como comedor de depósito, indica que esta espécie se especializou para ocupar um nicho vago nesta faixa da praia. Existem referências de especialização para sucesso nesse ambiente para outra espécie do gênero – *Euzonus mucronata*. Ela cava verticalmente na areia da praia, encontrando diferenças diárias na concentração de oxigênio, salinidade e temperatura. Este animal contém hemoglobina em abundância, aproximadamente 19% do peso seco total, o que pode ser um indício da importância desta proteína na manutenção de um metabolismo aeróbico. Esta hemoglobina possui alta afinidade por oxigênio, independente da concentração iônica e do pH, qualidades que podem ajudar o animal a manter um metabolismo aeróbico durante a maior parte do ciclo de maré (Dangott & Terwilliger, 1986). *E. mucronata* é uma espécie abundante em praias de alta energia da costa do Pacífico, na América do Norte. Ingera areia muito rapidamente, com uma taxa de ingestão uma ordem de magnitude maior do que a maioria dos comedores de depósito com peso corporal semelhante, mas não consegue ingerir biomassa de bactérias o suficiente para preencher suas necessidades de carbono para crescimento ou respiração (Kemp, 1986, 1987). É provável que *E. mucronata* obtenha o alimento de que necessita pela assimilação direta de carbono detrítico. A alta taxa de

ingestão associada com uma baixa eficiência de assimilação, pode representar um caso extremo de método alimentar pelo qual um comedor de depósito consegue extrair suficiente alimentação de um sedimento com baixo teor de matéria orgânica associada (Kemp, 1988).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, A.C.Z. 1979. Ecologia e contribuição dos anelídeos poliquetas para a biomassa benthica da zona das mares no litoral norte do Estado de São Paulo. **Bolm. Inst. Oceanogr., S. Paulo**, 28(1): 1-52
- BORZONE, C. A.; J. R. B. SOUZA & A. G. SOARES 1996. Morphodynamic influence on the structure of inter and subtidal macrofaunal communities of subtropical sandy beaches. **Revista Chilena de Historia Natural**, 69:565-577.
- BROWN, A.C. & McLACHLAN, A. 1990. **Ecology of sandy shores**. Elsevier, Amsterdam, 328pp.
- DALES, R.P., 1952. The larval development and ecology of *Thoracophelia mucronata* (Treadwell). **Biol. Bull.** 102:232-242
- DANGOTT, L.J. & TERWILLIGER, R. C. 1986. The role of extracellular hemoglobins in the oxygen consumption of the burrowing Polychaete, *Euzonus mucronata* (Treadwell). **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, 97: 193-204.
- FAUCHALD, K. & JUMARS, P.A., 1979. The diet of worms: A study of polychaete feeding guilds. **Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.**, 17: 193-284
- GAYANILLO JR., F. C.; SPARRE, P. & PAULY, D. 1996. FISAT. User's manual. **FAO-ICLARM Stock assessment tools**. FAO, Rome, 126 p.
- GIANUCA, N. M. 1985. **The ecology of a sandy beach in Southern Brazil**. Southampton. Thesis (Ph.D.) - Univ. Southampton, Dept. of Oceanography. 330p.
- KEMP, P.F. 1986. Deposition of organic matter on a high energy sand beach by a mass stranding of the cnidarian *Velella velella* (L.) **Estuar. Coast. Shelf. Sci.**, 23:575-579
- KEMP, P.F. 1987. Potential impact on bacteria of grazing by a macrofaunal deposit-feeder, and the fate of bacterial production. **Mar. Ecol. - Progress Series**, 36:151-161.

- KEMP, P.F. 1988. Production and life history of a deposit feeding polychaete in an atypical environment. **Estuar. Coast. Shelf. Sci.**, 26(4):437-446
- McCONNAUGHEY B.H., FOX, D.L. 1949. The anatomy and biology of the marine Polychaete *Thoracophelia mucronata* (Treadwell) Opheliidae. **University of California Publications in Zoology**, 47(12):319-340
- ORENSANZ, J.M. & GIANUCA, N.M., 1974. Contribuição ao conhecimento dos anelídeos poliquetas do Rio Grande do Sul, Brasil. I- Lista sistemática preliminar e descrição de três novas espécies. **Comun. Mus. Ci. PUCRGS, P. Alegre**, 4:1-37
- POWELL, D.G. 1979. Estimation of mortality and growth parameters from the length-frequency in the catch. **Rapp. P.-V. Réun. CIEM**, v. 175, p. 167-169.
- ROBERTSON, A. I., 1979. The relation between annual production biomass ratios and lifespan for marine macrobenthos. **Oecologica**, v. 38, p. 193-202.
- WETHERALL, J. A.; POLOVINA, J.J. & RALSTON, S. 1987. Estimating growth and mortality in steady-state fish stocks from length-frequency data. In: PAULY, D.; MORGAN, G. R. (Eds), Length based methods in fisheries research. **ICLARM Conference Proceedings** 13, 53-74.

## CAPÍTULO IV



---

---

**DINÂMICA POPULACIONAL E PRODUÇÃO SECUNDÁRIA DE  
*SCOLELEPIS SQUAMATA* (SPIONIDAE : POLYCHAETA) NA  
PRAIA DE ATAMI-PR**

---

---

**INTRODUÇÃO**

Os espionídeos são poliquetas tubícolas típicos de praias arenosas, onde ocorrem espécies pequenas, representantes da meiofauna e também espécies robustas com mais de 10 cm de comprimento. Muitas espécies são comedoras de depósito, e algumas são predadoras, como as do gênero *Dispio* (Brown & McLachlan, 1990).

*Scolelepis* vive em tubos verticais frouxamente formados por areia e muco, sendo o gênero mais comum desta família em praias abertas (Brown & McLachlan, 1990). *S. squamata* possui ampla distribuição geográfica, com registros na Inglaterra, Mediterrâneo, Pacífico norte (desde o Canadá até o sul da Califórnia), costa leste da América do Norte, costa sudeste do Brasil, Senegal, sudoeste da África, Índia, Madagascar (Day, 1967; Bolívar & Lana, 1987). Ocorre principalmente em águas rasas, sendo mais comum em sedimentos bem selecionados de zonas de varrido e arrebentação em praias de alta energia (Crocker, 1979). Dauer (1983) sugere que esta espécie estaria restrita a sedimentos com alta permeabilidade, próprios para a manutenção de seu sistema de ventilação de correntes de água para respiração. Alimentam-se quase exclusivamente de material em suspensão ou ressuspendido; possuem palpos sem sulco mediano ciliado, com os quais capturam



partículas e, na presença de correntes, enrolam-se em espiral para capturar o alimento (Dauer, 1983).

No presente capítulo serão analisadas algumas características populacionais de *Scolecipis squamata*, com o objetivo de relacionar os processos biológicos, como recrutamento, crescimento e mortalidade, à produção secundária da praia arenosa de Atami.

## MATERIAL E MÉTODOS

As descrições da área de estudo e da coleta dos organismos estão detalhadas no capítulo I, referente à estrutura da macrofauna.

A largura do 5º setígero foi medida utilizando-se um microscópio e régua ocular, com precisão de 0,01 mm. Foram medidos todos os indivíduos capturados até o limite de 200 indivíduos por mês. Alguns indivíduos (200), em perfeito estado de conservação, foram agrupados em classes de 0,02 mm de tamanho e desidratados a 70°C em estufa até peso constante, obtido em balança com precisão de 0,01 µg. Em seguida, as amostras foram queimadas em mufla a 500°C por 24 horas. O peso seco livre de cinzas (PSLC) foi obtido pela subtração das cinzas ao peso seco. A regressão entre o logaritmo da largura do 5º setígero e o logaritmo do peso seco livre de cinzas foi aplicada à distribuição de frequência-comprimento para obtenção do valor de biomassa de cada coleta.

Foram analisadas 13 amostras mensais de frequência-comprimento, com mais de 2300 espécimes. A rotina ELEFAN incluída no programa FISAT (Gayaniilo *et al.*, 1996)

foi utilizada para estimar os parâmetros de crescimento. Descrições mais detalhadas do método estão no capítulo II, referente ao estudo de *E. armata*.

A mortalidade total Z foi estimada utilizando o modelo da exponencial negativa; a mortalidade também foi obtida através da relação Z/K desenvolvida por Powell (1979) e modificada por Wetherall *et al.* (1987).

Para a estimativa da produção, foi utilizado o método da taxa específica de crescimento (MSGR), também já descrito no capítulo II.

## RESULTADOS

### *Abundância*

*Scolecipis squamata* foi a espécie mais abundante, na praia de Atami (veja a Tab. 2, do capítulo I). Sua abundância mensal variou de 10080 ind. m<sup>-1</sup>, em fevereiro de 1992 a 318735 ind. m<sup>-1</sup>, em julho de 1992, com outro pico menor de abundância em fevereiro de 1993, nos 270 m do perfil amostrado (Fig. 1).

A distribuição de *S. squamata* ficou restrita basicamente à região intermediária do mediolitoral – estações 6 e 7 ou zona de ressurgência - onde a água do lençol se aproxima da superfície da praia (Fig. 2). Esta faixa com maior densidade teve aproximadamente 30 metros no inverno, sendo mais larga no verão e primavera, estendendo-se por mais de 60 metros, com densidades máximas de 20277 ind. m<sup>-2</sup> em julho, e média anual de 1151 ind. m<sup>-2</sup> ( $\pm 472EP$ ).

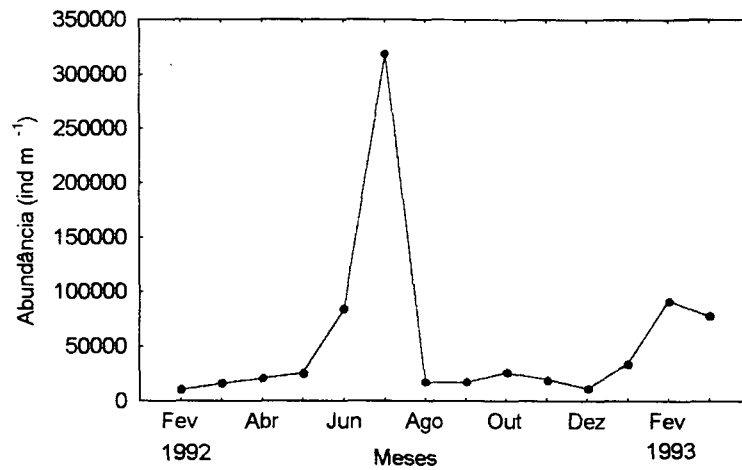


Figura 1: *Scolelepis squamata*. Variações de densidade por metro linear (270 m de perfil) na praia de Atami.



Figura 2: *Scolelepis squamata*. Distribuição ao longo do perfil (média  $\pm$  erro padrão), na praia de Atami. Estação 3 = maré alta média, estação 9 = maré baixa média.

### Morfometria

As relações entre a largura do 5º setígero (C) com o peso seco (PS), e com o peso seco livre de cinzas (PSLC) de cada indivíduo foram:

$$\text{Log (PS)} = 1,549 \text{ Log (C)} - 0,319, n = 23, r^2 = 0,517, p < 0,001 \quad (\text{Fig. 3})$$

$$\text{Log (PSLC)} = 1,721 \text{ Log (C)} - 0,171, n = 23, r^2 = 0,681, p < 0,001$$

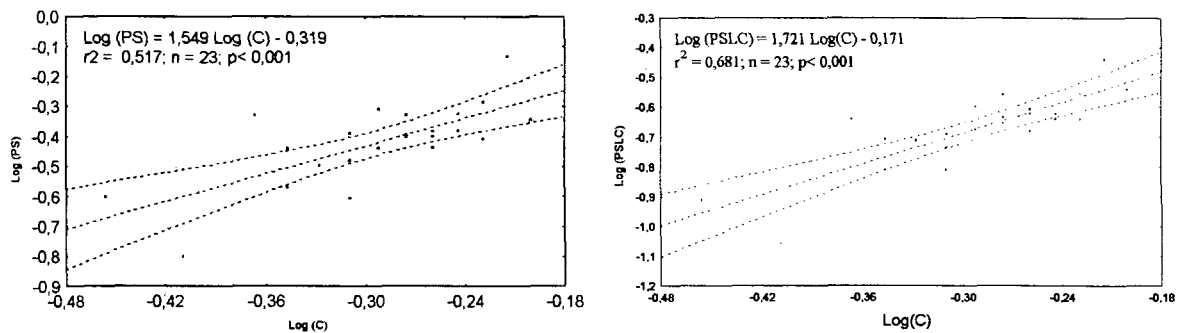


Figura 3: *Scolecipis squamata*. Relação peso-comprimento. C = largura do 5º setígero. a) peso seco, b) peso seco livre de cinzas.

### Crescimento

Através do método de Wetherall foi obtido um valor inicial para  $L_{\infty} = 0,582$  milímetros. Os parâmetros de crescimento obtidos com o programa ELEFAN foram  $L_{\infty} = 0,705$  mm;  $K = 3,5 \text{ a}^{-1}$ ;  $C = 0,85$ ;  $WP = 0,25$  e  $Rn = 0,287$ . Foi identificada uma segunda curva de crescimento com  $L_{\infty} = 0,70$  mm;  $K = 2,6 \text{ a}^{-1}$ ;  $C = 1,00$ ;  $WP = 0,70$  e  $Rn = 0,277$  (Fig. 4). A longevidade foi estimada em  $0,49$  e  $0,66 \text{ ano}^{-1}$  para a primeira e segunda coortes identificadas respectivamente.

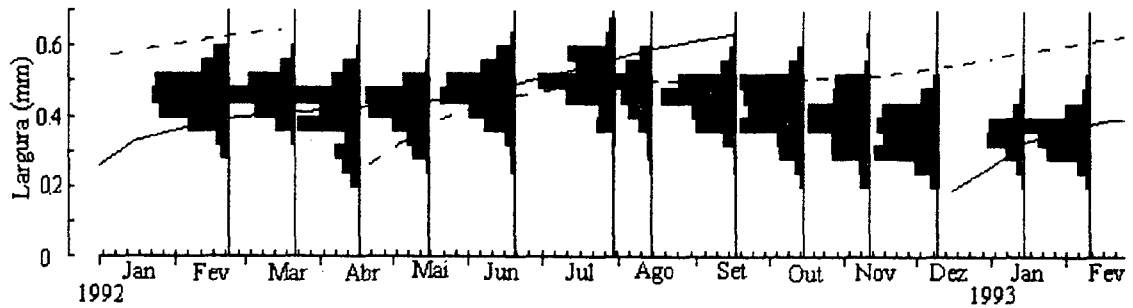


Figura 4: *Scolecipis squamata*. Histogramas de frequência-comprimento, representados em porcentagem mensal, e curvas de crescimento ajustadas às duas principais coortes:  $L_{\infty} = 0,705$  mm,  $K = 3,5$  a<sup>-1</sup>,  $C = 0,85$ ,  $WP = 0,25$ , (linhas contínuas),  $L_{\infty} = 0,700$ ,  $K = 2,6$ ,  $C = 1,00$ ,  $WP = 0,70$ , (linhas tracejadas).

Foram encontrados indivíduos com ovócitos em todos os meses do ano, com exceção de junho de 1992, com picos em fevereiro e agosto (Fig. 5).

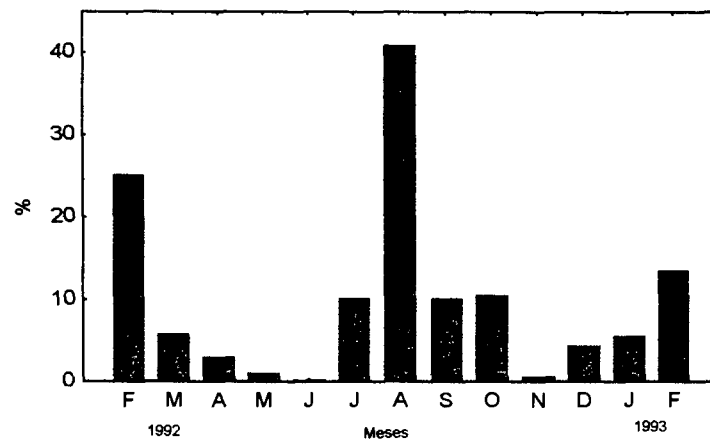


Figura 5: *Scolecipis squamata*. Variação temporal da proporção de fêmeas com ovócitos no celoma em relação ao número total de indivíduos.

### Mortalidade

A mortalidade estimada apresentou maior variação para a primeira coorte do que para a segunda, com valores médios de  $Z = 4,24$  a<sup>-1</sup> e  $Z = 2,38$  a<sup>-1</sup>, respectivamente (Tab. 1).

Tabela 1: *Scolecopsis squamata*. Valores de mortalidade, em anos. Coorte 1:  $L_{\infty} = 0,70$  mm,  $K = 3,5 \text{ a}^{-1}$ ,  $C = 0,85$ ,  $WP = 0,25$ . Coorte 2:  $L_{\infty} = 0,70$  mm,  $K = 2,6 \text{ a}^{-1}$ ,  $C = 1,00$ ,  $WP = 0,70$ .

Método	Coorte 1	Coorte 2
Wetherall	2,97	2,21
Curva de captura	5,52	2,52

## Produção

As estimativas anuais de produção pela taxa específica de crescimento, com um valor médio de  $585,68 \text{ mgPSLC m}^{-2} \text{ a}^{-1}$  e P/B de 2,78,

Tabela 2: *Scolecopsis squamata*. Produção secundária ( $\text{mgPSLC m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ ) estimada para cada coorte na Praia de Atami – PR. B = biomassa média em  $\text{mgPSLC m}^{-2}$ ; L = longevidade

K ( $\text{a}^{-1}$ )	L (ano)	P	B	P/B
3,5	0,487	652,800	210,48	3,03
2,6	0,656	474,545	210,48	2,21

## DISCUSSÃO

*S. squamata* foi a espécie numericamente dominante na praia de Atami, ocorrendo em alta densidade, em uma faixa de aproximadamente 30 m na região intermediária do mediolitoral. Este padrão de distribuição e dominância já havia sido citado para várias praias de areia fina (Borzzone *et al.*, 1996; Souza & Gianuca, 1995, Shimizu, 1997). O mesmo padrão foi encontrado em uma praia dissipativa subtropical ( $39^{\circ}\text{N}$ ), onde *S. squamata* predominou na região intermediária do mediolitoral, formando uma densa faixa

de 20 m de largura ao longo da linha de costa, com densidade média de 4000 ind./0,1 m<sup>-2</sup>, ou 5 gPS (McDermott, 1983). A mesma espécie correspondeu também a mais de 48% dos indivíduos capturados em uma praia de areia fina, situada na saída de um estuário da Carolina do Sul (Knott *et al.*, 1983). Outra espécie do gênero, *S. gaucha*, é o poliqueta mais abundante no mediolitoral de praias ao sul da Barra de Rio Grande (RS), com densidade máxima acima de 100000 ind. m<sup>-2</sup>, com grande variação espacial e temporal (Gianuca, 1985; Santos, 1991).

*S. squamata* apresentou dois picos de densidade em Atami, um maior no inverno e outro no final do verão. O pico de abundância de julho pode ser referido à coorte que foi gerada no final do verão (Fig. 5) e recrutou em meados de março. Esta começou a ser identificada no histograma de frequência-comprimento a partir de abril e devido à malha utilizada na amostragem (0,5 mm) e foi capturada plenamente em julho (Fig.4). Seguindo a mesma linha de raciocínio, o pico de fevereiro pode ser resultado da coorte gerada em agosto. Do mesmo modo, a população de *S. squamata* da praia de Barequeçaba em São Paulo, apresentou dois recrutamentos no substrato, um em setembro e outro em março (Shimizu, 1997). Resultados estes similares aos obtidos em Atami, considerando que o referido autor usou malha de 70 micrômetros e conseguiu identificar as coortes um mês após o pico reprodutivo (ele estimou em até 29 dias o período larval planctônico). Contudo, Shimizu (op cit.) identificou apenas o pico de fêmeas ovígeras de agosto, não tendo amostrado em fevereiro.

Há registros de variações interanuais e de outros padrões de variação de densidade para esta espécie. Em Atami, os picos de densidade do final do verão ocorreram apenas no segundo verão. Souza & Gianuca (1995), em estudo realizado em uma praia situada na

mesma planície a 4 km de Atami e utilizando malha de 1 mm, encontraram um pico de densidade no segundo verão estudado, com baixa densidade no verão anterior. Shimizu (1991, 1997) encontrou diferenças marcantes da densidade da espécie em anos consecutivos na praia de Barequeçaba. As maiores densidades de *Scolecopsis gaucha*, em praias do Rio Grande do Sul, foram registradas na primavera, com alta mortalidade no verão, evidenciando uma alta variação espacial e temporal, com dois picos de recrutamento um no outono e outro maior no início da primavera (Santos, 1994). Portanto, *S. squamata* e *S. gaucha* apresentaram dois recrutamentos anuais, com grande variação de densidade entre gerações.

Barros (1997) registrou abundâncias de *S. squamata* maiores no verão, em três praias de areia fina do sul do estado, sendo que em outras duas praias a abundância foi menor no verão. Fatores como interações competitivas, dispersão, predação e morfodinâmica da praia, podem ter influenciado a densidade registrada de maneira distinta. Santos (1990) encontrou um elevado número de progressões modais de crescimento para *S. gaucha*, o que reflete um assentamento temporalmente descontínuo do incremento de densidade no mediolitoral. Esta descontinuidade pode ser função da distribuição agrupada das larvas e, também, da morfodinâmica da praia, que exerce uma influência importante na sobrevivência das diferentes coortes, e pode explicar a associação entre estrutura de comunidades e característica morfodinâmica da praia, assim como a heterogeneidade espacial da estrutura populacional (Santos, 1991). Os valores máximos de abundância de *S. squamata* obtidos em oito praias paranaenses foram maiores no verão em algumas e no inverno em outras (Tab. 3). Estes picos de abundância parecem estar relacionados com as características do sedimento e da morfodinâmica da praia. Valores



altos de omega e surf scaling, indicadores de estado dissipativo da praia, correspondem a valores de diâmetro do grão de areia maiores. Em algumas praias, como em Atami, estes indicadores de estado dissipativo ocorreram no inverno e no verão em outras praias, como em Nereidas.

Tabela 3: *Scolecipis squamata* Valores de dominância (Dm), abundância máxima e abundância média por metro quadrado (Mxm2 and Mdm2), abundância por metro linear (Aml), parâmetros do sedimento, como tamanho médio do grão (Md), Desvio padrão (DP), assimetria (Ass), curtose (ct) e os índices morfodinâmicos omega e surf scaling de inverno (i) e verão(v) de oito praias.

Praia	estação	Dm	Mxm2	Mdm2	Aml	Md	DP	Ass	ct	Om	Srf
Guaratuba	i	92	2058	769	21507	2.50	0.407	0.213	2.93	5.8	17
Guaratuba	v	63	489	228	4809	2.18	0.695	-0.431	2.20	5.2	19
Mansa	i	13	41	22	709	1.95	1.193	-0.623	2.04	1.4	4
Mansa	v	18	41	19	611	1.81	0.888	-0.329	2.07	1.1	2
Monte carlo	i	92	4991	1808	40674	2.73	0.403	-0.674	3.64	7.2	48
Monte Carlo	v	96	5365	1752	68849	2.83	0.225	0.685	3.98	8.9	13
Nereidas	i	87	1229	432	9030	1.79	0.830	-0.244	2.55	4.0	36
Nereidas	v	88	3619	1426	50277	2.68	0.386	-0.413	3.30	5.3	21
Real	i	0	0	0	0	0.81	0.963	0.385	2.38	0.9	75
Real	v	0	0	0	0	0.70	0.672	0.910	4.80	2.7	33
CEM	i	84	2173	1093	32805	2.77	0.483	-1.132	4.47	4.5	44
CEM	v	93	7008	3163	126510	2.79	0.262	-1.423	15.70	1.2	7
Praia de Leste	i	75	2024	1146	51555	2.06	0.720	-0.042	2.06	1.7	3
Praia de leste	v	93	4258	1262	94635	2.44	0.496	-0.666	3.38	1.3	12
Atami	i	83	20276	7078	318510	2.89	0.250	0.629	2.95	10.3	233
Atami	v	66	2723	864	77495	2.92	0.250	0.806	2.30	4.3	137

Os valores de biomassa apresentados por *S. squamata* na praia de Atami são similares aos obtidos por Santos (1994) para *Scolecipis gaucha*, em praias do Rio Grande do Sul, ou seja, de 3,4 a 63,4 g m<sup>-1</sup>, com média anual de 0,073 a 0,783 g m<sup>-2</sup>, entre as praias amostradas. McDermott (1983) encontrou uma biomassa de 1,438 g m<sup>-1</sup>, para um perfil de 80 m de uma praia de Nova Jersey (39°N), para *S. squamata*, no outono e uma média de 5 gPS / 0,1 m<sup>-2</sup>, dentro da faixa de maior abundância do organismo; tendo sido a espécie dominante em biomassa naquela praia.

Os valores de ajuste da curva (Rn) foram relativamente baixos, o que se deve a uma limitação do método, construído para apenas uma coorte anual. Isto é, se há mais de uma coorte, as modas correspondentes às outras coortes serão consideradas picos disponíveis, diminuindo o valor de Rn, o que não indica, neste caso, um mau ajuste da curva em questão.

Os valores de P/B encontrados para *S. squamata* são baixos, especialmente se os compararmos com os valores obtidos para outros espionídeos e considerarmos que a população apresentou um crescimento rápido, com ciclo de vida curto, mesmo entre os espionídeos (Tab. 4). Um dos motivos é que os valores de produção de *S. squamata* estão provavelmente subestimados, em consequência da abertura da malha utilizada na triagem (0,5 mm) que não capturou com eficiência os indivíduos menores.

Tabela 4: Produção anual (gPSLC m<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>) de poliquetas fixados. \*=gCm2; a= peso seco, b = peso úmido fixado, Exp = expectativa de vida, Fam = Família, A = Ampharetidae, Ar = Arenicolidae, C = Capitellidae, C= Cirratulidae, G = Glyceridae, L = Lumbrineridae, M = Magelonidae, Nd = Nereididae, N = Nephtidae, Op = Opheliidae, O = Oweniidae, P = Pectinariidae, Po = Polynoidae, S = Spionidae, Si = Sigalionidae, T= Terebellidae.

ESPÉCIE	Fam	Lat.	Prof. (m)	Temp inv	Temp verao	Relação peso/comprimento	P	Biomassa média	P/B	Exp.	Autor
<i>Spiophanes kroyeri</i>	S	55,2°N	80				0,196	0,140	1,4	2	Buchanan & Warwick, 1974
<i>Spiophanes bombyx</i>	S	51,4°N	13	7,5	16,5	LogW=0,50+3,368LogL	3,345	0,688	4,86		Warwick et al., 1974
<i>Spiophanes bombyx</i>	S						0,08		1,31		Warwick & George, 1974
<i>Paraprionospio pinnata</i>	S	36,6°S	65			LogW=0,258+4,152L	4,529	1,886	2,4	2	Vazquez & Rojas, 1974
<i>Polydora quadrilobata</i>	S	51,8°N	3				0,2-2,6		1,5-8,2	1-1,5	Lambeck & Valentini, 1987
<i>Prionospio caspersi</i>	S	45°N	5	5,6	25,1	W=0,203S <sup>2,259</sup>	8,06	1,975	4,09	0,58	Ambrogi, 1990
<i>Prionospio caspersi</i>	S	45°N	5	5,6	25,1	w=0,166 S <sup>2,327</sup>	2,53	0,425	6,02	0,58	Ambrogi et al., 1990
<i>Prionospio caspersi</i>	S	45°N	5	5,6	25,1	w=0,166 S <sup>2,327</sup>	3,28	0,425	7,81	0,58	Ambrogi et al., 1990
<i>Scolecipis gaucha</i>	S	33°S	0	14	26	LnW= 3,881LnL-19,98	0,500	0,0727	6,87		Santos, 1994
<i>Scolecipis gaucha</i>	S	33°S	0	14	26	LnW= 3,881LnL-19,98	1,850	0,143	12,92		Santos, 1994
<i>Scolecipis gaucha</i>	S	33°S	0	14	26	LnW= 3,881LnL-19,98	0,150	0,044	3,39		Santos, 1994
<i>Scolecipis gaucha</i>	S	33°S	0	14	26	LnW= 3,881LnL-19,98	2,825	0,783	3,61		Santos, 1994
<i>Streblospio benedicti</i>	S	42°N	0			w=0,603L <sup>3,155</sup>	3,00a	0,5a	5,4	<1	Sarda & Martin, 1999
<i>Streblospio shrubsolii</i>	S	40,5°N	0			w=1,368L <sup>2,701</sup>	15,65a	3,55a	4,4	<1	Sarda & Martin, 1999
<i>Marenzelleria viridis</i>	S		0	25	0		60,5 <sup>a</sup>		6,1	1-2	Sardá et al., 1999
<i>Marenzelleria viridis</i>	S		0	25	0		26,3a	5,9a	4,5	1-2	Sardá et al., 1999
<i>Scolecipis squamata</i>	S	25°S	0	17	27	LogW=1,72 LogL-0,171	0,585	0,218	2,78	0,49	Este estudo
<i>Mellina palmata</i>	A	51°N					0,42*	0,193	2,19		Oyenekan, 1988
<i>Capitella sp</i>	C	40,5°N	0,3			w=0,517S <sup>2,031</sup>	0,61	0,15	4,087		Martin & Gremare, 1999
<i>Capitella sp</i>	C	40,5°N	0,5			w=0,517S <sup>2,031</sup>	2,775	0,757	3,656		Martin & Gremare, 1999
<i>Capitella sp</i>	C	40,5°N	0,2			w=0,517S <sup>2,031</sup>	27,377	4,822	5,710		Martin & Gremare, 1999
<i>Nephtys hombergii</i>	N	50,5°N	0				7,335	3,947	1,86	3	Warwick & Price, 1974
<i>Ampharete acutifrons</i>	A	50,5°N	0				2,322	0,426	5,451	1	Warwick & Price, 1974
<i>Nephtys hombergii</i>	N	51,4°N	10	7,5	16,5		0,935	0,492	1,9		Warwick et al., 1974
<i>Magelona papillicornis</i>	M	51,4°N	10	7,5	16,5	LogW=0,893+2,620LogL	0,685	0,625	1,1	3	Warwick et al., 1974
<i>Owenia fusiformis</i>	O	49,5°N	10	5,2	19,5	w=0,32L <sup>2,373</sup>	4,2 a	5,6	0,75	3	Menard et al., 1999
<i>Owenia fusiformis</i>	O	49,5°N	10	5,2	19,5	w=0,32L <sup>2,373</sup>	18,8 a	12,13	1,55	4	Menard et al., 1999
<i>Glycera alba</i>	G	51,4°N	10	7,5	16,5		0,281	0,291	0,97	5	Warwick et al., 1974
<i>Sigalion mathildae</i>	Si	51,4°N	10	7,5	16,5		0,165	0,376	0,44		Warwick et al., 1974
<i>Lumbrineris latreilli</i>	L	51,4°N	10	7,5	16,5		0,12	0,092	1,3		Warwick et al., 1974
<i>Tharyx marioni</i>		51,4°N	10	7,5	16,5		0,015	0,018	0,79		Warwick et al., 1974
<i>Nereis diversicolor</i>	Nd	47°N	0			LogW=4,29 LogL3-0,22	34,7	16	2,2		Gillet, 1990
<i>Pectinaria koreni</i>	P	53,2°N	5			W=0,3554L <sup>2,6588</sup>	164,75 a	22,57a	7,3	0,78-0,90	Nicolaidou, 1988
<i>Pectinaria hiperborea</i>	P	44,5°N	60				10,6b	2,3b	4,6	2	Peer, 1970
<i>Chaetozone setosa</i>	Ci	55,2°N	80				0,05	0,039	1,28	3	Buchanan & Warwick, 1974
<i>Glycera rouxii</i>	G	55,2°N	80				0,192	0,516	0,37	5	Buchanan & Warwick, 1974
<i>Harmothoe sarsi</i>	Po		64				0,23		1,99	3	Cederwall, 1974
<i>Lumbrineris fragilis</i>	L	55,2°N	80				0,078	0,058	1,34	3	Buchanan & Warwick, 1974
<i>Nephtys hombergii</i>	N		10-18				0,719-2,482		1,15		Rees, 1983
<i>Nephtys hombergii</i>	N		10				0,368		0,80	3	Warwick & George, 1980
<i>Nephtys hombergii</i>	N		0				2,84-6,00		0,81-1,42	4	Price & Warwick, 1974
<i>Euzonus mucronata</i>	Op	44,6°N	0	9	15		4,55	2,5	1,73	2	Kemp, 1988
<i>Loimia medusa</i>	T	37,3°N	0,5	0	30		3,3		3,0		Seitz & Schaffner, 1974

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

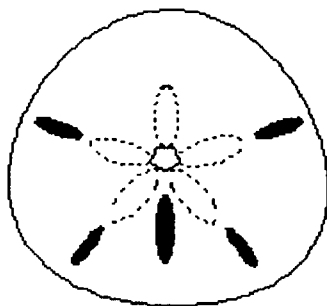
- AMBROGI, R., 1990. Secondary production of *Prionospio caspersi* (Annelida: Polychaeta : Spionidae). **Mar. Biol.** v. 104, n. 3, p. 437-442.
- \_\_\_\_\_; FONTANA, P.; RICOBENE, P. 1993. Population dynamics and secondary production of the spionid polychaete *Prionospio caspersi* in front of the Po River Delta. **Vie Milieu**, v. 43, n. 2-3, p. 165-172.
- BARROS JR., F. C. R. 1997. **A macrofauna bentônica nas praias arenosas dos arredores da Baía de Guaratuba – PR, Brasil.** São Paulo. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, 100 p.
- BOLÍVAR, G. A.; LANA, P.C., 1987. Spionidae (Annelida: Polychaeta) do litoral do Estado do Paraná. **Neritica**, v. 2, n. 1, p. 107-148.
- BORZONE, C. A.; SOUZA, J. R. B.; SOARES, A. G. 1996. Morphodynamic influence on the structure of inter and subtidal macrofaunal communities of subtropical sandy beaches. **Rev. Chil. Hist. Nat.**, v. 69, p. 565-577.
- BROWN, A. C.; MCLACHLAN, A. 1990. **Ecology of sandy shores.** Amsterdam: Elsevier. 328 p.
- BUCHANAN, J. B.; WARWICK, R. M. 1974. An estimate of benthic macrofaunal production in the offshore mud of the Northumberland coast. **J. Mar. Bioll Assoc. U.K.**, v. 54, p. 197-222.
- CEDERWALL, H. 1977. Annual macrofauna production of a soft-bottom in the northern Baltic proper. In: KEEGAN, B. F. (Ed.). **Biology of benthic organisms.** London : Pergamon, p. 155-164.
- CROCKER, R. A. 1979. Macro-infauna of northern New England marine sand: long term intertidal community structure. In : COULL, B. C. (Ed.). **Ecology of marine benthos.** Columbia : Univ. of South Carolina Press, p. 439-450.
- DAUER, D. M. 1983. Functional morphology and feeding behavior of *Scolelepis squamata* (Polychaeta: Spionidae). **Mar. Biol.**, v. 77, p. 279-285.
- DAY, J. H., 1967. **A monograph on the Polychaeta of Southern Africa.** London: Trustees of the British Museum (Natural History). 878 p.
- GAYANILLO JR., F. C.; SPARRE, P.; PAULY, D. 1996. FISAT. User's manual. **FAO-ICLARM Stock assessment tools.** FAO, Rome, 126 p.

- GIANUCA, N. M. 1985. **The ecology of a sandy beach in Southern Brazil**. Thesis (Ph.D.) - Univ. Southampton, Dept. of Oceanography. 330p.
- GILLET, P. 1990. Biomasse, production et dynamique des populations de *Nereis diversicolor* (annélide polychète) de l'estuaire de la Loire (France). **Oceanologica Acta**, v. 13, n. 3, p. 361-371.
- JONES, R.; VAN ZALINGE, N. P. 1981. Estimations of mortality rate and population size for shrimp in Kuwait waters. **Kuwait Bull. Mar. Sci.**, v. 2, p. 273-288.
- KEMP, P. F. 1988. Production and life history of a deposit feeding polychaete in an atypical environment. **Estuar. Coast. Shelf Sci.**, v. 26, n. 4, p. 437-446.
- KNOTT, D. M.; CALDER, D. R.; VAN DOLAH, R. F. 1983. Macrobenthos of sandy beach and nearshore environments at Murrells Inlet, South Carolina, U.S.A. **Estuar. Coast. Shelf Sci**, v. 16, p. 573-590.
- LAMBECK, R. H. D.; VALENTJIN, P. 1987. Distribution, dynamics and productivity of a colonizing (*Polydora quadrilobata*) and an established (*P. ligni*) polydorid polychaete in lake Grevelingen: an enclosed estuary in the SW Netherlands. **Netherlands J. Sea Res.**, v. 21, n. 2, p. 143-158.
- MARTIN, D.; GRÉMARE, A. 1997. Secondary production of *Capitella* sp. (Polychaeta: Capitellidae) inhabiting different organically enriched environments. **Sci. Mar.**, v. 61, n. 2, p. 99-109.
- MCDERMOTT, J. J. 1983. Food web in the surf zone of an exposed sandy beach along the Mid-Atlantic coast of the United States. In: MCLACHLAN, A.; ERASMUS', T. (Eds.). **Sandy beaches as ecosystems**. The Hague, Netherlands : W. Junk.
- MENARD, F.; GENTIL, F.; DAUVIN, J. C. 1989. Population dynamics and secondary production of *Owenia fusiformis* Delle Chiaje (Polychaeta) from the bay of Seine (eastern English Channel). **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v. 133, p. 151-167.
- NICOLAIDOU, A. 1983. Life history and productivity of *Pectinaria koreni* Malmgrem (Polychaeta). **Estuar. Coast. Shelf Sci.**, 17: 31-43.
- OYENEKAN, -J.A., 1988. Population dynamics and secondary production in *Melinna palmata* (Polychaeta: Ampharetidae). **Mar. Biol.**, v. 98, n. 2, p. 247-251.
- PEER, D. L. 1970. Relation between biomass, productivity, and loss to predators in a population of a marine benthic polychaete, *Pectinaria hyperborea*. **J. Fish. Res. Bd. Canada**, v. 27, p. 2143-2153.

- POWELL, D. G. 1979. Estimation of mortality and growth parameters from the length-frequency in the catch. **Rapp. P.-V. Réun. CIEM**, 175, p. 167-169.
- PRICE, P.; WARWICK, R. M. 1980. Temporal variations in annual production and biomass in estuarine populations of two polychaetes, *Nephtys hombergii* and *Ampharete acutifrons*. **J. Mar. Biol. Assoc. U.K.**, v. 61, p. 789-804.
- REES, H. L. 1983. Pollution investigations off the north east coast of England: community structure, growth and production of benthic macrofauna. **Mar. environ. Res.**, v. 9, p. 61-110.
- SANTOS, P. J. P., 1990. **Ecologia de *Scolecipis gaucha* (Polychaeta : Spionidae) nas praias do Rio Grande do Sul**. Rio Grande. Dissertação (Mestrado) - Fundação Universidade do Rio Grande. 167p.
- \_\_\_\_\_. 1991. Morphodynamical influence of a temporary freshwater stream on the population dynamics of *Scolecipis gaucha* (Polychaeta : Spionidae) on a sandy beach in southern Brazil. **Bull. Mar. Sci.**, v. 48, p. 657-667.
- \_\_\_\_\_. 1994. Population dynamics and production of *Scolecipis gaucha* (Polychaeta : Spionidae) on the sandy beaches of Southern Brazil. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 110, p. 159-165.
- SARDA, R.; MARTIN, D. 1993 . Populations of *Streblospio* (Polychaeta: Spionidae) in temperature zones: demography and production. **J. Mar. Biol. Assoc. U.K.**, v. 73, n. 4, p. 769-784.
- \_\_\_\_\_; VALIELA, I.; FOREMAN, K. 1995. Life cycle, demography and production of *Marenzelleria viridis* in a salt marsh of southern New England. **J.mar. biol. Ass. U.K.**, 75:725-738.
- SEITZ, R. D.; SCHAFFNER, L. C., 1995. Population ecology and secondary production of the polychaete *Loimia medusa* (Terebellidae). **Mar. Biol.**, v. 121, n. 4, p. 701-711.
- SHIMIZU, R.M. 1991. **A comunidade de macro-invertebrados da região entre marés da Praia de Barequeçaba, São Sebastião, SP**. Tese de mestrado, Biociências, USP. 72p.
- \_\_\_\_\_; 1997. **Ecologia populacional de *Scolecipis squamata* (Müller, 1806) (Polychaeta : Spionidae) e *Callichirus major* (Say, 1818) (Crustacea :Decapoda : Thalassinidea) da praia de Barequeçaba (São Sebastião, SP)**. Tese de Doutorado, Biociências, USP, SP. 49p.
- SHORT, A. D.; WRIGHT, L. D. 1983. Physical aspects of sandy beaches: a review. In: MCLACHLAN, A.; ERASMUS', T. (Eds.). **Sandy beaches as ecosystems**. The Hague, Netherlands : W. Junk. p. 199-202.

- \_\_\_\_\_; GIANUCA, N. M. 1995. Zonation and seasonal variation of the intertidal macrofauna on a sandy beach of Parana state, Brazil. **Sci. Mar.**, v. 59, n. 2, p. 103-111.
- VAZQUEZ, F. C.; ROJAS, D. A. 1980. Estimacion de la produccion secundaria de *Paraprionospio pinnata* (Spionidae, Polychaeta) frente a Bahia de Concepcion, Chile. **Bolm. Inst. Oceanogr.**, v. 29, n. 2, p. 79-82.
- WARWICK, R. M.; PRICE, R. 1975. Macrofauna production in an estuarine mud-flat. **J. Mar. Biol. Ass. U. K.**, v. 55, p. 1-18.
- \_\_\_\_\_; GEORGE, C. L.; DAVIES, J. R. 1978. Annual macrofauna production in a *Venus* community. **Estuar. Coast. Mar. Sci.**, v. 7, p. 215-241.
- \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. 1980. Annual macrofauna production in an *Abra* community. In: COLLINS, M. B. (Ed.) **Problems of an industrialized embayment: a case study of Swansea Bay**. Oxford: Pergamon Press. p. 517-538.
- WETHERALL, J. A.; POLOVINA, J. J.; RALSTON, S. 1987. Estimating growth and mortality in steady-state fish stocks from length-frequency data. In PAULY, D.; MORGAN, G. R. (Eds.) **Length based methods in fisheries research. ICLARM Conference Proceedings 13**, p. 53-74.

# CAPÍTULO V





---

---

**PRODUÇÃO SECUNDÁRIA DE *MELLITA QUINQUIESPERFORATA***  
**(LESKE, 1778) NA PRAIA DE ATAMI – PR.**

---

---

**INTRODUÇÃO**

Os equinóideos irregulares lunulados, conhecidos popularmente por bolachas de praia, pertencem à família Mellitidae. Este grupo é composto por três gêneros encontrados apenas nas Américas: *Leodia* Gray (1851), *Encope* agassiz (1841) e *Mellita* agassiz (1841) (Bentley & Cockroft, 1995).

O gênero *Mellita* é representado no Oceano Atlântico por três espécies alopátricas: *M. isometra* Harold & Telford, 1990, que ocorre na costa leste da América do Norte de Nantucket até a Flórida; *M. tenuis* Clark, 1940, que ocorre entre o oeste da Florida e a Louisiana; e *M. quinquesperforata* (Leske, 1778), que ocorre desde o delta do Mississipi (EUA) até o sul do Brasil (Harold & Telford, 1990).

Há vários registros que descrevem a ocorrência e distribuição de *M. quinquesperforata* para a costa brasileira (Bernasconi, 1955; Tommasi, 1966; Borzone & Gianuca, 1990; Souza & Gianuca, 1995). Ghiold (1979) verificou que o tamanho de grão ótimo para *M. quinquesperforata* é aproximadamente 125  $\mu\text{m}$ , sendo que os indivíduos não se movem apropriadamente em sedimento com granulometria maior nem em sedimentos muito finos (lodosos). Segundo Borzone *et al.* (1998), esta espécie habita a

região infralitoral, ocorrendo preferencialmente na proximidade de zonas de arrebentação, logo após os locais com maior ação das ondas, onde forma uma faixa contínua paralela à linha de costa, com extensão e posição variando de acordo com o grau de exposição às ondas. Seu habitat estaria restrito, de preferência, à região de águas rasas e à zona de arrebentação externa. Estudos recentes no Rio Grande do Sul e Paraná analisaram a dinâmica populacional e padrões de distribuição relacionando-os à característica física do ambiente (Borzzone, 1993; Tavares & Borzzone, 1998; Borzzone *et al.*, 1998).

Este capítulo analisa aspectos da dinâmica populacional e estima a produção de *Mellita quinquesperforata* na praia de Atami, além de comparar os parâmetros de crescimento calculados para diferentes espécies do gênero.

## MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia da coleta de *M. quinquesperforata* está descrita no capítulo I, que trata da estrutura da macrofauna.

Foi utilizada a largura da carapaça como medida de comprimento, por ser mais adequada (isométrica) para análise dos incrementos de crescimento em relação ao comprimento e estar menos sujeita a lesões do que as partes anterior e posterior do organismo (Borzzone, 1993).

Os valores de densidade por metro quadrado, separados em indivíduos adultos (> 40 mm) e juvenis (< 40 mm) obtidos ao longo da coleta, foram utilizados para obter gráficos de contorno, sendo interpolados pelo método de krigagem linear, no programa SURFER.

Foi feita a recompilação dos dados de Tavares & Borzone (1998) para a análise populacional e estimativa da produção secundária de *M. quinquesperforata*. O mês de setembro foi excluído da análise de crescimento, pois não foram capturados os adultos, assim as amostras não foram representativas da estrutura populacional.

O peso seco livre de cinzas (PSLC) foi estimado a partir da curva de regressão obtida com 88 exemplares coletados em abril de 1998.

A rotina ELEFAN incluída no programa FISAT (Gayanillo *et al.*, 1996) foi utilizada para estimar os parâmetros de crescimento. Descrições mais detalhadas do método estão no capítulo referente ao estudo da dinâmica populacional de *E. armata*.

O padrão de recrutamento foi estimado através da projeção das amostras de frequência-comprimento no eixo temporal, executado pela rotina recrutamento do programa FISAT.

Foi utilizado o índice de performance de crescimento, ou phi prime ( $\phi'$ ) (Munro & Pauly, 1983), para comparação do crescimento entre as diferentes populações e espécies:

$$\phi' = \text{Log } K + 2 \text{ Log } L_{\infty}.$$

Pauly & Munro (1984) encontraram que populações de uma mesma espécie ou espécies de uma mesma família possuem valores  $\phi'$  semelhantes.

A produção secundária anual foi estimada pelo método da taxa específica de crescimento (Crisp, 1984) a partir da distribuição de frequência-comprimento, da função de crescimento em tamanho e da relação comprimento-massa corporal e pelo método da frequência-comprimento, ambos descritos com maior detalhe no capítulo II.

## RESULTADOS

### *Abundância e distribuição*

*Mellita quinquesperforata* foi capturada apenas no infralitoral. Suas maiores abundâncias ocorreram em fevereiro de 92, com 27730 ind. m<sup>-1</sup>, e em janeiro de 93, com 46597 ind. m<sup>-1</sup> (Fig. 1). A biomassa de *M. quinquesperforata* variou de 19,637 gPSLC m<sup>-1</sup>, em setembro, a 8993,221 gPSLC m<sup>-1</sup> em janeiro de 1993, apresentando uma sazonalidade semelhante à variação em número, com exceção de setembro, quando foram capturados apenas juvenis.

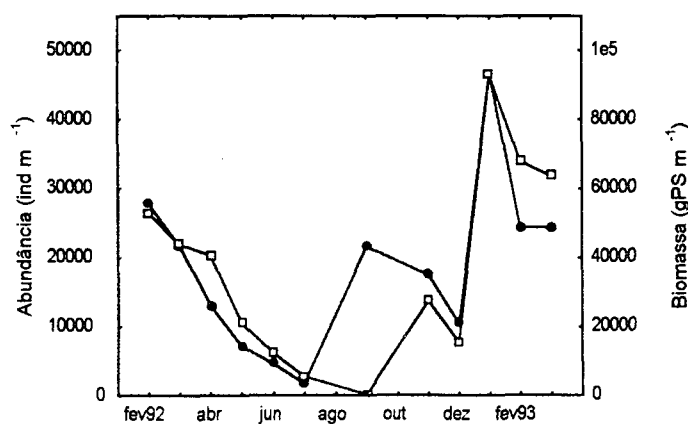


Figura 1: *Mellita quinquesperforata*. Abundância (linha contínua, ●) e biomassa mensal (linha tracejada, ◻) por metro linear na praia de Atami, numa extensão de 180 m.

A abundância de *M. quinquesperforata* aumentou com a profundidade ao longo do perfil da praia, alcançando as maiores densidades na parte mais externa do mesmo (Fig. 2).

Os gráficos de contorno para indivíduos adultos e juvenis (Fig. 3) mostram a variação temporal do banco. Este banco apresentou uma variação sazonal, migrando para maiores profundidades, no inverno, e retornando para a região mais rasa no verão. Os juvenis, aqui considerados como indivíduos menores que 40 mm (largura da carapaça) tiveram uma distribuição mais espalhada do que os adultos, alcançando maiores densidades na primavera.

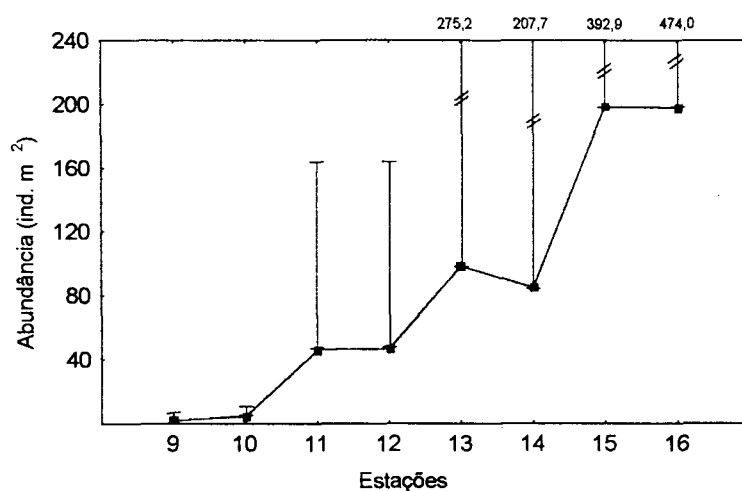


Figura 2: *Mellita quinquesperforata*. Distribuição da abundância ao longo do perfil (média  $\pm$  desvio padrão) na praia de Atami. Estação 9 = maré baixa média

### Morfometria

A relação entre a largura do organismo (L) com o peso seco (PS) e da largura com o peso seco livre de cinzas (PSLC) (Fig. 4) foi:

$$PS = 0,0000627 L^{2,7317}; r^2 = 0,885; n = 88; p < 0,001$$

$$PSLC = 0,0000017 L^{3,1166}; r^2 = 0,850; n = 88; p < 0,001$$

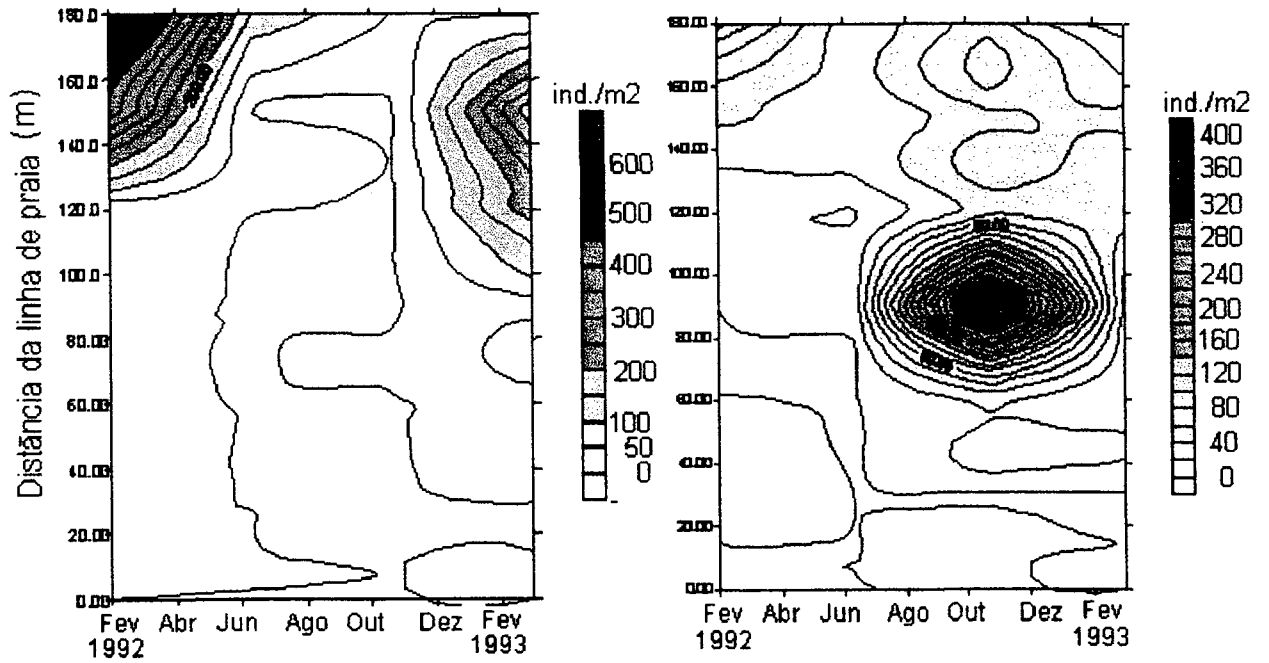


Figura 3: *Mellita quinquiesperforata*. Distribuição sazonal de adultos (>40 mm) e juvenis (<40 mm) na Praia de Atami em relação à distância da linha de praia.

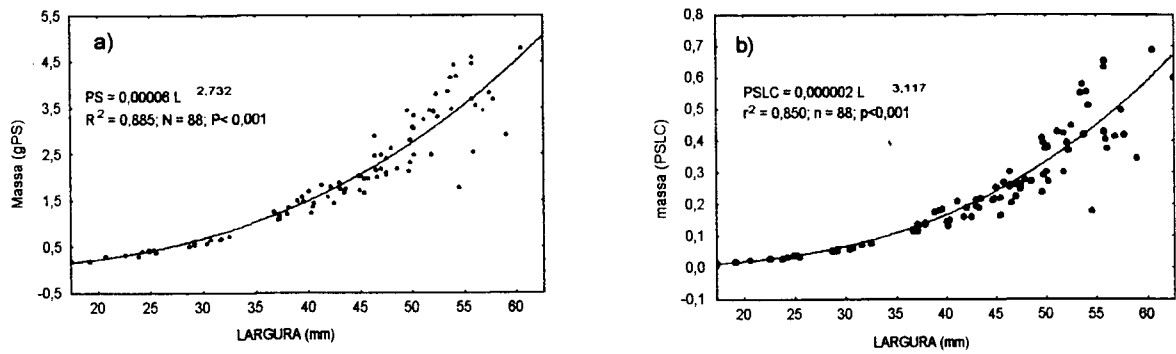


Figura 4: *Mellita quinquiesperforata*. Relação entre: a) peso seco e comprimento e entre b) peso seco livre de cinzas e comprimento.

### Crescimento

O valor inicial de  $L_{\infty}$  obtido pelo método de Wetherall foi de 53,5. Os parâmetros de crescimento obtidos com o programa ELEFAN foram:  $L_{\infty} = 70,5$  mm,  $K = 0,68$  a<sup>-1</sup>,  $C = 0,935$ ,  $WP = 0,56$  e  $Rn = 0,110$ . (Fig. 5). A mortalidade calculada pelo método da curva de captura foi de 1,13 ano<sup>-1</sup>. A expectativa média de vida foi estimada em 4,4 anos.

O padrão de recrutamento obtido a partir dos dados de frequência-comprimento, sugere que um maior recrutamento no inverno (Fig. 6).

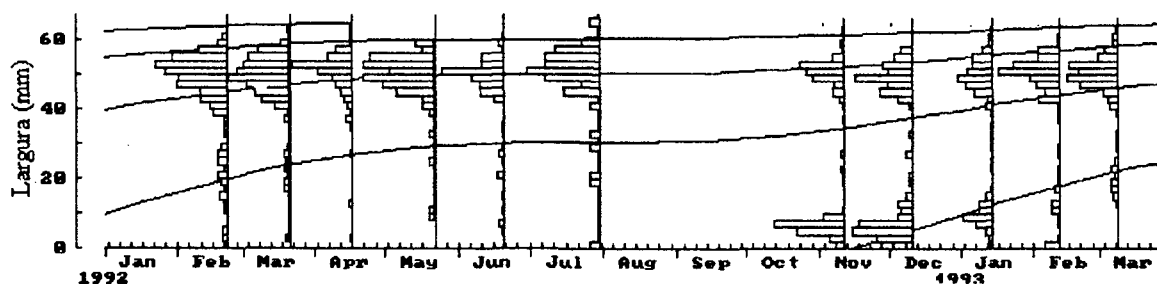


Figura 5: *Mellita quinquesperforata*. Histogramas de frequência - comprimento e curva de crescimento obtida pela rotina ELEFAN,  $L_{\infty} = 70,5$  mm,  $K = 0,68$  a<sup>-1</sup>,  $C = 0,935$ ,  $WP = 0,56$ .

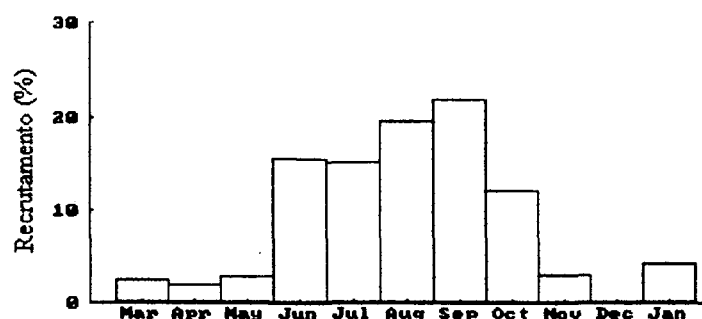


Figura 6: *Mellita quinquesperforata*. Padrão de recrutamento obtido a partir dos parâmetros:  $L_{\infty} = 70,5$  mm,  $K = 0,68$  a<sup>-1</sup>,  $C = 0,935$ ,  $WP = 0,56$  e  $t_0 = 0,1$

### Produção

A produção secundária estimada pela taxa específica de crescimento foi de 17,457 gPSLC m<sup>-2</sup>ano<sup>-1</sup> com uma razão P/B de 0,904 ano<sup>-1</sup>. A maior produção foi registrada na primavera, enquanto que as maiores taxas diárias de produção ocorreram no verão (Fig. 7).

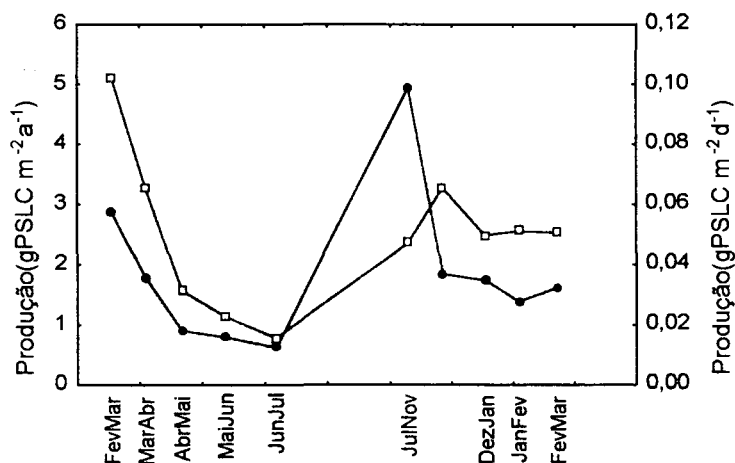


Figura 7: *Mellita quinquesperforata*. Variação mensal (-●-) e diária (-□-) da produção

## DISCUSSÃO

A baixa densidade de *M. quinquesperforata* no inverno deveu-se à migração da espécie para profundidades maiores do que aquelas alcançadas pela amostragem, com juvenis e recrutas alcançando suas maiores densidades na primavera e verão, com um máximo de 508 ind. m<sup>-2</sup>, ocupando uma posição interna ao banco de adultos e concentrando-se em locais com baixa densidade dos mesmos, como já descrito por Tavares



& Borzone (1998). Esta migração para águas mais profundas no inverno também foi observada para uma população adjacente à desembocadura da Lagoa dos Patos (Borzone, 1993).

Os parâmetros populacionais obtidos para *M. quinquesperforata* em Atami foram similares aos observados por outros autores (Tab. 1), com exceção do valor de  $L_{\infty}$  encontrado por Tavares & Borzone (1998) e o valor de K encontrado por Borzone (1993). Os parâmetros de crescimento  $L_{\infty}$  e K foram comparados com outros valores obtidos para o gênero, através do índice  $\phi'$  (Tab. 1) Os valores para *M. quinquesperforata* foram próximos da média, 3,46 (DP = 0,39; n = 9). O coeficiente de variação de 11%, encontrado para os dados da tabela, indicam uma boa confiabilidade das estimativas obtidas, apesar do pequeno número de dados (9), pois de acordo com Munro & Pauly (1983), espécies de um mesmo gênero ou família possuem valores de  $\phi'$  normalmente distribuídos.

Tabela 1 Parâmetros de crescimento e índices de performance de crescimento ( $\phi'$ ) estimados para espécies do gênero *Mellita*.  $C_{\infty}$  = comprimento infinito.

Espécie	$L_{\infty}$	k	z	$\phi'$	Lat.	Autor
<i>Mellita grantii</i>	37,9*	0,59	0,86	2,93	30,9 N	Ebert & Dexter, 1975
<i>M. isometra</i>	123	0,55	0,87	3,92		Weihe & Gray, 1986
<i>M. tenuis</i>	74,3*	0,33	0,30	3,26	30,9 N	Ebert & Dexter, 1975
<i>M. tenuis</i>	149	0,46	0,95	4,01	27,7N	Lane & Lawrence, 1980
<i>M. quinquesperforata</i>	70	0,28	1,40	3,14	32,2S	Borzone, 1993
<i>M. quinquesperforata</i>	83**	0,66	0,98	3,66	10,5N	Penchaszadeh & Molinet, 1994
<i>M. quinquesperforata</i>	61	0,67	1,10	3,40	25 S	Tavares & Borzone, 1998
<i>M. quinquesperforata</i>	70,5	0,68	1,13	3,53	25 S	Este estudo

$$* = (L_{\infty} + C_{\infty})/2; ** = C_{\infty}$$

A baixa relação entre a produção e a biomassa média obtidas para *M. quinquesperforata* pode ser conseqüência por um lado, da estrutura etária da população

com predomínio de indivíduos adultos. Como já evidenciado por Robertson (1979), há uma relação entre a razão P/B e a expectativa de vida, já que a presença de indivíduos mais velhos com grande peso individual e baixa taxa de crescimento contribuiriam fortemente para um valor baixo de P/B. Outra causa pode ser atribuída a uma subamostragem dos juvenis, pois não foram realizadas coletas em águas mais profundas após o banco. Se a área principal de recrutamento fosse bem maior que a área amostrada que se estende da praia até o banco dos adultos da espécie, a proporção de juvenis poderia ser bem maior do que a capturada no presente estudo, o que levaria a um valor maior de P/B. O recrutamento de indivíduos na área externa ao banco foi reportado por Borzone (1993), que encontrou os menores indivíduos nos extremos inferior e superior de profundidade, em estudo que abrangeu toda a zona de águas rasas.

A produção secundária de uma população está diretamente relacionada com sua estrutura populacional. Lane & Lawrence (1980) (Tab. 3) verificaram uma progressiva diminuição da produção secundária anual de *M. tenuis* em três anos de estudo; eles atribuíram esta diminuição da produção a um recrutamento bem sucedido no primeiro ano seguido de dois recrutamentos mal sucedidos nos anos seguintes. Warwick *et al.* (1978) não conseguiram discriminar com exatidão as coortes de *Echinocardium cordatum*, em consequência do pequeno número de animais capturados. Com isto, a estimativa da variação de números de indivíduos de cada classe ficou prejudicada, resultando em valores de produção pouco confiáveis. Os mesmos autores tiveram dificuldade em inferir a idade das 3 coortes identificadas para *Astropecten irregularis*, devido à provável ausência de classes anuais entre as duas principais coortes identificadas, em consequência de recrutamentos mal sucedidos. Valores baixos de P/B atribuídos a vários equinodermos,

poderiam ser resultantes da descontinuidade de coortes bem sucedidas ou, como no caso de *S. neumayeri* (Brey *et al.*, 1995), da longa expectativa de vida da espécie (Tab. 2).

Tabela 2: Produção (P em gPSLCm<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>), biomassa (B em gPSLCm<sup>-2</sup>) e longevidade (L) de alguns equinodermos.

Espécie	P	B	P/B	L	Autor
<i>Moira atropis</i>	3,67	3,66	1	4+	Moore & Lopez, 1966
<i>Brissopsis lyrifera</i>	0,11	0,367	0,30	4	Buchanan & Warwick, 1974
<i>Ophiura texturata</i>	0,458	0,672	0,68	4	Warwick <i>et al.</i> 1978
<i>Astropecten irregularis</i>	0,0004	0,073	0,005	3?	Warwick <i>et al.</i> 1978
<i>Echinocardium cordatum</i>	-0,012	5,138	-0,02	2?	Warwick <i>et al.</i> 1978
<i>Mellita tenuis</i>	99,8				Lane & Lawrence, 1980
<i>Mellita tenuis</i>	39,6				Lane & Lawrence, 1980
Synaptidae	0,465	0,165	2,82		Sprung, 1994
<i>Oestergrenia</i> sp	0,036	0,014	2,57		Sprung, 1994
Synaptidae	0,043	0,017	2,53		Sprung, 1994
<i>Sterechinus neumayeri</i>	2,402	5,505	0,436	40	Brey <i>et al.</i> , 1995
<i>Sterechinus neumayeri</i>	0,876	1,947	0,450	40	Brey <i>et al.</i> , 1995
<i>Sterechinus neumayeri</i>	0,650	1,474	0,441	40	Brey <i>et al.</i> , 1995
<i>Mellita quinquesperforata</i>	17,457	19,295	0,904	4,4	Este estudo

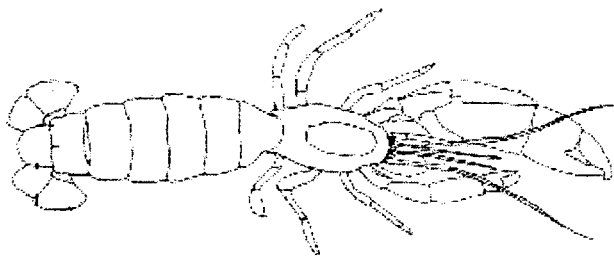
## BIBLIOGRAFIA

- BENTLEY, A. C. & COCKCROFT, A. C. 1995. Sublittoral sand dollar (*Echinodiscus*) communities in two bays on the south African coast. *S.Afr.J.Zool.*, **30**(1): 5-17.
- BERNASCONI, I. 1955. Equinoideos y Asteroideos de la colección del Instituto Oceanográfico de la Universidad de San Pablo. *Bolm. Inst. Oceanogr.*, **6**(1/2):51-77
- BORZONE, C.A. 1993. Spatial distribution and growth of *Mellita quinquesperforata* (Leske, 1778) on a sandy beach of southern Brazil. *Nerítica*, **7** (1-2): 87-100.
- BORZONE, C.A. & GIANUCA, N.M. 1990. A zonação infralitoral em praias arenosas expostas. II Simpósio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira, Águas de Lindóia, SP, 3:280-296.

- BORZONE, C.A.; TAVARES, Y.A.G. & BARROS JR., F.C.R. 1998. Beach morphodynamics and distribution of *Mellita quinquesperforata* (Leske, 1778) on sandy beaches of southern Brazil. In: Mooi, R. & Telford, M. (eds) **Echinoderms: San Francisco**. Balkema, Rotterdam, 581-586
- BREY, T.; PEARSE, J.; BASCH, L.; McCLINTOCK, J. & SLATTERY, M. 1995. Growth and production of *Sterechinus nemayeri* (Echinoidea: Echinodermata) in McMurdo Sound, Antarctica. **Mar. Biol.**, **124**:279-292.
- BUCHANAN, J. B. & WARWICK, R. M. 1974. An estimate of benthic macrofaunal production in the offshore mud of the Northumberland coast. **J. Mar. Biol. Assoc. U.K.**, v. 54, p. 197-222.
- CRISP, D. J. 1984. Energy flow measurements. In: HOLME, N. A. & MCINTYRE, A. D. (Eds). **Methods for the study of marine benthos**. Oxford : Blackwell, p. 197-279.
- EBERT, T.A. & DEXTER, D.M. 1975. A natural history study of *Encope emarginata* and *Mellita grantii*, two sand dollars in the Northern gulf of California, Mexico. **Mar. Biol.**, **32**:397-407.
- GAYANILLO JR., F. C.; SPARRE, P. & PAULY, D. 1996. FISAT. User's manual. **FAO-ICLARM Stock assessment tools**. FAO, Rome, 126 p.
- GHIOLD, J. 1979. Spine morphology and its significance in feeding and burrowing in the sand dollar, *Mellita quinquesperforata* (ECHINODERMATA: ECHINOIDEA). **Bull. Mar. Sci.**, **29**(2):481-490.
- HAROLD, A.S. & TELFORD, M. 1990. Systematics, phylogeny and biogeography of the genus *Mellita* (Echinoidea, Clypeasteroidea). **Journal of Natural History**, **24**:987-1026..
- LANE, J.M. & LAWRENCE, J.M. 1980. Seasonal variation in body growth, density and distribution of a population of sand dollars, *Mellita quinquesperforata* (Leske). **Bull. Mar. Sci.**, **30**(4): 871-882.
- LANE, J.M. & LAWRENCE, J.M. 1982. Food, feeding and absorption efficiencies of the sand dollar, *Mellita quinquesperforata* (Leske). **Estuar. Coast. Mar. Sci.**, **14**:421-431.
- MOORE, H.B. & LOPEZ, N.N. 1966. The ecology and productivity of *Moiria atropos* (Lamarck). **Bull. Mar. Sci.** **16**, 648-667.
- MUNRO, J. L. & PAULY, D. 1983. A simple method for comparing growth of fishes and invertebrates. **Fishbyte**, v. 1, n. 1, p. 5-6.

- PAULY, D. & MUNRO, J. L. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. **Fishbyte**, v. 2, n. 1, p. 21.
- PENCHASZADEH, P.E. & MOLINET, R. 1994. Population ecology of the sand dollar *Mellita quinquesperforata latiambulacra* Clark, 1940 on the west-central coast of Venezuela. Em: David Guille, Féral; Roux (eds.), **Echinoderms through time**:827-835, Rotterdam, Balkema.
- ROBERTSON, A. I., 1979. The relation between annual production biomass ratios and lifespan for marine macrobenthos. **Oecologica**, v. 38, p. 193-202.
- SOUZA, J.R.B. & GIANUCA, N. M. 1995. Zonation and seasonal variation of the intertidal macrofauna on a sandy beach of Parana state, Brazil. **Sci. Mar.**, v. 59, n. 2, p. 103-111.
- SPRUNG.M. 1994. Macrobenthic secondary production in the intertidal zone of the Ria Formosa – a lagoon in Southern Portugal. **Estuar. Coast. Mar. Sci.**, 38:539-558.
- TAVARES, Y.A.G. & BORZONE, C.A. 1998. General features of population dynamics of the sand dollar *Mellita quinquesperforata* (Leske, 1778) in southern Brazilian sandy beaches. In: Mooi, R. & Telford, M. (eds) **Echinoderms: San Francisco**. Balkema, Rotterdam,, 837-842.
- TOMMASI, L.R. 1966. Lista dos Equinoides recentes do Brasil. **Contribuições do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo**, 11:1-50.
- WARWICK, R.M.; GEORGE, C. L. & DAVIES, J. R. 1978. Annual macrofauna production in a *Venus* community. **Estuar. Coast. Mar. Sci.**, v. 7, p. 215-241.
- WEIHE, S.C. & GRAY, I.E. 1968. Observations on the biology of the sand dollar *Mellita quinquesperforata*. **J. Elisha Mitchell scient. Soc.**, 84:315-327.

## CAPÍTULO VI



---

**DINÂMICA POPULACIONAL E PRODUÇÃO SECUNDÁRIA DE  
*CALLICHIRUS MAJOR* (SAY, 1818) (CRUSTACEA :  
THALASSINIDEA) NA PRAIA DE ATAMI- PR**

---

**INTRODUÇÃO**

Os crustáceos da superfamília Thalassinidea, que inclui, entre outras, as famílias Callianassidae Dana 1852, Thalassinidae Dana 1852 e Upogebiidae Borradaile 1903, estão entre os organismos cavadores mais comuns em fundos litorais inconsolidados, sendo encontrados em altas densidades desde a zona mediolitoral até pelo menos o talude continental, e ocorrendo tanto em ambientes estuarinos como eurihalinos (Dworschak, 1988). A construção de galerias é o traço comportamental comum a todos os representantes das diversas famílias que compõem o grupo, sem exceções (Rodrigues, 1983).

Muitos talassinídeos não são capturados com as técnicas usuais de amostragem para a macrofauna bentônica. Com o aperfeiçoamento da técnica de captura, com bombas de sucção semelhantes à descrita por Hailstone & Stephenson (1961), a sua importância na estruturação de comunidades começou a ser descrita quantitativamente, assim como o papel da sua atividade cavadora.

A bioturbação causada por esses cavadores tem um grande impacto sobre o sedimento, aumentando a oxigenação, mineralização, transporte e alterando a sua geoquímica. Afetam, além da macrofauna, a meiofauna, microflora e microfauna, podendo excluir certos grupos de organismos (Branch & Pringle, 1987).

Os crustáceos talassinídeos de regiões entre marés constituem um recurso econômico em potencial, como isca para pesca (Hailstone & Stephenson, 1961; Dumbaud *et al.*, 1988; Wynberg & Branch, 1991; Borzone & Souza, 1996).

O estudo da dinâmica populacional e produção secundária das espécies dominantes contribui para a compreensão da estrutura e função de um ecossistema. As taxas de nascimento, crescimento, reprodução e morte quantificam a passagem de matéria e energia através dos diversos níveis do ecossistema. Existem poucos estudos de dinâmica populacional com talassinídeos (Hailstone & Stephenson, 1961; Buchanan, 1963; Devine, 1966; Forbes, 1977; Tunberg, 1986; Hanekom & Erasmus, 1988, 1989; Dworschak, 1988; Wynberg & Branch, 1991; Hanekom & Baird, 1992). No Brasil, Pezzuto (1993) estudou a dinâmica populacional de *Neocallichirus mirim* em praias do Rio Grande do Sul.

*Callichirus major* ocorre ao longo da costa leste das Américas, desde a Carolina do Norte (34°N), EUA, até Santa Catarina (27°S), Brasil. Habita sedimentos constituídos por areia fina e areno-argilosa, principalmente na região entre marés (Rodrigues & Hödl, 1990). É o talassinídeo mais abundante no entre marés das praias do Estado do Paraná e São Paulo (Rodrigues, 1983; Souza & Borzone, 1996).

O presente estudo analisa a dinâmica populacional e estima a produção secundária de *Callichirus major*, com ênfase no crescimento e reprodução dessa espécie em uma praia arenosa de alta energia.



## MATERIAL E MÉTODOS

### *Amostragem*

Foi estabelecido um transecto ao longo da praia de Atami a partir de um marco fixo no supralitoral, que se estendeu por todo o mediolitoral, com estações de coleta a cada 15 m. A densidade de *Callichirus major* foi estimada pela contagem dos orifícios encontrados em 30 quadrados de 1 m de lado, em cada estação. Os dados de densidade e biomassa correspondem ao período de fevereiro de 1992 a março de 1993, sendo que os dados de estrutura populacional, crescimento e produção correspondem ao período de fevereiro de 1995 a junho de 1996. Entre 30 e 60 indivíduos foram coletados em cada estação, com bomba de sucção, e fixados em formalina a 10% tamponada com água do mar. Para cálculos de abundância e biomassa, cada orifício foi considerado equivalente a um indivíduo (Rodrigues, 1983, Rodrigues & Hödl, 1990).

Foram determinados os seguintes parâmetros para os organismos:

- sexo, com base no dimorfismo sexual do primeiro pereiópodo e nos dois primeiros pares de pleópodos;
- comprimento total (CT em mm) desde a parte anterior do sulco cervical até a parte posterior do telson com um paquímetro com precisão de 0,02 mm;
- comprimento do cefalotórax (CLT), desde a extremidade do rostro até o final do tórax; com precisão de 0,02 mm;
- comprimento da linha talassínica (CL) desde a parte anterior do sulco cervical até a parte posterior do mesmo; com precisão de 0,02 mm;

- peso seco (Ps em g). Os organismos foram mantidos em estufa a 80°C até peso constante; com precisão de 0,1 mg;
- peso seco das gônadas nas fêmeas, removidas de todas em que era visível. As gônadas e o restante do corpo foram pesados separadamente; com precisão de 0,1 mg;
- peso seco dos ovos, com precisão de 0,1 mg;
- número de ovos, estimado através da contagem de uma subamostra de cem ovos;
- peso das quelas, com precisão de 0,1 mg;
- peso seco livre de cinzas, com precisão de 0,1 mg, foi determinado em cerca de 180 animais coletados ao longo do ano.

Os estágios de desenvolvimento embrionário dos ovos foram determinados segundo Rodrigues (1976), que descreve nove estágios. Estes foram posteriormente separados em ovos sem olhos (estágios 1 a 4) e ovos com olhos (estágios 5 a 9).

#### *Análise dos dados*

Análises de variância (ANOVA) foram utilizadas com o objetivo de testar a significância das diferenças entre o tamanho e a densidade dos indivíduos ao longo do perfil. O teste de Scheffé foi utilizado para análise “a posteriori” sempre que constatadas diferenças entre as médias.

Foi utilizado um índice gonadal (IG) como indicador da atividade reprodutiva, através da razão peso seco das gônadas / peso seco total sem quelas. Como índice de ovos (IO) foi utilizada a razão peso seco dos ovos / peso seco total sem quelas.

Os dados de frequência-comprimento foram transformados em porcentagem e multiplicados pela abundância média de cada estação. Assim, houve correspondência entre a abundância em cada estação e a estrutura populacional, com os dados representando a unidade de área.

Foi utilizada a rotina ELEFAN, contida no programa FISAT (Gayanillo, et al., 1996), para analisar os dados de frequência-comprimento, como descrito com maior detalhe no capítulo II, referente à dinâmica populacional de *Excirolana armata*.

Os métodos para estimar  $t_0$  e a longevidade também estão descritos no capítulo II.

A mortalidade total  $Z$  foi estimada utilizando o modelo da exponencial negativa, utilizando-se o método da curva de captura convertida a comprimento (Sparre *et al.*, 1989). A mortalidade também foi obtida através da relação  $Z/K$  desenvolvida por Powell (1979) e modificada por Wetherall *et al.* (1987). Os dois métodos estão descritos com maior detalhe no capítulo II.

### *Produção*

A produção somática anual foi estimada para machos e juvenis e para fêmeas separadamente. Para a estimativa da produção, foi utilizado o método da taxa específica de crescimento (MSGR), já descrito no capítulo II, e o método de frequência-comprimento ou método de Hynes. Este foi introduzido por Hynes & Coleman (1968) e modificado por Hamilton (1969) e Benke (1979). Esse método tem por base a sobrevivência e o incremento em peso por geração, e é expressa por:

$$P = \sum (N_j - N_{j+1}) (W_t W_{t+1})^{1/2}$$

onde:  $N_j$  = número médio de indivíduos que crescem o tamanho de uma classe de comprimento durante o período de  $1/i$  do ano (Hamilton, 1969) e  $(W_t W_{t+1})^{1/2}$  é o peso

médio geométrico entre duas classes de comprimento sucessivas. Benke (1979) introduziu uma modificação para espécies que vivem mais de um ano:

$$N_j = (i N / \text{CPI}) (P_e/P_a)$$

onde: **i** = número de classes de comprimento, **N** = número médio de indivíduos naquela classe, **CPI** = expectativa de vida, isto é, tempo que leva desde o nascimento até à morte, **P<sub>e</sub>** = proporção estimada do ciclo de vida gasto em determinada classe de tamanho, e **P<sub>a</sub>** = atual proporção do ciclo de vida gasto numa classe particular de tamanho.

### *Produção de ovos*

Para medir a produção de ovos foi usada a seguinte equação:

$$PO = \Sigma \text{pov nov dens \%fem} / n^\circ \text{ posturas por ano}$$

onde: **pov** = peso seco médio de cada ovo, **nov** = número médio de ovos em cada classe de tamanho, **%fem** = proporção de fêmeas ovígeras em cada classe e **dens.** = abundância média por metro quadrado anual de cada classe.

A produção gonadal foi estimada pela diferença de peso das gônadas (pg) entre os meses de outubro e dezembro, que correspondem aos períodos imediatamente anterior e posterior à liberação gonadal. As equações de outubro ( $\text{Log}_{10} \text{ pg} = -3,980 + 3,2417 \text{ Log}_{10} \text{ CL}$ ;  $n = 19$ ;  $r^2 = 0,5145$ ;  $p < 0,001$ ) e dezembro ( $\text{Log}_{10} \text{ pg} = -7,4686 + 5,166 \text{ Log}_{10} \text{ CL}$ ;  $n = 47$ ;  $r^2 = 0,399$ ;  $p < 0,001$ ) foram aplicadas ao intervalo médio de cada classe e a diferença foi multiplicada pela densidade média anual de fêmeas em cada classe.

## RESULTADOS

### *Abundância*

O limite superior de distribuição de *C. major* esteve sempre logo abaixo da linha média da maré alta de quadratura. As densidades encontradas variaram de 0 a 26 orifícios. m<sup>-2</sup>, com uma média de 10,09 orifícios. m<sup>-2</sup> ( $\pm 4,51$ ) (Fig. 1). Os orifícios foram observados em toda parte inferior do mediolitoral, aumentando em número em direção ao infralitoral, com abundância significativamente menor no limite superior de distribuição (Fig. 2).

A partir de novembro de 1995, a estação 8 ficou acima da marca de maré alta de quadratura, com diminuição acentuada da densidade nos meses seguintes. Numa escala temporal, a abundância mensal média foi significativamente maior nos meses de verão, com uma média de 12,1 orif.m<sup>-2</sup> ( $\pm 4,30$ ) (Tab. I).

Tabela I: *Callichirus major*. Análise de variância bifatorial da abundância, considerando os meses e as estações do perfil como fatores de variação. SQ= soma dos quadrados, GL= graus de liberdade, QM= quadrados médios.

Fatores	SQ	GL	QM	F	p
A=Mês	395,4	7	8,059	49,06	0,0001
B=Estação	1442,8	3	8,059	179,02	0,0001
A-B	102,1	21	8,059	12,67	0,0001

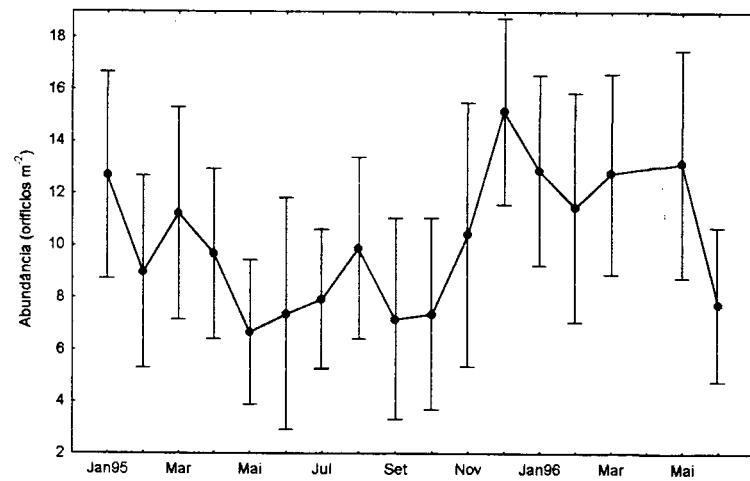


Figura 1: *Callichirus major*. Variação da abundância total na praia de Atami PR, média e desvio padrão.

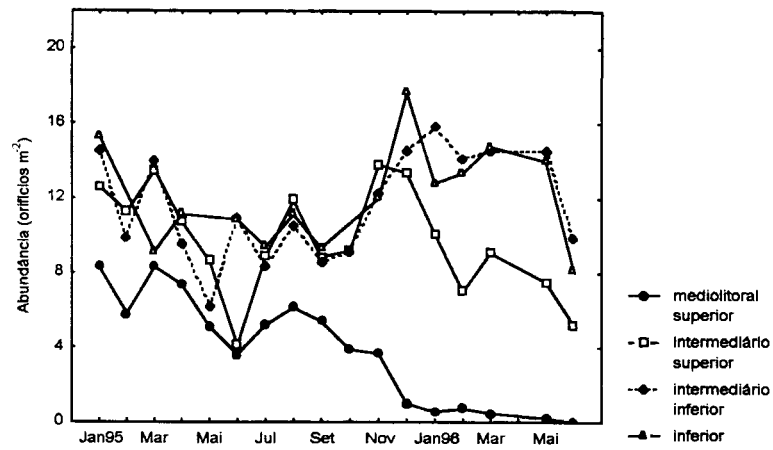


Figura 2: *Callichirus major*. Variação da abundância média por região do perfil, na praia de Atami PR.

*Estrutura populacional*

Os indivíduos maiores (>12mm de linha talassínica) predominaram na região superior do perfil, com maior proporção de indivíduos menores na região inferior do perfil (ANOVA,  $p < 0,001$ ) (Fig. 3). O tamanho médio da linha talassínica (CL) foi significativamente diferente entre as estações, mas não entre os meses (Tab. II). As fêmeas totalizaram 63% do número total de indivíduos e foram dominantes na região superior da praia (estações 8 e 9), na maioria dos meses. A razão macho/fêmea em cada classe de tamanho mostrou que as fêmeas predominaram na idade reprodutiva (Fig. 4). Os machos foram capturados em menor proporção na primavera e verão, com um mínimo de 15% das capturas em outubro, mês em que as fêmeas estiveram com o IG mais elevado, prontas para o período reprodutivo.

Tabela II: *Callichirus major*. Análise de variância bifatorial do comprimento da linha talassínica, considerando os meses e as estações do perfil como fatores de variação.

Fatores	SQ	GL	QM	F	p
A= meses	5,61	4	1,7801	3,15	0,147
B= estação	429,92	1	1,7801	241,51	0,0001
A-B	2,65	4	1,7801	1,49	0,205

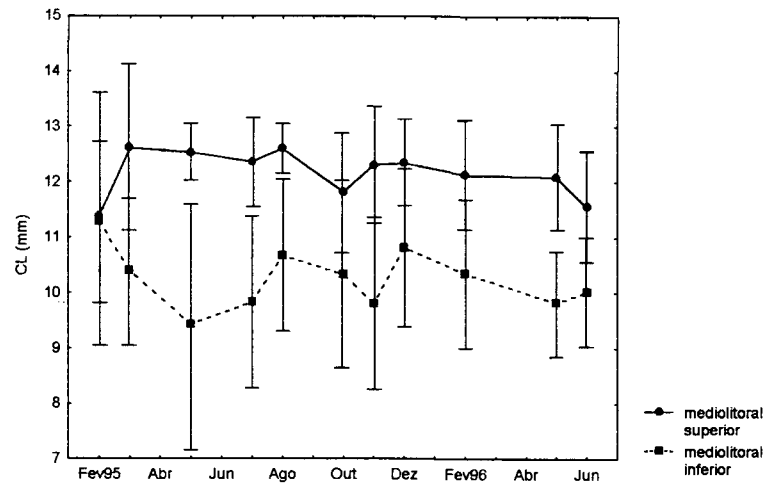


Figura 3: *Callichirus major*. Variação do comprimento da linha talassínica (CL), nas porções superior e inferior do mediolitoral, na praia de Atami - PR.

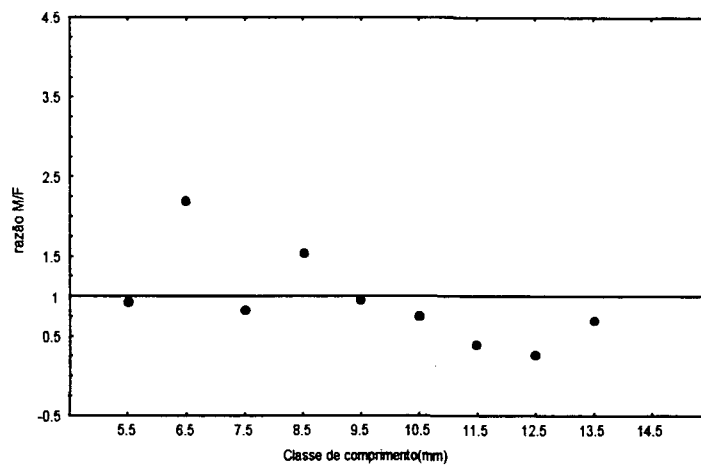


Figura 4: *Callichirus major*. Razão macho/fêmea entre as diferentes classes de tamanho.



## Morfometria

As relações entre comprimento da linha talassínica (CL) foram correlacionadas com o comprimento total (CT) e com o comprimento do tórax (CLT) (Tab. III e Fig. 5). Não ocorreram diferenças significativas entre machos e fêmeas para estas medidas.

Tabela III: *Callichirus major*. Relações merísticas.

Sexo	Relação	n	r <sup>2</sup>	p
Ambos	CL = 2,435 + 0,115 CT	717	0,883	<0,001
Ambos	CL = 1,146 + 0,650CLT	233	0,934	<0,001
Machos	PS = 0,000457 CL <sup>3,1638</sup>	64	0,922	<0,001
Fêmeas	PS = 0,000277 CL <sup>3,314</sup>	118	0,730	<0,001
Machos	PU = 0,0062 CL <sup>2,753</sup>	68	0,746	<0,001
Fêmeas	PU = 0,0114 CL <sup>2,462</sup>	115	0,764	<0,001
Machos	PSLC = 0,00094 CL <sup>2,517</sup>	29	0,591	<0,001
Fêmeas	PSLC = 5 10 <sup>-5</sup> CL <sup>4,857</sup>	41	0,425	<0,001

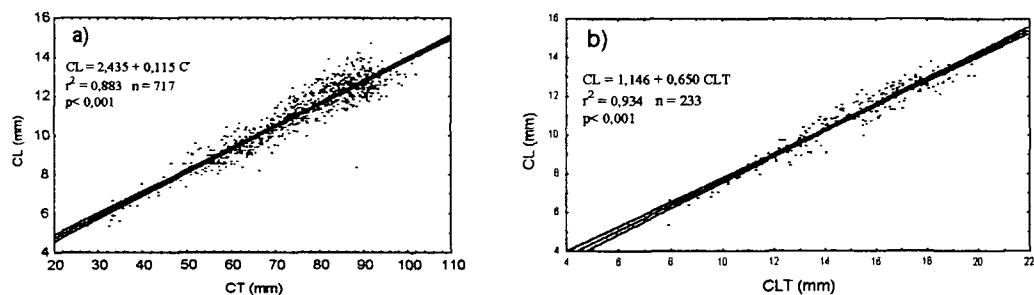


Figura 5: *Callichirus major*. Regressão linear entre a) CL (comprimento da linha talassínica) e CT (comprimento total) e b) CL e CLT (comprimento do tórax), na praia de Atami – PR.

As medidas de peso seco (PS), peso úmido (PU) e peso seco livre de cinzas (PSLC), de machos e fêmeas, foram relacionadas exponencialmente com a linha talassínica (CL) (Tab. III e Fig. 6). Houve uma marcada diferença entre os sexos para estas medidas, devido ao crescimento alométrico da quela dos machos.

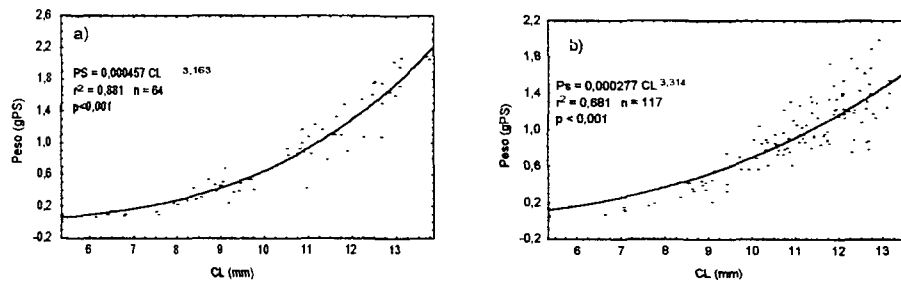


Figura 6: *Callichirus major*. Relação exponencial entre peso seco (PS) e comprimento da linha talassínica (CL) para a) machos e b) fêmeas, na praia de Atami - PR.

#### *Relação entre o peso da quela e o peso total*

Nos indivíduos juvenis a quela representou em média menos de 20% do peso seco total; já nos machos ela representou, em média, 33,17% do peso seco total, com tendência a um aumento desta proporção nos indivíduos maiores (Tabela IV). Nas fêmeas, o peso da quela representou, em média, 9,9% do peso total do organismo, com pouca variação ao longo das classes de tamanho.

Tabela IV: *Callichirus major* Relação do peso seco da quela (PSQ) com o peso seco total (PST).

Classe	Machos		Fêmeas	
	PSQ/PST*100	N	PSQ/PST *100	N
Todas	32,7	64	8,7	118
5—8	13,6	9	9,4	7
5—9	18,1	17	8,9	16
8—9	22,3	10	8,5	9
9—10	24,7	10	9,3	9
10—11	40,3	9	9,1	25
11—12	38,5	9	7,4	31
12—13	44,7	11	7,8	30
13—	50,0	6	9,0	6

### Reprodução

O período de reprodução iniciou em novembro e terminou em janeiro, como indicado pela proporção de fêmeas ovígeras (Fig. 7). Em novembro, 90% das fêmeas ovígeras carregavam ovos nos primeiros estágios de desenvolvimento (sem olhos) e em janeiro todas as fêmeas ovígeras carregavam ovos nos últimos estágios de desenvolvimento (com olhos). A menor fêmea ovígera encontrada tinha 8,5 mm de comprimento (CL).

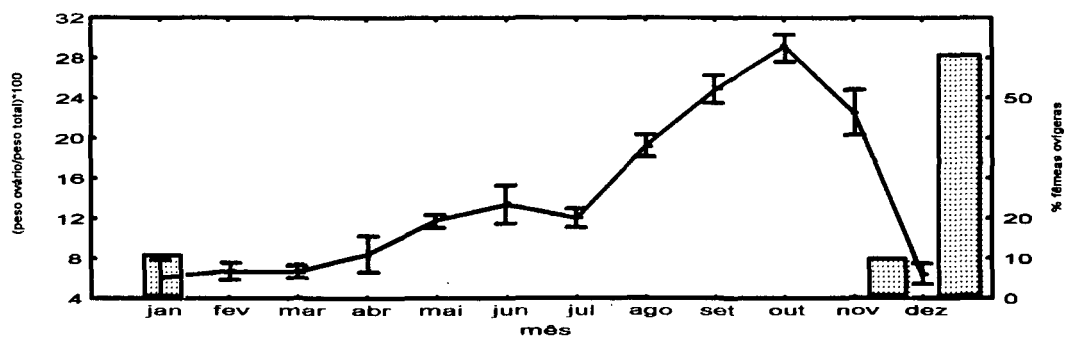


Figura 7: *Callichirus major*. Variação mensal do índice gonadal (IG = peso seco da gônada/peso seco total sem quelas) e proporção de fêmeas ovígeras capturadas na praia de Atami-PR, em 1995 (média e erro padrão).

O número de ovos por fêmea (NOV) variou de 600 a 6600. A relação exponencial entre o comprimento da linha talassínica (CL) e o NOV foi:

$$\text{NOV} = 0,344 \text{ CL}^{3,745}, \quad r^2 = 0,630, \quad N = 60 \quad (\text{Fig. 8}).$$

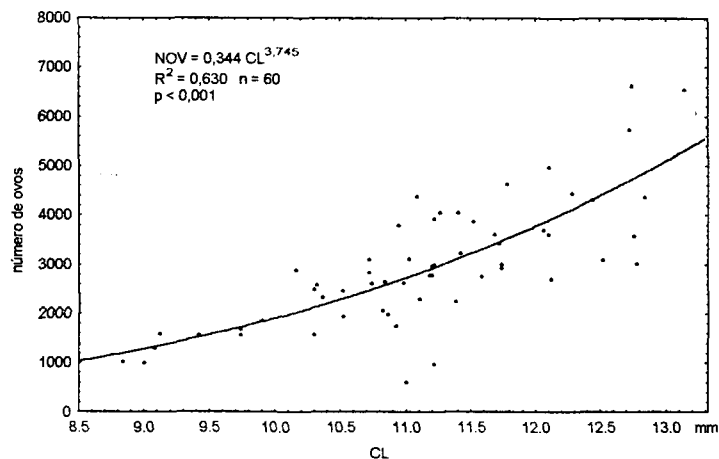


Figura 8: *Callichirus major*. Regressão exponencial entre o número de ovos e o comprimento da linha talassínica, na praia de Atami – PR.

O IG atingiu um pico em outubro, quando o peso das gônadas correspondeu a 25% do peso total. Os menores valores de IG foram registrados em dezembro e janeiro, (Fig. 7). O IO (índice de ovos) foi de 35,22 ( $n = 10$ ,  $DP = 4,40$ ) para novembro e 34,77 ( $n = 46$ ,  $DP = 4,44$ ) para dezembro.

#### *Produção de ovos*

A produção de ovos calculada para Atami foi de  $2,075 \text{ gPS m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$  de peso seco (Tab. V). O peso dos ovos correspondeu a  $35,4 \pm 4,94 \%$  ( $n = 57$ ) do peso seco total de cada fêmea. O investimento reprodutivo foi de 58%. A produção gonadal estimada pelo método de perda de peso das gonadas foi de  $1,701 \text{ gPS m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$ .

Tabela V: *Callichirus major*. Produção de ovos (PO) e produção gonadal (PG) na praia de Atami.

Classe compr.	Ovos p/fêmea	ovo (gPS)	% fêmeas ovígeras	Densidade média (m <sup>-2</sup> )	PO (gPS m <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup> )	PG ind. (gPS)	PG (gPS m <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup> )
8,5	1205	0,00011	0,3	0,44	0,017	0,102	0,045
9,5	1599	0,00011	0,5	0,66	0,058	0,144	0,095
10,5	2484	0,00011	1	0,82	0,224	0,196	0,161
11,5	3188	0,00011	1	1,45	0,508	0,257	0,373
12,5	3937	0,00011	1	2,5	1,083	0,328	0,819
13,5	6551	0,00011	0,5	0,51	0,184	0,408	0,208
Total					2,075		1,701

### Crescimento

Os menores indivíduos encontrados mediram 5,22 mm de linha talassínica e os maiores 14,72 mm. O valor de  $L_{\infty}$  determinado pela rotina de Wetherall foi de 13,67 e 12,91 para machos e fêmeas, respectivamente. Com os dados reestruturados pelo ELEFAN obteve-se os seguintes parâmetros  $L_{\infty} = 15$ ;  $K = 0,9$ ;  $C = 0,8$  e  $WP = 0,55$  ( $R_n = 0,191$ ) para machos e  $L_{\infty} = 16$ ;  $K = 0,8$ ;  $C = 0,8$  e  $WP = 0,6$  ( $R_n = 0,212$ ) para fêmeas. Os valores de  $C$  e  $WP$  indicam acentuada variação sazonal, com diminuição na taxa de crescimento no inverno (Fig. 9). A longevidade estimada foi de 3 anos para ambos os sexos.

### Mortalidade

A mortalidade total ( $Z$ ) estimada pelo método de Powell e Wetherall foi de 0,95 e 0,41 para machos e fêmeas respectivamente. A mortalidade obtida pelo método da curva de captura foi de 2,75 e 3,84 respectivamente.

### Produção

Os valores anuais de produção somática estimados pelo método da frequência-comprimento foram de 3,647 gPS m<sup>-2</sup>ano<sup>-1</sup> (peso seco) e P/B de 0,999 ano<sup>-1</sup> para machos, e 4,155 PSg m<sup>-2</sup>ano<sup>-1</sup> (peso seco) e P/B foi 0,678 ano<sup>-1</sup> para fêmeas (Tab. VI). Os valores

estimados pela taxa específica de crescimento foram  $4,006 \text{ gPS m}^{-2}\text{ano}^{-1}$  e  $P/B 1,158 \text{ ano}^{-1}$  para machos e  $4,182 \text{ gPS m}^{-2}\text{ano}^{-1}$  e  $P/B 0,976 \text{ ano}^{-1}$  para fêmeas. A biomassa das gônadas e a respectiva produção, não foram incluídos nos valores acima. O valor médio estimado pela taxa específica de crescimento para a espécie foi  $9,339 \text{ gPSLC m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$ , com razão  $P/B$  de  $1,02 \text{ ano}^{-1}$ .

Tabela VI: *Callichirus major*. Produção secundária estimada pelo método da frequência-comprimento para machos (a) e fêmeas (b).  $N_j$ = média do número de indivíduos na classe  $j$ ;  $M_j$ = peso seco médio de cada indivíduo da classe  $j$ ;  $ML$ = produção de cada classe.

Classes	$N_j$	$M_j$	$N_j - N_{j+1}$	$(M_j * M_{j+1})^{0.5}$	ML	Biomassa
<b>a)</b>						
5,5	0,11	0,045				0,006
6,5	0,11	0,113	0	0,079	0	0,012
7,5	0,14	0,198	-0,03	0,150	-0,004	0,028
8,5	0,67	0,352	-0,53	0,264	-0,140	0,236
9,5	0,62	0,544	0,05	0,438	0,022	0,338
10,5	0,61	0,831	0,01	0,672	0,007	0,507
11,5	0,58	1,128	0,03	0,968	0,029	0,654
12,5	0,66	1,607	-0,08	1,346	-0,108	1,061
13,5	0,35	2,043	0,31	1,812	0,562	0,715
14,5	0,04	2,318	0,31	2,176	0,675	0,092
		<b>P=</b>	<b>3,647</b>	Total	1,042	3,649
		<b>P/B=</b>	<b>0,999</b>			
<b>b)</b>						
5,5	0,12	0,065				0,008
6,5	0,05	0,114	0,07	0,086	0,006	0,006
7,5	0,17	0,168	-0,12	0,148	-0,017	0,029
8,5	0,44	0,314	-0,27	0,237	-0,062	0,138
9,5	0,66	0,490	-0,22	0,358	-0,086	0,323
10,5	0,82	0,714	-0,16	0,519	-0,095	0,585
11,5	1,45	0,926	-0,63	0,725	-0,512	1,343
12,5	2,5	1,203	-1,05	0,984	-1,108	3,008
13,5	0,51	1,315	1,99	1,304	2,503	0,671
14,5	0,01	0,947	0,5	1,692	0,558	0,010
		<b>P=</b>	<b>4,155</b>	Total	1,187	6,119
		<b>P/B=</b>	<b>0,678</b>			

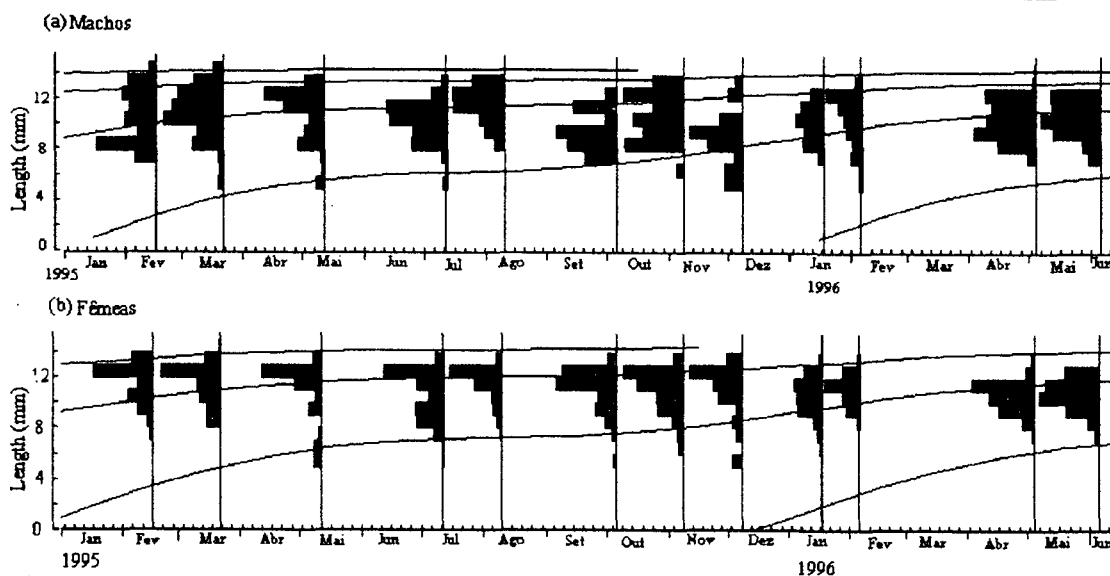


Figura 9: *Callichirus major*. Curva de crescimento de (a) machos e (b) fêmeas, com dados de frequência-comprimento reestruturados pelo programa ELEFAN. Fevereiro de 1995 a junho de 1996.

## DISCUSSÃO

Foi utilizada como medida de abundância o número de orifícios por metro quadrado, que é uma medida de densidade relativa, pois o número de orifícios não corresponde necessariamente ao número de indivíduos presentes. Por isso, alguns erros podem ter sido introduzidos pelo tipo de amostragem utilizado:

- 1- o sistema de galerias de um indivíduo pode possuir uma ou mais aberturas externas; *C. major* possui em geral apenas uma abertura externa, em geral, cuja proporção entre orifícios e organismos foi estimada em aproximadamente 1:1 por Rodrigues (1983).

- 2- algumas espécies apresentam orifícios que podem ser confundidos com aqueles de *C. major* em certas ocasiões, como *Coronis scolopendra*, *Sergio mirim*, *Balanoglossus* sp e *Australomuphis casamiquelorum*; contudo, esses organismos foram capturados raramente nas amostras, totalizando menos de 1% do total;
- 3- o aparecimento do orifício na superfície do sedimento é resultado da atividade do organismo; isto é, se o organismo não esteve em atividade na última maré, o orifício foi fechado pela ação das ondas.

*C. major* apresentou uma densidade significativamente menor no inverno. Esta diferença de densidade não pode ser explicada apenas pelos eventos de dispersão, migração, recrutamento e mortalidade, já que esta população possui estrutura populacional dominada por indivíduos adultos, com longevidade estimada em três anos. Os organismos são praticamente sedentários em termos de habitat e a população possui apenas uma fase reprodutiva bem definida, com liberação de larvas no verão. As menores densidades do inverno podem estar indicando uma menor atividade dos organismos, no lugar de mortalidade ou migração. Posey (1986) monitorou a relação entre o número de orifícios e número de indivíduos para *Callinassa californiensis* e verificou que no inverno aparecem menos orifícios por indivíduo e que este padrão não está diretamente relacionado a picos de recrutamento. Ele concluiu que há um declínio esperado durante o inverno no número de orifícios, mesmo que o número de indivíduos permaneça constante; isto pode ser um reflexo da redução da atividade escavadora, como sugere o autor, pois as aberturas das galerias podem desmoronar se não forem mantidas.



Houve uma diferença significativa na densidade de *C. major* entre a região superior de distribuição e as demais (Fig. 2). A diminuição acentuada da densidade nessa região a partir de novembro de 96 (Fig. 2) é um efeito claro da progradação da praia. Os orifícios ficaram acima da marca média de maré alta, diminuindo os períodos de imersão total da galeria. Uma descrição detalhada da dinâmica praias que afetou a área de estudo no período amostral pode ser encontrada em Soares *et al.* (1994).

O predomínio de fêmeas nas maiores classes de tamanho parece ser resultado do comportamento agonístico. Tucker (1930) encontrou uma razão de 2:3 entre machos e fêmeas de *Upogebia pusilla*, com machos predominando nos estágios juvenis; Dworschak (1988) encontrou uma razão de 1:1 em juvenis da mesma espécie. Devine (1966) encontrou uma razão de 1:2 em *Callianassa filholi*, mas em juvenis esta razão foi equilibrada. Hailstone & Stephenson (1961) explicaram a prevalência de fêmeas adultas de *Callianassa australiensis* pela migração. Hill (1977) observou uma razão entre os sexos equilibrada ou prevalência de fêmeas de *U. africana* em populações de diferentes localidades. Hanekom e Baird (1992) estimaram uma razão entre os sexos de 0,67 a 0,79 para *U. africana*, porém em comprimentos abaixo da menor fêmea ovígera a razão foi de 1:1. Pezzuto (1993) encontrou uma razão de 0,73 para *Neocallichirus mirim*, no qual as menores classes de tamanho apresentaram uma razão variável e as maiores classes um número de fêmeas significativamente maior. *C. major* apresentou razão macho e fêmeas similar à encontrada por outros autores, com uma maior proporção de machos nas classes de comprimento menores e predomínio de fêmeas nas classes maiores.

A estrutura populacional de *C. major* apresentou uma variação espacial, com predomínio de adultos maiores que 12 mm (linha talassínica) no limite superior de

distribuição, o que pode ser consequência de: a) os indivíduos desta área podem estar expostos a uma taxa menor de predação do que nas áreas inferiores; b) os organismos adultos são melhores competidores por espaço, não permitindo que indivíduos mais novos se estabeleçam, o que é acentuado pelo comportamento agonístico.

*C. major* teve um ciclo reprodutivo sazonal bem definido na praia estudada, com fêmeas ovígeras capturadas no verão. Esta tendência já foi encontrada para outros talassinídeos (Buchanam, 1963; Tunberg, 1986; Dworschak, 1988; Felder & Lovett, 1989; Hanekom & Baird, 1992; Dumbaud *et al.*, 1996; Tamaki *et al.*, 1997; Pezzuto, 1993). Entretanto, Rodrigues & Shimizu (1997), estudando a mesma espécie, encontraram fêmeas ovígeras ao longo de todo o ano em uma população de baixa densidade de uma praia estuarina. Eles atribuíram este comportamento reprodutivo atípico ao contínuo aporte de matéria orgânica proveniente de esgotos domésticos na praia.

*C. major* apresentou um grande número de ovos (1200-6500), similar ao já descrito anteriormente por Pohl (1946), com 8200 ovos em praias da Carolina do Norte. Seus ovos possuem diâmetro pequeno, quando comparado a outros talassinídeos, e a espécie possui uma fase larval planctônica (Rodrigues, 1976). Estratégias reprodutivas com grande número de ovos de pequeno diâmetro e dispersão planctônica, podem ser adaptações características dos talassinídeos de substrato inconsolidado. Espécies de talassinídeos que habitam esponjas e corais, ao contrário, apresentam a tendência de abreviar o desenvolvimento larval, com menor número de ovos de maior diâmetro (Dworschak, 1988).

Hines (1992) calculou o investimento reprodutivo em aproximadamente 10,7% ( $100 \times \text{peso dos ovos} / \text{peso corporal}$ ) para 33 espécies de braquiúros, entre 35 analisadas, variando de 3,2% em *Portunus spinicarpus* a 23,0% em *Chaecon quinquedens*. Em

contraste, o peso médio dos ovos para as duas espécies de pinoterídeos estudadas foi muito maior, com 66,2% para *Pinnotheres ostreum* e 96,7% para *Fabia subquadrata*. *C. major* teve um investimento reprodutivo de 58%, mais próximo do valor alcançado pelos pinoterídeos. As gônadas de *C. major* não estão limitadas por um exoesqueleto rígido, como ocorre com muitos braquiúros. *C. major* também não precisa investir muito na proteção dos ovos, devido ao hábito cavador, condições compartilhadas pelos pinoterídeos. Outro calianassídeo, *Callianassa tyrrhena*, apresentou um investimento reprodutivo mais baixo, equivalente a 19,6% do peso seco (Thessalou-Legaki & Kiortsis, 1997).

O tamanho em que as fêmeas atingiram a primeira maturação (maiores do que 8,5 mm da linha talassínica) indica que esta população atinge a maturidade sexual em aproximadamente 1 ano.

A expectativa de vida de 3 anos para *C. major* foi similar ao observado para outros calianassídeos (2 a 3 anos - *C. australiensis*, Hailstone & Stephenson 1961; *C. kraussi*, Forbes 1977; *C. louisianensis*, Felder & Lovett 1989; 4 anos - *C. filholi*, Devine 1966; *Sergio mirim*, Pezzuto, 1993.; 10 anos - *C. californiensis*, MacGinitie 1935; *Calloccaris macandrae*, Buchanan 1963). Os valores de mortalidade foram bem diferentes entre os dois métodos utilizados. A estrutura populacional dominada por adultos contribuiu para que o resultado obtido pelo método da curva de captura fosse alto, com o recrutamento situado nas classes de comprimento maiores seguido de abrupto declínio.

A biomassa média de 8,560 gPS m<sup>-2</sup>, produção secundária de 9,069 gPS m<sup>-2</sup> ano<sup>-1</sup> e P/B de 0,938 ano<sup>-1</sup>, referem-se à parte da população presente no mediolitoral. Uma parte significativa de recrutas, entretanto, parece recrutar na região infralitoral e migrar para o mediolitoral ao longo de sua existência. Não foi computada a produção em forma de exúvia,

o que pode contribuir substancialmente para a produção total, como já calculado para *Upogebia pusilla* (Dworschak, 1988).

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORZONE, C. A.; SOUZA, J. R. B. 1996. A extração de “corrupto” (*Callichirus major*) para seu uso como isca em praias do litoral do Paraná : I- Características da pesca. *Neritica*, v. 10, n. 1-2, p. 67-77.
- BRANCH, G. M.; PRINGLE, A. 1987. The impact of the sand prawn *Callinassa kraussi* Stebbing on the sediment turnover and on bacteria, meiofauna, and benthic microflora. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, v. 107, p. 219-235.
- BUCHANAN, J. B. 1963. The biology of *Calocaris macandrae* (Crustacea, Thalassinidea). *J. Mar. Biol. Ass.U.K.*, v. 43, n. 3, p. 729-747.
- DEVINE, C. E. 1966. Ecology of *Callinassa fihli* Milne-Edwards, 1878 (Crustacea, thalassinidea). *Trans. R. Soc. N. Z.*, v. 8, n. 8, p. 93-110.
- DUMBAUD, B. R.; ARMSTRONG, D. A.; DORT, D.C. 1988. Burrowing shrimp: new bait fishery resource and historical pest to the oyster industry: a preliminary look at their biology in Washington Coastal Estuaries. *J. Shelf Res.*, v. 8, n. 1, p. 320.
- DWORSCHAK, P. C. 1988. The Biology of *Upogebia pussila* (Petagna) (Decapoda), Thalassinidea): III growth and production. *Mar. Ecol.*, v. 9, n. 1, p. 51-77.
- FELDER, D. L. ; LOVETT, D. L. 1989. Relative growth and sexual maturation in the estuarine ghost shrimp *Callinassa louisianensis* Schimitt, 1935. *J. Crust. Biol.*, v. 9, n. 4, p. 540-553.
- FORBES, A. T. 1977. Breeding and growth of the burrowing prawn *Callinassa kraussi* Stebbing (Crustacea : Decapoda : Thalassinidea). *Zool. Afr.*, v. 12, n. 1, p. 149-161.
- GAYANILLO JR., F. C.; SPARRE, P.; PAULY, D. 1996. FISAT. User's manual. **FAO-ICLARM Stock assessment tools**. FAO, Rome, 126 p.

- HAILSTONE, T. S.; STEPHENSON, W. 1961. The biology of *Callinassa (Trypaea) australiensis* Dana, 1852 (Crustacea, Thalassinidea). **Pap. Dep. Zool. Univ. Ard.**, v. 1, n. 12, p. 259-285.
- HANEKOM, N.; BAIRD, D. 1992. Growth production and consumption of *Upogebia*. **S. Afr. J. Zool.**, v. 27, n. 3, p. 130-139.
- \_\_\_\_\_; ERASMUS, T. 1988. Variations in size compositions of populations of *Upogebia africana* (Ortmann) (Decapoda : Crustacea) within the Swartkops estuary and possible influencing factors. **S. Afr. J. Zool.**, v. 23, n. 4, p. 259-265.
- \_\_\_\_\_; ERASMUS, T. 1989. Determinations of the reproductive output of populations of a thalassinid prawn *Upogebia africana* (Ortmann) in the swartkops estuary. **S.Afr. J. Zool.**, 24(4):244-250.
- HILL, B. J. 1977. The effect of heated effluent on egg production in the estuarine prawn *Upogebia africana* (Ortmann). **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v. 29, p. 291-302.
- HINES, A. H. 1992. Constraint on reproductive output in brachyuran crabs: pinnotherids test the rule. **Am. Zool.** v. 32, p. 503-511.
- HYNES, H. B. N. ; COLEMAN, M. J. 1968. A simple method of assessing the annual production of stream benthos. **Limnol. Oceanogr.**, v. 13, n. 4, p. 569-573.
- JONES, R.; VAN ZALINGE, N. P. 1981. Estimations of mortality rate and population size for shrimp in Kuwait waters. **Kuwait Bull. Mar. Sci.**, v. 2, p. 273-288.
- MACGINITIE, G.E. 1934. The ecology of *Callinassa californiensis* Dana. **Am. Midl. Nat.** 15:166-177.
- MUNRO, J. L.; PAULY, D. 1983. A simple method for comparing growth of fishes and invertebrates. **Fishbyte**, v. 1, n. 1, p. 5-6.
- PEZZUTO, P. L. 1993. **Ecologia populacional de *Neocallichirus mirim* (Rodrigues, 1971) (Decapoda: Callinassidae) na praia do Cassino, RS, Brasil.** Rio Grande. Dissertação (Mestrado) - Fundação Universidade do Rio Grande. 172 p.
- POHL, M.E. 1946. Ecological observations on *Callinassa major* Say at Beaufort, North Carolina. **Ecology**, 27(1):71-80.
- POSEY, M. H. 1986. Predation on a burrowing shrimp, distribution and community consequences. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v. 103, n. 1-3, p. 143-162.

- POWELL, D. G. 1979. Estimation of mortality and growth parameters from the length-frequency in the catch. **Rapp. P.-V. Réun. CIEM**, 175, p. 167-169.
- RODRIGUES, S. de A., 1976. Sobre a reprodução, embriologia e desenvolvimento larval de *Callichirus major* Say, 1818 (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). **Bol. Zool. Univ. S. Paulo**, v. 1, p. 85-104.
- \_\_\_\_\_. 1983. **Aspectos da biologia de Thalassinidea do Atlântico tropical americano**. São Paulo. Tese (Livre Docência) - Universidade de São Paulo, Inst. de Biociências. 174 p.
- \_\_\_\_\_.; HODL, W. 1990. Burrowing behavior of *Callichirus major* and *C. mirim*. **Wiss. Film**, v. 41, p. 48-58.
- \_\_\_\_\_.; SHIMIZU, R. M., 1997. Autoecologia de *Callichirus major*. In: ABSALÃO, Ricardo S.; ESTEVES, André M. (Eds.) **Ecologia de praias arenosas do litoral brasileiro**. Rio de Janeiro : Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, UFRJ. p. 155-170. (Oecologia Brasiliensis, v. 3).
- SOARES, C. R.; PARANHOS F<sup>o</sup>, A.C.; SOUZA, M. C.; BRANCO, J. C.; FABIANOVICZ, R.; PRAZERES F<sup>o</sup>, H.; KOGUT, J. S. 1994. Variações na linha de costa no balneário de Pontal do Sul (PR) no período 1953-1993: um balanço sedimentar. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 42, p. 161-171.
- SOUZA, J. R. B.; BORZONE, C. A. 1996. Distribuição de Callianassídeos (Crustacea : Decapoda : Thalassinidea) em praias do litoral paranaense, com especial referência à *Callichirus major* (Say, 1818). **Arq. Biol. Tecnol.** v. 39, n. 3, p. 553-565.
- TAMAKI, A.; INGOLE, B.; IKEBE, K.; MURAMATSU, K.; TAKA, M.; TANAKA, M. 1997. Life history of the ghost shrimp, *Callianassa japonica* Ortmann (Decapoda : Thalassinidea), on the intertidal sandflat in western Kyushu, Japan. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v. 210, p. 223-250.
- THESSALOU-LEGAKI, M.; KIORTISIS, V. 1997. Estimation of the reproductive output of the burrowing shrimp *Callianassa tyrrhena*: a comparison of three different biometrical approaches. **Mar. Biol.**, v. 127, p. 435-442.
- TUCKER, B.W. 1930: On the effects of an epicaridan parasite, *Gyge branchialis*, on *Upogebia littoralis*. **Q. J. Microsc.**, v. 74, p. 1-118.
- TUNBERG, B. 1986. Studies on the population ecology of *Upogebia deltaura* (Leach) (Crustacea, Thalassinidea). **Estuar. Coast. Shelf. Sci.**, v. 22, n. 6, p. 753-765.
- WETHERALL, J. A.; POLOVINA, J. J.; RALSTON, S. 1987. Estimating growth and mortality in steady-state fish stocks from length-frequency data. In PAULY, D.;

MORGAN, G. R. (Eds.). Length based methods in fisheries research. **ICLARM Conference Proceedings** 13, p. 53-74.

WYNBERG, R. P.; BRANCH, G. M. 1991. A assessment of bait-collecting of *Callinassa kraussi* Stebbing in Langebaan lagoon, western Cape, and of associated avian predation. **S. Afr. J. Mar. Sci.**, v. 11, p. 141-152.

---

## DISCUSSÃO GERAL

---

As praias arenosas podem ser definidas como toda a região costeira cujo substrato está sendo ativamente retrabalhado pela ação das ondas, estendendo-se costa afora até a base orbital das ondas (Short & Wright, 1983). Segundo esta definição, foram estudadas na praia de Atami apenas as regiões mediolitoral, zona de arrebentação e parte da região de águas rasas (veja o capítulo I referente à estrutura da macrofauna e Borzone & Gianuca (1991) para maiores detalhes).

*Excirolana armata*, *Euzonus furciferus*, *Scolelepis squamata*, *Mellita quinquesperforata* e *Callichirus major* foram as espécies mais abundantes em número e biomassa, representando respectivamente 69% e 99% do total dos organismos coletados ao longo do perfil. Elas tiveram distribuição distinta ao longo do perfil da praia (Fig. 1). *E. armata* foi mais abundante nas estações 4 e 5, *E. furciferus* nas estações 5 e 6, *S. squamata* nas estações 6 e 7, *C. major* nas estações 8 e 9 e *M. quinquesperforata* nas estações 15 e 16.

A produção secundária estimada para as espécies acima somou 1791,78 gPSLC m<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em 270 metros de praia, com uma biomassa de 1924,65 g PSLC m<sup>-1</sup>, que não estão distribuídos de maneira semelhante ao longo do perfil. A produção secundária de *E. armata*, *E. furciferus*, *S. squamata* e *C. major* refere-se basicamente ao mediolitoral, com



aproximadamente 90 m de extensão (Tab. 1). *M. quinquiesperforata*, com 63% da produção calculada, apresentou as maiores densidades nos últimos 60 m do perfil, na zona de águas rasas. A zona de arrebentação, com maior diversidade, não foi devidamente representada nos cálculos de produção secundária. Isto foi devido, por um lado, à ausência de dados sobre *C. major* na região infralitoral; sua produção secundária refere-se apenas ao mediolitoral. A bomba de sucção não captura este organismo com uma lâmina d'água maior do que alguns centímetros e a contagem dos orifícios é impraticável com o varrido das ondas. Por outro lado, *Puelche* sp B, a segunda espécie mais abundante em número do perfil e dominante na zona de arrebentação, não teve sua produção computada, pois foram coletados apenas indivíduos adultos com o método de amostragem utilizado, o que se deve ao pequeno tamanho dos indivíduos ( $\pm 3$  mm). A ausência de juvenis e um período reprodutivo extenso, com fêmeas ovígeras presentes desde o inverno até o início do verão, inviabilizaram a estimativa da produção secundária para esta espécie.

Apesar da estimativa da produção secundária não ter sido adequada na zona de arrebentação, ela foi representativa nas outras regiões da praia e apresentou um gradiente de produção, com a espécie com menor produção secundária posicionada na porção superior do perfil e a espécie com maior produção na porção inferior do mesmo.

A menor produção secundária estimada para as espécies da região superior do mediolitoral, poderia estar relacionada à menor oferta de alimento. *E. armata*, que alimenta-se apenas quando está imersa, possui adaptações para compensar o menor tempo de alimentação, como grande voracidade e capacidade de ingerir grande quantidade de alimento para digerir no período de repouso no sedimento, como sugerido por Gianuca (1985). Em praias com grande deposição de matéria orgânica, como naquelas com grande deposição de

macroalgas, a maior produção secundária ocorre na parte superior do mediolitoral. A praia de Kommetjie, na costa oeste da África do Sul, recebe grandes quantidades de macroalgas. Como resultado, a diversidade aumenta da marca de baixa mar para o supralitoral, onde habita o anfípode *Talorchestia capensis*, responsável por mais de 90% da biomassa da macrofauna (Griffiths *et al.*, 1983). No caso de *E. furciferus* a menor produção está provavelmente relacionada ao hábito alimentar de detritívoro de subsuperfície num ambiente pobre em matéria orgânica (ver capítulo III para maiores detalhes).

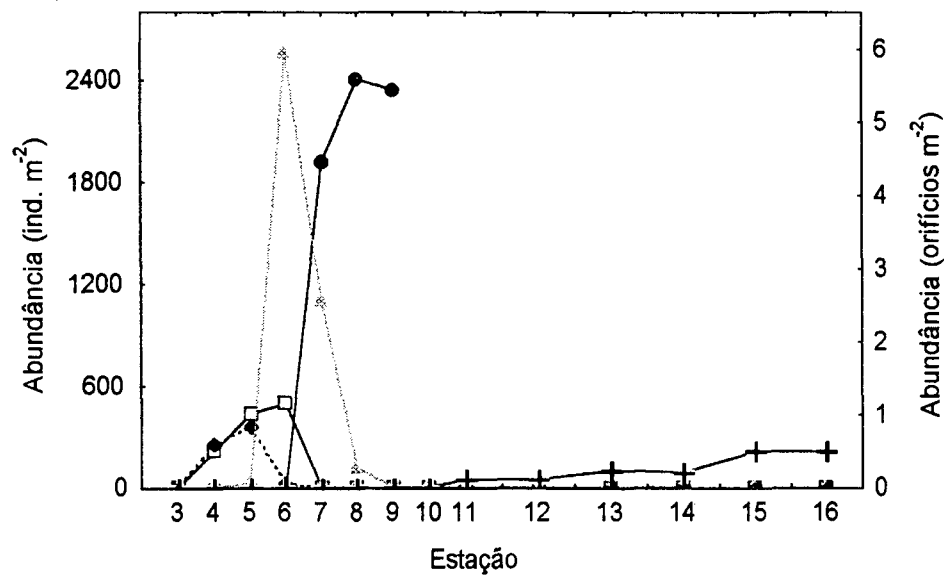


Figura 1: Abundância média por estação, durante o período de estudo em Atami, sendo que a abundância de *Callichirus major* (●) foi estimada em orifícios m<sup>-2</sup>, apenas para o mediolitoral. *Excirrolana armata* (◆), *Euzonus furciferus* (8), *Scolelepis squamata* (\*), *Mellita quinquiesperforata* (+). Estação 3 = média da maré alta, estação 9 = média da maré baixa.

Tabela 1: Produção (P em gPSLC m<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>), biomassa média anual (B em gPSLC m<sup>-2</sup>) e dados sobre cada população.

ESPÉCIE	P	B	P/B	L (a)	V	Z (a <sup>-1</sup> )	Lat	Hábito	Autor
<i>Callichirus major</i>	9,339	9,122	1,02	3	Uni	2,75	25°S	Filtrador	Este estudo
<i>Excitrolana armata</i>	0,351	0,189	1,86	1,6	Bi	2,56	25°S	Detritívoro	Este estudo
<i>Euzonus furciferus</i>	0,466	0,218	2,13	1,8	Uni	3,2	25°S	Detritívoro.	Este estudo
<i>Scoelepis squamata</i>	0,586	0,210	2,78	0,57	Bi	5,52	25°S	Filtrador	Este estudo
<i>Mellita quinquiesperforata</i>	17,457	19,295	0,90	4,4	Uni	1,14	25°S	Detritívoro.	Este estudo
<i>Scoelepis gaucha</i>	0,500	0,073	6,87		Multi	6,84	33°S	Filtrador	Santos, 1994
<i>Scoelepis gaucha</i>	1,845	0,143	12,92		Multi	11,35	33°S	Filtrador	Santos, 1994
<i>Scoelepis gaucha</i>	0,150	0,044	3,39		Multi	3,24	33°S	Filtrador	Santos, 1994
<i>Scoelepis gaucha</i>	2,825	0,783	3,61		Multi	3,62	33°S	Filtrador	Santos, 1994
<i>Excitrolana braziliensis</i>	4,767 <sup>1</sup>	1,316 <sup>1</sup>	3,62	1,33		0,25	23,5°S	Necrófago	Zufiiga et al., 1985
<i>Excitrolana braziliensis</i>	5,014 <sup>1</sup>	1,320 <sup>1</sup>	3,80	1,33		0,25	23,5°S	Necrófago	Zufiiga et al., 1985
<i>Pseudorchestoidea brasiliensis</i>	0,30	0,13	2,30	1,75-0,96		0,78-0,93	23°S	Detritívoro	Cardoso & Veloso, 1996
<i>Pseudorchestoidea brasiliensis</i>	0,28	0,13	2,16	1,17-1		0,93-0,95	23°S	Detritívoro	Cardoso & Veloso, 1996
<i>Talorchestia capensis</i>	10,27 <sup>1b</sup>	4,57 <sup>1b</sup>	2,25	1,5	Bi		33,3°S	Detritívoro	Van Senus & Mclachlan, 1986
<i>Euzonus mucronata</i>	0,149	0,086	1,73	2	Uni		44,6°N	Detritívoro	Kemp, 1988
<i>Emerita brasiliensis</i>	238,50	32,24	7,3	1,5	Uni		33°S	Filtrador	Gianuca, 1985
<i>Mesodesma mactroides</i>	185,27	107,15	1,7	5	Bi		33°S	Filtrador	Gianuca, 1985
<i>Donax hanleyanus</i>	13,56	3,45	3,9	3	Bi		33°S	Filtrador	Gianuca, 1985
<i>Hauistorius canadensis</i>	1,02	0,69	1,49	2	Uni		47,2°N		Donn & Crocker, 1983

<sup>1</sup>= gPS m<sup>-2</sup>; <sup>1b</sup>= gPS m<sup>-2</sup> de animal não fixado; <sup>2</sup>= gPSLC m<sup>-1</sup>. L = longevidade, Z = mortalidade, V = voltinismo, Lat = latitude.

A produção secundária das espécies está relacionada com a fonte de alimento e sua quantidade e a estratégia alimentar de cada espécie. Brown & McLachlan (1990) classificaram as fontes de alimento da praia em: microflora bêntica, fitoplâncton, macrófitas encalhadas, cadáveres, matéria orgânica particulada, matéria orgânica dissolvida, insetos e lixo. Segundo os mesmos autores, os principais grupos tróficos do bentos de praias arenosas são filtradores, saprófagos, e necrófagos-predadores. Deve-se considerar que um grupo trófico será dominante apenas quando o alimento mais abundante for capturado com mais eficiência por aquela estratégia alimentar. Parece lógico supor que uma praia com extensa zona de arrebentação tenha o predomínio de filtradores, pois a maior parte dos detritos permanecem na coluna d'água, pela constante movimentação das ondas. Uma praia com grande e freqüente aporte de macroalgas, quase certamente terá o predomínio de saprófagos-detritívoros na região subaérea. Quando incluímos a zonação no esquema trófico observamos que uma extensa zona de arrebentação com dominância de filtradores não elimina os outros grupos, nem diminui necessariamente sua abundância. Na praia dissipativa do Cassino – RS, por exemplo, os filtradores *Mesodesma mactroides*, *Emerita analoga* e *Donax hanelyanus* são dominantes; apesar de *E. armata*, *E. furciferus* e *S. squamata* apresentarem densidades médias, com até um grau de magnitude maior do que em Atami.

Segundo Brown & McLachlan (1990), comedores de depósito ocorreriam em praias protegidas, onde o sedimento é suficientemente estável e os detritos orgânicos são abundantes no sedimento. Essa generalização não leva em consideração a capacidade adaptativa das espécies, como o gênero *Euzonus*, por exemplo, um comedor de depósito ou detritívoro de subsuperfície, que adaptou-se ao mediolitoral de praias expostas.

Essa sucessão de espécies dominantes ao longo do perfil, indica a existência de características tróficas distintas entre as diferentes zonas da praia. Em Atami, na região superior do perfil, no supralitoral, predominam grupos de necrófagos e/ou predadores oportunistas, como o decápode *Ocypode quadrata*; outro organismo importante é o coleóptero *Bledius bonaerensis*, que pasta sobre o microbentos aderido aos grãos de areia. A faixa logo abaixo, de retenção, é dominada pelo necrófago-predador oportunista *E. armata*. Na zona de ressurgência, o filtrador *S. squamata* domina em número. *E. furciferus*, dominante nestas duas faixas, é um comedor de depósito e ocupa, também, posição espacial distinta podendo migrar verticalmente no sedimento. A faixa de saturação, aqui como uma extensão da zona de arrebentação, foi dominada em biomassa pelo filtrador *C. major*. Essa região possui a maior diversidade, destacando-se o bivalve filtrador *Donax gemmula*, os anfípodas *Puelche* spB e *Bathyporeiapus ruffoi*, e os poliquetas *Hemipodus olivieri*, *Nephtys simoni* e *Dispio remanei*. A zona de águas rasas, foi dominada pelo equinóide detritívoro *M. quinquesperforata*. Com isto as zonas superiores do mediolitoral – secagem e retenção- seriam caracterizadas, em Atami, por espécies necrófago-detritívoras de superfície e sub-superfície. As duas zonas seguintes – de ressurgência e arrebentação- seriam caracterizadas por espécies filtradoras; e a zona de água rasas dominada por uma espécie detritívora.

Essa caracterização trófica por regiões do perfil permite uma comparação mais coerente entre praias. Seria superficial classificar uma praia como dominada por detritívoros ou filtradores, sem considerar as zonas existentes dentro da área amostrada e a extensão de cada zona no perfil praias. Em Atami por exemplo, se a análise se restringir ao mediolitoral,

a praia seria caracterizada como dominada por filtradores em produção e biomassa; mas a caracterização seria diferente, se incluíssemos todo o perfil.

As regiões de retenção e de saturação da praia de Atami, dominadas por detritívoros, apresentaram os menores valores de biomassa entre os ambientes marinhos representados na tabela 2, com exceção de uma comunidade existente a 80 m de profundidade, no mar Báltico. Isto indica um baixo aporte de detritos na praia durante o período de estudo. No outro extremo está a praia do Cassino, no Rio Grande do Sul, com os maiores valores apresentados. Esta praia situa-se próximo à desembocadura da Lagoa dos Patos, e sob influência da convergência subtropical, região com alta produção biológica, fatores que colocam aquela praia entre os ambientes mais produtivos do mundo (Gianuca, 1997). *Emerita brasiliensis*, *Mesodesma mactroides* e *Donax hanleyanus*, todos de hábito filtrador, são os responsáveis por esta alta produção, totalizando mais de 95% da biomassa da macrofauna intermareal (Tab.1)

As regiões que apresentaram o maior P/B em Atami foram aquelas dominadas por espécies com menor longevidade. Da mesma forma, o P/B ao redor de 3, na praia do Cassino, deve-se à baixa longevidade de *E. brasiliensis*. Do mesmo modo, a alta relação P/B para a praia de Shertellai, na Índia, está relacionada à produção de dois donacídeos, *Donax incarnatus*, com 56% da produção total do macrobentos e *D. spiculum*, com 61% do total, com longevidade entre 1-2 anos (Ansell *et al.*, 1978). As associações que apresentaram P/B baixos ( $\pm 1$  ou menor), foram dominadas por espécies com maior longevidade. Sprung (1994), por outro lado, atribuiu os valores de P/B obtidos à baixa longevidade das espécies dominantes, nas comunidades do estuário Ria Formosa, no extremo sul de Portugal.

Tabela 2: Produção secundária (P em gPSLC m<sup>-2</sup> ano<sup>-1</sup>) e biomassa média (B em gPSLC m<sup>-2</sup>) da macrofauna bentônica.

Localização	P	B	P/B	Autor
Costa de Northumberland- plataforma	1,74	3,98	0,4	Buchanan & Warwick, 1974
Estuário Tamar GB	13,3	13,2	1,01	Warwick & Price, 1975
Mar Baltico- comunidade de <i>Macoma</i>	6,8	4,3	1,6	Cederwall, 1977
Estuário Grevelingen	41,3	25,7	1,6	Wolf & de Wolf, 1977
Baía de Carmathen- <i>Venus</i> associação	25,8	45,8	0,56	Warwick, <i>et al.</i> 1978
Estuário Foz	26,1-118,4	3,2-37,4	1,6-5,2	Anadon, 1980
Mar de Wadden- planície de Arenicola	50,2	27,6	1,83	Asmus, 1987
Mar de Wadden- Nereis-Corophium	17,5	16,5	1,05	Asmus, 1987
Mar de Wadden- banco <i>Zostera</i>	48,2	30,2	1,6	Asmus, 1987
Ria Formosa- planície arenosa	32,5	15,2	2,14	Sprung, 1994
Ria Formosa- banco <i>Zostera</i>	54,2	16,7	3,24	Sprung, 1994
Ria Formosa- planície lodosa	54,7	22,4	2,44	Sprung, 1994
Praia de Loch Ewe – Escócia	6,07	3,03	2	Ansell <i>et al.</i> , 1978
Praia de Shertallai-Índia	12,789*	0,59	21,7	Ansell <i>et al.</i> , 1978
Cassino – zona de varrido	437,33	142,84	3,06	Gianuca, 1985
Atami - zona de retenção	0,677	0,371	1,82	Este estudo
Atami - zona de ressurgência	0,726	0,275	2,64	Este estudo
Atami - zona de arrebentação	7,911	8,353	0,95	Este estudo
Atami - zona de águas rasas	17,127	19,295	0,89	Este estudo

\*em gPS m<sup>-2</sup>ano<sup>-1</sup>, utilizando os fatores de conversão 1gC=50Kj e 1gC=0,4PS (Winberg, 1971).

A praia de Atami apresentou baixa produção secundária devido por um lado à falta de aporte regular de matéria orgânica particulada, como macroalgas e encalhes de animais, e por outro, por estar numa região com baixa produção primária, se comparada com águas da convergência subtropical.

Não foram construídos, até hoje, modelos dinâmicos para ecossistemas de praias, que quantifiquem as mudanças no tempo real ou simulado. Os modelos construídos se limitaram a descrever a situação prevalecente durante certo período médio. São portanto, modelos estáticos que comparam os fenômenos a diferentes intervalos de tempo e fazem inferências sobre os processos que estão ocorrendo (e.g., Ansell *et al.*, 1978; McLachlan *et al.*, 1981). A construção de um modelo dinâmico da praia seria importante para conhecer a relação entre os vários componentes e compartimentos do ecossistema de um modo

integrado. Constituído-se uma importante ferramenta para definir novas pesquisas e planos de manejo para este ecossistema.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANADON, R. 1980. Estudio ecológico de la macrofauna del estuario de La Foz (NO España): I. composición, estructura, variación estaciona y producción de las comunidades. **Inv. Pesq.** **44**(3):407-444
- ANSELL, A.D., McLUSKY, D.S., STIRLING, A. & TREVALION, A. 1978. Production and energy flow in the macrobenthos of two sandy beaches in South West India. **Proc. R.Soc. Edinb.** **76B**,269-296.
- ASMUS, H. 1987. Secondary production of an intertidal mussel bed community related to its storage and turnover compartments. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** **39**:251-266.
- BORZONE, C. A. & GIANUCA, N. M. 1990. A zonação infralitoral em praias arenosas expostas. In: Aciesp (eds.), **II Simposio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira**, **3**: 280-296. São Paulo.
- BROWN, A.C. & McLACHLAN, A. 1990. **Ecology of sandy shores**. Elsevier, Amsterdam, 328 p.
- BUCHANAN, J.B. & WARWICK, R.M. 1974. An estimate of benthic macrofaunal production in the offshore mud of the Northumberland Coast. **J. Mar. Biol. Ass. U.K.** **54**:197-222.
- CARDOSO, R.S. & VELOSO, V.G. 1996. Population biology and secondary production of the sandhopper *Pseudorchestia brasiliensis* (Amphipoda: Talitridae) at Prainha Beach, Brazil. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** **142**:111-119.
- CEDERWALL, H. 1977. Annual macrofauna production of a soft bottom in the Northern Baltic Proper. **Biology of Benthic organisms**. Oxford: Pergamon Press, 155-164.
- DONN, T.E. & CROKER, R.A. 1983. Production ecology of *Haustorius canadensis* (Amphipoda : Haustoriidae) in southern Maine. In: **Sandy beaches as ecosystems** (McLachlan, A. & Erasmus, T., eds) Junk Publishers, Boston, 661-668.
- GIANUCA, N. M. 1985. **The ecology of a sandy beach in Southern Brazil**. Thesis (Ph.D.) - Univ. Southampton, Dept. of Oceanography. 330p.



- GIANUCA, N.M. 1997. Benthic beach invertebrates. In: **Subtropical convergence environments**. Seeliger, U.; Odebrecht, C. & kCastelo, J.P. (eds.). Spring, Berlin, 114-117.
- GRIFFITHS, C.L.; STENTON-DOZEY, J.M.E. & KOOP, K. 1983. Kelp wrack and energy flow through a sand beach. In: **Sandy beaches as ecosystems** (McLachlan, A. & Erasmus, T., eds). Junk, The Hague, 547-556.
- KEMP, P. F. 1988. Production and life history of a deposit feeding polychaete in an atypical environment. **Estuar. Coast. Shelf Sci.**, **26** (4): 437-446.
- McLACHLAN, A.; ERASMUS, T.; DYE, A.H.; WOOLDRIDGE, T.; VAN DER HORST, G. & ROSSOUW, G. 1981. Sand beach energetics: an ecosystem approach towards a high energy interface. **Est. Coast. and Shelf Sci.** **13**(1):11-25.
- SANTOS, P.J.P. 1994. Population dynamics and production of *Scolelepis gaucha* Polychaeta : Spionidae) on the sandy beaches of Southern Brazil. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, **110**: 159-165.
- SHORT, A. D. & WRIGHT, L. D. 1983. Physical variability of sandy beaches. pp: 145-156. In: McLachlan, A. & T. Erasmus (eds) **Sandy Beaches as Ecosystems**. Junk, The Hague.
- SPRUNG, M. 1994. Macrobenthic secondary production in the intertidal zone of the Ria Formosa – a lagoon in the Southern Portugal. **Est. Coast. Shelf. Sci.**, **38**:539 – 558.
- VAN SENUS, P. & McLACHLAN, A. 1986. Growth, production and a partial energy budget for the amphipod, *Talorchestia capensis* (Crustacea, Talitridae) in the Eastern Cape, South Africa. **Mar. Ecol.**, **7**(2): 165-179
- WARWICK, R. M. & PRICE, R. 1975. Macrofauna production in an estuarine mud-flat. **J. Mar. Biol. Ass. U. K.**, **55**, 1-18.
- WARWICK, R. M., GEORGE, C.L. & DAVIES, J.R. 1978. Annual macrofauna production in a *Venus* community. **Estuar. Cstl. Mar. Sci.** **7**:215-241.
- WINBERG, G.G., 1971. **Methods for the estimation of production of aquatic animals**. Academic Press, London, 175 pp.
- WOLFF, W.L. & De WOLFF, L. 1977. Biomass and production of zoobenthos in the Grevelingen estuary, the Netherlands. **Estuarine Coastal Shelf Sci.**, **5**: 1-24

ZUÑIGA, O.; PENA, R. & CLARKE, M. 1985. Historia de vida y produccion de *Excirolana braziliensis* Richardson, 1912 (Isopoda: Cirolanidae). **Estud. Oceanol.**, 4: 9-19.