

Macrofauna bêntica de uma planície de maré da Enseada de Ratoles, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil

Guisla Boehs^{1*}
Arno Blankensteyn²
Rafael Alves³
Rachel Costa Sabry³
Fernanda Guimarães de Carvalho³
José Antônio Santos Domingos³
José Waldecir de Carvalho Filho³

¹Depto. de Aqüicultura, CCA-UFSC
C. P. 476, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil
guisla@cca.ufsc.br

²Depto. de Ecologia e Zoologia, CCB-UFSC

³Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Aqüicultura, CCA-UFSC

*Autora para correspondência

Aceito para publicação em 13/06/2003

Resumo

O presente estudo analisou a composição, abundância e distribuição espacial da macrofauna bêntica em uma planície de maré da Enseada de Ratoles, Ilha de Santa Catarina (SC, Brasil). As amostragens foram feitas em 5 níveis entremarés sobre um transecto de 120 m: N1 e N2 – no baixio não vegetado, N3 e N4 – na marisma monoespecífica de *Spartina alterniflora* e N5 – no manguezal. As amostras foram delimitadas com um amostrador cilíndrico (área: 0,017 m²), enterrado a 10 cm no substrato, com réplicas aleatorizadas. A planície apresentou predomínio de areia

na classe modal fina, com expressiva presença de finos (11%-47%). Aumentos progressivos do grau de umidade e do teor de matéria orgânica, em oposição à diminuição do pH e da salinidade, ocorreram em direção ao N5, nível com baixa riqueza e abundância da macrofauna. Os poliquetas foram o taxon mais conspícuo na planície, seguidos por moluscos e crustáceos. Evidências de zonação da macrofauna foram obtidas pela presença do caranguejo *Eurytium limosum* no manguezal, *Nereis oligohalina*, *Neritina virginea*, *Lucina pectinata* e *Crassostrea* sp. na marisma e *Scoloplos* sp., *Glycinde multidentis*, *Polydora* sp. e *Anomalocardia brasiliiana* no baixio não vegetado.

Unitermos: Macrofauna bêntica, composição-distribuição, planície de maré, Enseada de Ratones, Ilha de Santa Catarina

Abstract

Species composition, abundance and spatial distribution of benthic macrofauna were analysed on a tidal flat in Ratones Cove, Santa Catarina Island (SC, Brazil). Sampling was carried out at five tidal levels established along a 120 m transect: N1 and N2 – non-vegetated tidal flat, N3 and N4 – monospecific *Spartina alterniflora* marsh and N5 – mangrove. The samples were delimited with a corer 0.017 m² in area, to a depth of 10 cm, with random replicates. Fine sands predominated on the flat, with high silt-clay fractions (11%-47%). A progressive increase in water and organic matter content, against a pH and salinity decrease, was observed towards the N5 level, with low macrofauna richness and abundance. Polychaete worms were the most conspicuous taxon, followed by molluscs and crustaceans. Evidence of macrofauna zonation was obtained by the presence of the crab *Eurytium limosum* in the mangrove, *Nereis oligohalina*, *Neritina virginea*, *Lucina pectinata* and *Crassostrea* sp. in the salt marsh, and *Scoloplos* sp., *Glycinde multidentis*, *Polydora* sp. and *Anomalocardia brasiliiana* on the tidal flat.

Key words: Benthic macrofauna, species composition-distribution, tidal flat, Ratonés Cove, Santa Catarina Island

Introdução

Planícies de maré são ambientes deposicionais de baixa energia, colonizados por algas ou por macrófitas, tanto em regiões temperadas quanto tropicais (Lana et al., 1997). A distribuição da macrofauna nesses locais depende de fatores como salinidade, regime de marés e energia ambiental, podendo ser influenciada também por interações biológicas e pela presença-ausência da vegetação halófitas, como manguezais e marismas (Reise, 1985; Peterson, 1991).

Apesar da eminente adversidade ambiental, as planícies de maré comportam em geral uma rica comunidade macrobêntica, que serve de recurso alimentar a espécies visitantes, como aves, peixes demersais e decápodes (Reise, 1985). Poliquetas, moluscos e crustáceos são os grupos dominantes desses ambientes, vitais na estrutura, produção e dinâmica dessas comunidades (Mackie e Oliver, 1996).

Embora muitos estudos a respeito da distribuição de comunidades bênticas de planícies de maré tenham sido realizados desde o início do século XX, a maioria se restringe a áreas temperadas. Na década de 1970, algumas investigações pioneiras foram feitas em regiões tropicais da Ásia e da Austrália e, posteriormente, na América do Sul. No sul do Brasil, vários estudos foram conduzidos no complexo estuarino da Baía de Paranaguá (PR). Nesse estuário, a influência das marismas de *Spartina alterniflora* sobre a estrutura e variabilidade sazonal da macrofauna bêntica, foi analisada por Lana e Guiss (1991). Netto e Lana (1995) estudaram os padrões de zonação da macrofauna em uma marisma e baixio não vegetado. Blankensteyn (1994) realizou experimentos sobre interações biológicas da macrofauna de

marismas e manguezal. A composição e abundância de poliquetas de planícies de maré foi analisada por Lana et al. (1997) e, Boehs e Absher (1999) estudaram a composição e distribuição espaço-temporal da malacofauna bêntica de baixios entremarés não vegetados do referido estuário. No litoral do Estado de São Paulo (sudeste do Brasil), estudos da macrofauna bêntica de planícies de maré foram feitos por Flynn et al. (1996), Attolini et al. (1997) e Reis et al. (2000).

A maioria desses estudos feitos no sul e sudeste do Brasil, enfatiza o importante papel das marismas na abundância e na manutenção das associações macrobênticas. Esses ecossistemas atingem o seu maior grau de desenvolvimento estrutural em regiões temperadas (Davy e Costa, 1992). Nesse caso, assumem o equivalente ecológico dos manguezais, que são ecossistemas tipicamente tropicais (Kjerfve, 1990), por fornecerem as condições de abrigo contra predadores e alimento em abundância. A existência de uma rizosfera de oxigênio junto aos rizomas de *Spartina alterniflora* (Howes et al., 1981), é provavelmente um fator favorável para os invertebrados bênticos contra o estresse da anoxia do sedimento, comum em fundos moles (Gray, 1981). Em latitudes transicionais entre climas tropicais e subtropicais (como o litoral dos estados do Paraná e Santa Catarina), verifica-se a coexistência de marismas e manguezais, situação válida para as planícies de maré da Baía Norte da Ilha de Santa Catarina. Nessa região, são ainda escassas as informações sobre a biodiversidade e a ecologia das comunidades bênticas do entremarés.

O presente estudo teve por objetivo analisar a composição, a abundância e a distribuição espacial da macrofauna bêntica de uma planície de maré da Enseada de Ratonés, situada na Baía Norte, Ilha de Santa Catarina (SC, Brasil).

Material e Métodos

O trabalho foi realizado na face norte da Enseada de Ratonés, no setor noroeste da Ilha de Santa Catarina (Figura 1). Conforme Bússolo Jr. (2002), a Enseada de Ratonés é a mais extensa da ilha e está inserida no domínio costeiro da bacia hidrográfica do rio Ratonés. É uma feição geomorfológica rasa de águas calmas, com profundidade média de 1,19 m e máxima de 2 m. As marés na enseada têm regime semidiurno e são classificadas como micromarés; apresentam amplitude média de 0,63 m e variação fortemente dependente da atuação conjunta dos ventos dos quadrantes norte, noroeste e principalmente sul (Bússolo Jr., *op. cit.*). A classificação climática da região que abrange a Ilha de Santa Catarina é do tipo **Cfa** (clima mesotérmico úmido), sem estação chuvosa definida. A temperatura média anual na região é de 20°C, com média máxima em janeiro (24,3°C) e mínima em julho (16,4°C) (GAPLAN, 1996).

As amostragens foram feitas no mês de agosto/2002, durante maré baixa de sizígia, em 5 níveis entremarés, estabelecidos ao longo de uma transecção de 120 m, sendo: N1 e N2 – no baixio entremarés não vegetado (distância de 60 m), N3 e N4 (distância de 30 m) – na faixa da marisma de *Spartina alterniflora* e N5 (distância de 30 m) – no início do manguezal, com vegetação constituída por *Rhizophora mangle* e *Avicennia schaueriana*. Um amostrador cilíndrico com diâmetro de 15 cm (área: 0,017 m²), enterrado a 10 cm no substrato, foi utilizado para as amostragens biológicas, com a tomada de 3 repetições aleatorizadas em cada nível. Amostras de sedimento foram coletadas para as análises de matéria orgânica, carbonato, umidade e granulometria. Em cada nível foram ainda tomadas as medidas da temperatura, do pH e da salinidade da água intersticial. O material biológico foi fixado em formaldeído a 5% após a coleta. Os organismos da macrofauna foram triados sobre peneiras sobrepostas com 1 e 0,5 mm de abertura de malha. A macrofauna foi conservada em álcool 70%

para posterior identificação e quantificação. As frações vegetais aérea e subterrânea da faixa da marisma (N3 e N4) e subterrânea do manguezal (N5), foram separadas durante o processo da triagem e posteriormente secadas em estufa (60°C até peso constante), para a estimativa da biomassa vegetal.

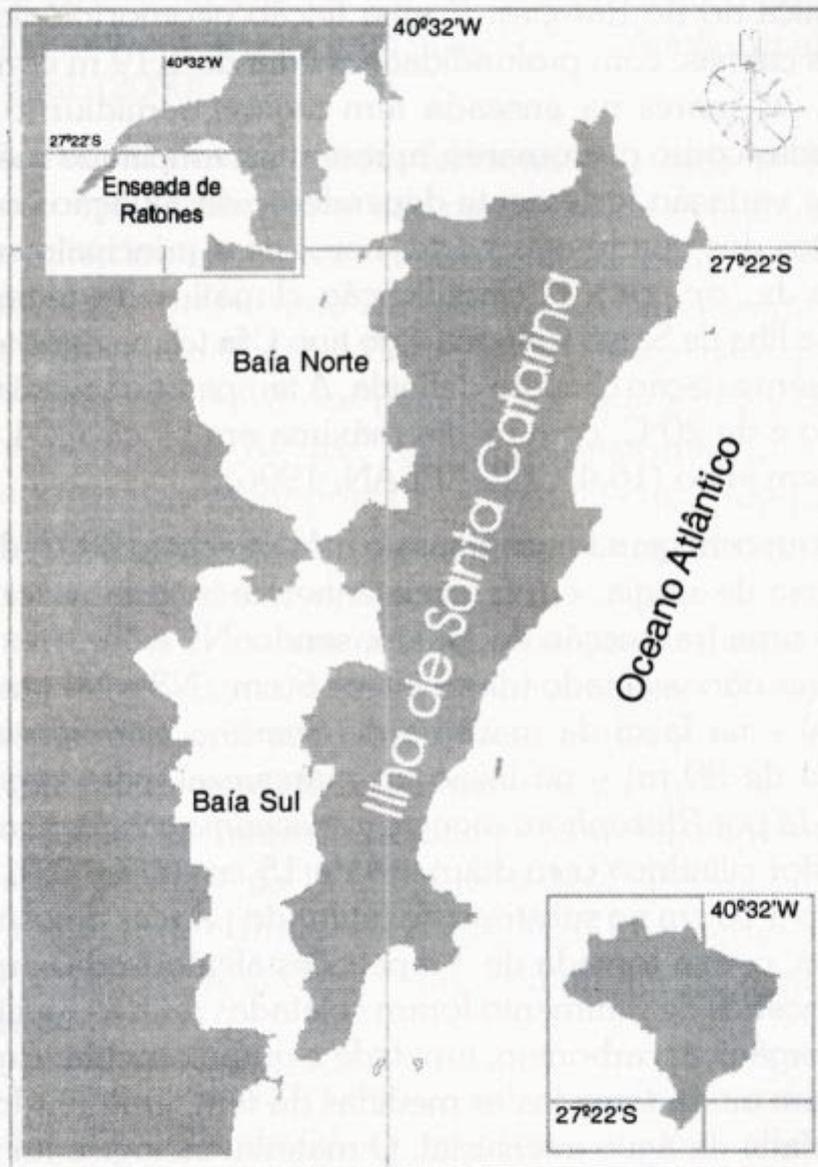


FIGURA 1: Mapa da Ilha de Santa Catarina. Em destaque, a Enseada de Ratores, com a indicação do local de coleta, na intersecção das coordenadas 27°22'S e 40°32'W.

O grau de umidade do sedimento foi obtido pela secagem de amostras em estufa a 60°C, até peso constante. As médias dos teores de matéria orgânica, de 3 subamostras de cada nível estudado, foram obtidas por meio do método de ignição em forno mufla, a 550°C/1 h. O teor de carbonato foi obtido usando-se tratamento com ácido clorídrico (15%), conforme Dean Jr. (1974). Para as análises granulométricas, seguiu-se o procedimento padrão descrito por Suguio (1973), ou seja, método de pipetagem para as frações de finos e método de peneiramento para as frações de areia. O tratamento estatístico dos dados de granulometria foi feito com o Programa de Análise Granulométrica Completa – PANCOM, elaborado por Toldo Jr. e Medeiros (1986), com classificação textural baseada em Shepard (1954) e parâmetros estatísticos (média, desvio padrão, mediana, curtose e assimetria) calculados de acordo com as fórmulas de Folk e Ward (1957).

A diversidade e a equitatividade (J') da comunidade macrobêntica foram calculadas utilizando-se o índice de Shannon-Wiener (H') (\log_{10}), a partir da composição e abundância das espécies nas três réplicas de cada nível. A estrutura da comunidade foi também posta em evidência pelo uso de uma Análise de Componentes Principais (PCA, 95%), técnica multivariada de ordenação, combinando variáveis biológicas e fatores abióticos. Utilizou-se, para cada variável, as médias entre as repetições e todos os dados sofreram transformação prévia ($\log e$).

O grau de similaridade entre os níveis quanto à presença-ausência de espécies, foi verificado pelo uso do índice binário de Sørensen (CC_s) (0 a 100%, afinidades mínima e máxima, respectivamente). Valores acima de 50% foram considerados indicadores de alta afinidade entre amostras e o valor de 25% foi arbitrariamente usado para separar baixos e intermediários níveis de afinidade, em concordância com Wu e Richards (1981). A afinidade das associações faunísticas entre os níveis quanto à composição e dados de abundância foi também avaliada pelo uso de técnica multivariada de agrupamento, modo Q, com base no coeficiente de distância de Bray-Curtis (I_{BC}).

Resultados

A temperatura da água intersticial apresentou variação pouco expressiva ao longo da transecção (19,5 – 20°C). A salinidade e o pH, embora dentro de uma pequena faixa de variação, apresentaram um gradiente decrescente do baixo não vegetado em direção ao manguezal. O grau de umidade e o teor de matéria orgânica no sedimento apresentaram um gradiente crescente, com valores elevados no N5-manguezal. O teor de carbonato biodetrítico foi menor que 1% em todos os níveis. A biomassa vegetal, incluindo as frações aérea (colmos e folhas) e subterrânea (raízes e rizomas) na marisma e somente a fração subterrânea (pneumatóforos e raízes) no N5-manguezal, mostrou valores mais baixos no N4 (com menor densidade de colmos de *Spartina alterniflora*), em relação ao N3 e ao N5 (Tabela 1).

TABELA 1 – Parâmetros da água intersticial, do sedimento e da biomassa vegetal ao longo de uma transecção entremarés de 120 m na Enseada de Ratores, Ilha de Santa Catarina, SC.

Níveis	Temperatura °C	Salinidade ‰	pH	Matéria Orgânica %	Carbonato %	Umidade %	Biomassa Vegetal kg.m ⁻²
N1	19,6	33,0	7,07	1,30	0,95	17,66	-
N2	19,9	32,3	6,93	1,66	0,50	17,80	-
N3	20,0	31,3	6,88	1,81	0,91	22,15	5,16*
N4	20,0	30,0	6,88	2,64	0,83	36,46	3,56*
N5	19,6	28,0	6,56	12,67	0,41	62,93	5,10**

* Fração aérea + subterrânea; ** fração subterrânea

De acordo com a classificação textural de Shepard, os níveis N1-baixo e N5-manguezal apresentaram sedimento areno-lamoso e os demais níveis sedimento arenoso. Pelo cálculo dos parâmetros

estatísticos de Folk e Ward (1957), a classificação dos grãos pela mediana indicou o predomínio de areias na classe modal fina em todos os níveis. O desvio padrão mostrou grãos muito pobremente selecionados no N1 e no N5 e pobremente selecionados nos demais níveis. Nos níveis N1 e N5 obteve-se curtose platicúrtica e nos demais níveis leptocurtia acentuada. O percentual de finos variou entre 11% (N2) e 47% (N5), refletindo em assimetria muito positiva dos grãos em todos os níveis. A freqüência relativa de cada fração textural (areia, silte e argila) está graficamente expressa na figura 2.

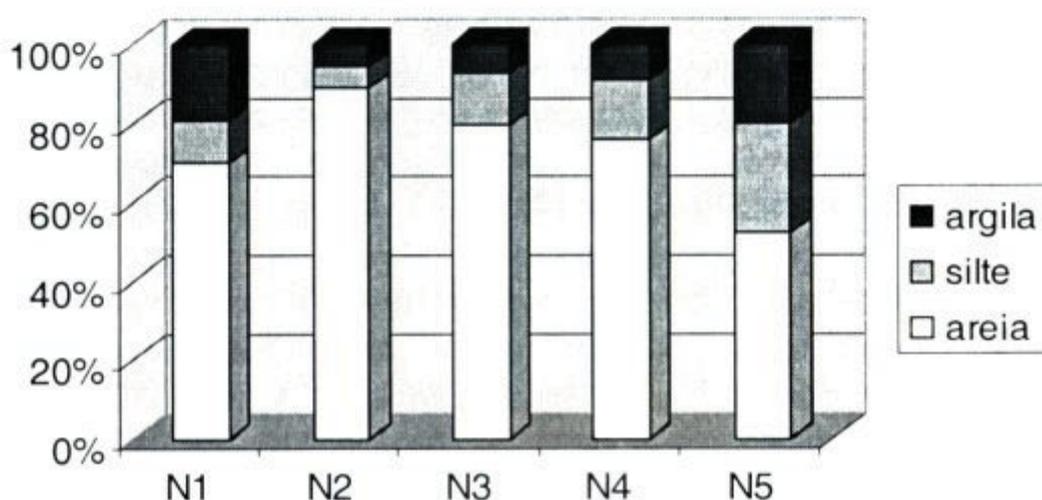


FIGURA 2: Percentual das frações texturais componentes do sedimento nos diferentes níveis entremarés da Enseada de Ratonés, SC.

A macrofauna esteve representada por um total de 291 indivíduos distribuídos em 39 espécies (Tabela 2). As espécies mais abundantes foram: *Nereis oligohalina*, *Neritina virginea*, *Polydora* sp. e *Isolda pulchella*, somando juntas 52% da abundância total. Poliquetas, seguidos por moluscos e crustáceos, foram as taxocenoses com maior número de espécies e de indivíduos na planície. Os primeiros somaram 14 espécies e abundância total de 53,8% da macrofauna. Em geral, esses organismos foram mais expressivos na área não vegetada, onde ocorreram 11 espécies, sendo 9 exclusivas, e o grupo somou 71% da macrofauna nestes níveis. Os moluscos, com 10 espécies na planície, excetuando-se *Anomalocardia brasiliiana*,

foram mais conspícuos na faixa inferior da marisma (N3), onde somaram 47% da macrofauna. *Lucina pectinata*, *Sphenia antillensis*, *Tagelus plebeius*, *Mytella guyanensis*, *Codakia costata* e as ostras *Crassostrea* sp. foram espécies exclusivas da marisma. Os crustáceos representaram apenas 5,8% do total de indivíduos da planície e estiveram, similarmente à maioria dos moluscos, fortemente associados com a marisma, onde 8 espécies foram exclusivas.

Conforme mostra a tabela 3, o menor número de espécies (e de indivíduos no N5) ocorreu nos níveis extremos da transecção; o N3, faixa densamente vegetada por *Spartina alterniflora*, apresentou as maiores riqueza e abundância, seguido pelo N2, nível superior do baixio não vegetado; no N4, com vegetação mais esparsa de *S. alterniflora*, obteve-se a mais alta diversidade (H') e equitatividade (J') da transecção, resultado esse influenciado pela composição proporcional das espécies, isto é, pelo baixa dominância de espécies em particular. Conforme se observa na tabela 3, essa tendência foi evidenciada em toda a transecção da Enseada de Ratoles.

A estrutura da comunidade pôde também ser evidenciada pela aplicação da técnica multivariada de ordenação (PCA), com base nas espécies de maior expressão na planície e fatores ambientais. Espécies infrequentes e/ou com baixo número de indivíduos e variáveis ambientais com inexpressiva amplitude de variação ao longo da transecção (como temperatura e carbonato) foram excluídas dessa análise. Foram, dessa forma, postos em evidência, 7 fatores abióticos e 19 espécies das taxocenoses: poliquetas, crustáceos (4 espécies de Amphipoda previamente agrupadas) e moluscos, que totalizaram 84,6% da abundância da macrofauna. O resultado gráfico do plano fatorial I-II do PCA, que explicou 74,2% da variabilidade total dos dados, está expresso na figura 3 e evidenciou: (a) pH e salinidade mais altos e forte presença da fração areia nos níveis do baixio, com o qual estiveram associadas as espécies: *Anomalocardia brasiliiana*, *Glycinde multidens* e *Scoloplos* sp. no N1 e *Polydora* sp., *Heteromastus* sp.

e Paraonidae no N2; (b) no N3-marisma, os crustáceos (Amphipoda e Caridae), os poliquetas *Nereis oligohalina* e *Isolda pulchella* e os moluscos *Lucina pectinata*, *Neritina virginea*, *Crassostrea* sp. e ainda *Macoma constricta*; (c) *Laeonereis acuta* no N4-marisma; (d) o Xanthidae *Eurytium limosum* no N5-manguezal, nível contraposto ao baixio pela forte presença de silte e argila e pelos altos teores de umidade e de matéria orgânica.

TABELA 2 – Composição, densidade (inds. m⁻²) e distribuição da macrofauna na planície de maré da Enseada de Ratonés, SC. Densidade calculada com base na média de 3 repetições aleatorizadas/nível entremarés; área total/nível de 0,051m².

			N1	N2	N3	N4	N5
POLYCHAETA	TRICHOBRANCHIDAE	<i>Terebellides anguicomus</i>	19,6	-	-	-	-
	PILARGIDAE	<i>Sigambra grubii</i>	-	-	-	19,6	-
	OPHELJIDAE	<i>Armandia maculata</i>	-	19,6	-	-	-
	AMPHARETIDAE	<i>Isolda pulchella</i>	-	58,8	372,5	19,6	117,6
	GONIADIDAE	<i>Glycinde multidentis</i>	117,6	137,2	-	-	-
	NEREIDIDAE	<i>Nereis oligohalina</i>	-	-	803,9	78,4	-
		<i>Laeonereis acuta</i>	-	-	-	78,4	-
	CAPITELLIDAE	<i>Heteromastus</i> sp.	-	78,4	-	-	-
	SPONIDAE	<i>Polycora</i> sp.	19,6	607,8	39,2	-	19,6
	ORBINDAE	<i>Scolopis</i> sp.	254,9	215,7	-	-	-
	EUNICIDAE	<i>Morphysa</i> sp.	19,6	-	-	-	-
	PARAONIDAE		19,6	58,8	19,6	-	-
	ONUPHIDAE		-	19,6	-	-	-
	SYLLIDAE		-	19,6	-	-	-
	OLIGOCHAETA			-	392,1	-	19,6
CRUSTACEA	XANTHIDAE	<i>Eurytium limosum</i>	-	-	-	-	39,2
		<i>Paropeus</i> sp.	-	-	19,6	-	-
	AMPHIPODA	GAMARIDEA	-	19,6	39,2	19,6	-
		(A)	-	-	19,6	19,6	-
		(B)	-	-	-	19,6	-
	AMPHIPODA (C)	-	-	19,6	-	-	
	PENAEIDAE	-	-	-	19,6	-	
	CARIDEA	-	-	58,8	-	-	
	TANAIDACEA	-	-	-	19,6	-	
	ISOPODA	-	-	19,6	-	-	
MOLLUSCA	GASTROPODA	<i>Neritina virginea</i>	-	19,6	803,9	-	-
		<i>Macoma constricta</i>	19,6	-	39,2	39,2	-
	BIVALVIA	<i>Lucina pectinata</i>	-	-	156,8	19,6	-
		<i>Sphenia antillensis</i>	-	-	19,6	-	-
		<i>Tagelus plebeius</i>	-	-	19,6	-	-
		<i>Tagelus divisus</i>	19,6	-	-	-	-
		<i>Mytella guyanensis</i>	-	-	19,6	-	-
		<i>Codakia costata</i>	-	-	19,6	-	-
		<i>Anomalocardia brasiliana</i>	98,0	78,4	-	19,6	-
		<i>Crassostrea</i> sp.	-	-	176,5	-	-
PHORONIDA		-	19,6	-	-		
UROCHORDATA	ASCIDIACEA	19,6	-	-	-		
CEPHALOCHORDATA		-	19,6	-	-		
CRANIATA	GOBIIDAE	-	-	-	19,6		

TABELA 3 – Atributos da comunidade macrobêntica da Enseada de Ratoles, SC. Área total/nível amostral: 0,051m² (soma das 3 repetições).

Níveis	Riqueza	Abundância*	Diversidade (H')	Equitatividade (J')
N1-baixio	10	31	0,798	0,766
N2-baixio	15	90	0,873	0,742
N3-marisma	18	136	0,842	0,671
N4-marisma	14	21	1,064	0,929
N5-manguezal	4	13	0,523	0,869

* Número absoluto, por soma dos indivíduos das 3 repetições em cada nível.

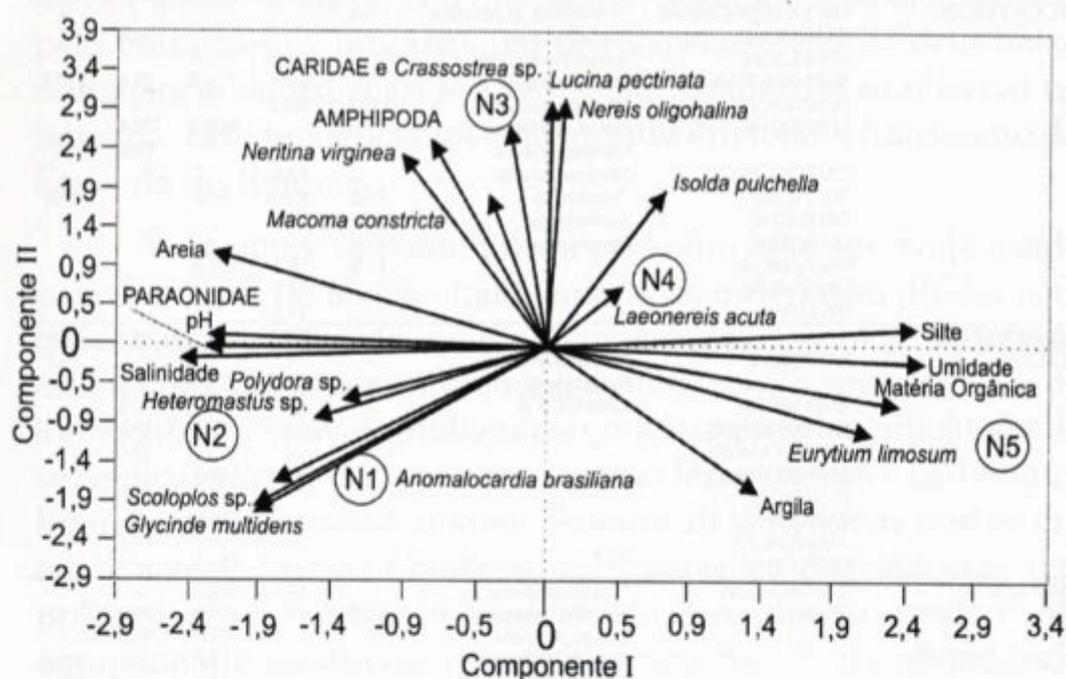


FIGURA 3: Resultado gráfico da Análise de Componentes Principais (PCA, 95%), com a projeção dos vetores-variáveis (espécies e fatores abióticos) e observações (níveis amostrais) no plano fatorial I-II (74,2% da variabilidade total dos dados). Dados previamente transformados por log e.

Os coeficientes de similaridade indicaram pouca afinidade na composição e abundância da macrofauna entre níveis amostrais. Quanto à presença-ausência de espécies, obteve-se (conforme o critério de classificação adotado), afinidades intermediárias (27-38%) e baixas (13-22%), com os maiores valores entre os níveis do baixo (38%) e da marisma (37%) (Tabela 4). Afinidade alta (>50%) não foi observada na transecção. Alta dissimilaridade da macrofauna entre os níveis foi obtida também pelo uso da técnica multivariada de agrupamento, ao considerar também o atributo composição proporcional das espécies (Figura 4).

TABELA 4 – Grau de similaridade (%) na composição de espécies entre 5 níveis entremarés de uma transecção de 120 m na Enseada de Ratonés, SC, pela aplicação do Coeficiente de Sørensen. Área total/nível amostral: 0,051m² (soma das 3 repetições).

	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
(1) N1-baixo	13	16	20	38	100
(2) N2-baixo	31	27	30	100	
(3) N3-marisma	18	37	100		
(4) N4-marisma	22	100			
(5) N5-manguezal	100				

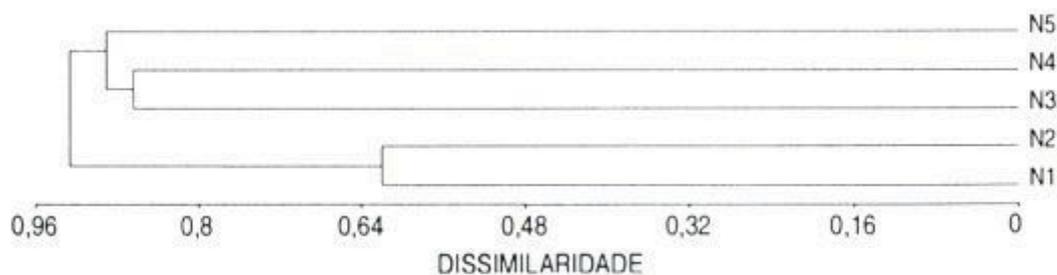


FIGURA 4: Dendrograma da análise de agrupamento da macrofauna bêntica da planície de maré da Enseada de Ratonés (SC), em modo Q, com base no coeficiente de distância de Bray-Curtis.

Discussão

Planícies de maré têm a sua extensão determinada pelo declive da costa e pela amplitude da maré e a frequência e duração do período de exposição ao ar pelo ciclo das marés. Esses fatores, juntamente com as condições climáticas, constituem a matriz ambiental desses locais, que por sua vez afeta os padrões de distribuição da fauna (Reise, 1985). Devido à sua estrutura tridimensional (que potencialmente provoca redução nas taxas de competição por espaço) (Wilson, 1991) e em função da freqüente mobilidade da macrofauna, a zonação nas planícies de maré tende a ser pouco perceptível, mais dinâmica e mais gradual do que nas áreas entremarés de costões (substratos consolidados). É muito provável que a distribuição espacial dos organismos nesses ambientes seja, de fato, influenciada por um conjunto de fatores, como a presença-ausência da vegetação, composição textural, oxigenação do sedimento e tempo de exposição ao ar. Alguns autores (Kneib, 1985; Peterson, 1991; Wilson, 1991; Boehs e Absher, 1999) consideraram ainda a relevância das interações biológicas na produção de zonação nos substratos inconsolidados.

Os resultados obtidos na Enseada de Ratonos assemelham-se, de modo geral, a padrões já conhecidos para planícies de maré do sul do Brasil e outras regiões, tanto quanto aos fatores abióticos quanto em relação à composição e distribuição espacial da macrofauna. Os grãos pobremente a muito pobremente selecionados e a assimetria positiva, indicam haver no local uma grande contaminação dos sedimentos grosseiros pelos finos. Conforme Bússolo Jr. (2002), o sedimento arenoso da Enseada de Ratonos é proveniente dos depósitos marinhos praiial-eólicos de praias adjacentes (Daniela, Forte e Jurerê), enquanto que os finos têm preponderantemente origem terrígena; siltes e argilas são transportados pelos rios Ratonos e Veríssimo e pela ação das correntes de maré para as margens internas da enseada, principalmente ao setor norte-leste, onde, em função da baixa

energia ambiental, sofrem decantação e deposição. O aumento gradual de finos (exceto no N1), de umidade e de matéria orgânica do N1 ao N5, segue basicamente o padrão clássico para bancos de grande extensão e de baixa declividade. Nesses locais, Postma (1988) atribuiu o decréscimo do tamanho dos grãos dos níveis entremarés mais baixos aos mais altos, à diminuição da energia ambiental (gerada pelas ondas e correntes) em direção às faixas superiores; o aumento conjunto do grau de umidade e de matéria orgânica seria, por sua vez, favorecido pela diminuição do diâmetro médio da partícula sedimentar. A água intersticial menos salina na parte superior vegetada da Enseada de Ratonés, deve-se provavelmente ao acúmulo de água da chuva entre a vegetação, à proximidade do lençol freático e à drenagem continental. A tendência de acidificação do sedimento na faixa vegetada, principalmente no N5-manguezal, reflete o acúmulo e decomposição anaeróbica da matéria orgânica nesse local.

A baixa similaridade da macrofauna observada entre os diferentes níveis entremarés amostrados, indica a influência de gradientes ambientais atuando sobre a composição, abundância e distribuição das espécies. Conforme Blankensteyn (1994), a fauna dos manguezais é geralmente pobre quando comparada com aquela da planície de maré adjacente, o que foi confirmado na Enseada de Ratonés. Isso é provavelmente determinado pelas condições redutoras, pequeno espaço entre os grãos e presença massiva de raízes do manguezal, fatores que dificultam a ocupação desse ambiente por muitas espécies. Segundo Blankensteyn (*op. cit.*), a fauna de *Brachyura* é geralmente conspicua nesses ambientes e, devido ao seu hábito cavador de galerias, esses organismos toleram mais as adversidades deste nível entremarés. Contudo, esses ecossistemas apresentam-se geralmente em diversos níveis topográficos, com diferentes tempos de inundação e com diferentes associações vegetais, o que também pode determinar diferenças faunísticas. Ainda segundo Blankensteyn (1994), a presença de feições biogênicas, como tocas do

caranguejo comestível *Ucides cordatus*, assim como o uso de malhas mais finas na triagem, pode mudar a concepção sobre a dominância da macrofauna bêntica nesses ambientes.

Com relação às marismas, onde observou-se uma tendência de maiores riqueza e abundância da macrofauna (principalmente no N3, mais densamente vegetado por *Spartina alterniflora*), Attolini et al. (1997) analisaram, no litoral do Estado de São Paulo, a influência da estrutura vegetal de *S. alterniflora* no aumento da densidade de poliquetas. Enfatizaram a importância das raízes-rizomas na oxigenação do sedimento e para a fixação, refúgio e alimentação dessa fauna. Flynn et al. (1996) observaram mudanças na estrutura da macrofauna relacionadas com diferenças na forma e agregação dessa vegetação. Colmos e folhas dessas gramíneas permitem ainda, embora em pequena escala, a agregação de diversos organismos bênticos (Rader, 1984; Lana e Guiss, 1991). Na Enseada de Ratonés, os carídeos e peneídeos observados na faixa da marisma, possivelmente utilizam esse ambiente como abrigo e é muito provável que durante a preamar ou à noite, migrem em direção ao baixio em busca de alimento. A presença dos anfípodes nesse local deve-se, muito provavelmente, à associação trófica desses crustáceos com a vegetação de *S. alterniflora*. Lana et al. (1997) observaram, na Baía de Paranaguá (PR), maiores riqueza e densidade de poliquetas nas marismas do que nos baixios não vegetados e no manguezal, entretanto concluíram que a distribuição desses organismos era primariamente definida por gradientes de salinidade e energia ambiental e somente secundariamente pela presença da vegetação da marisma. Tal condição parece ocorrer também na Enseada de Ratonés, ou seja, distribuição das espécies fortemente influenciada pelos gradientes ambientais, como pH, salinidade e parâmetros do sedimento, entretanto as marismas se evidenciando como locais particularmente propícios ao desenvolvimento de algumas espécies, como crustáceos anfípodes. A alta densidade de *Isolda pulchella*, *Nereis oligohalina*,

Neritina virginea e ainda de *Lucina pectinata* e *Crassostrea* sp. no N3, pressupõe uma associação preferencial dessas espécies com faixas densamente vegetadas por *Spartina alterniflora*.

A comparação da distribuição espacial das espécies mais frequentes e abundantes da planície de maré da Enseada de Ratoles a estudos pretéritos conduzidos no litoral dos estados de São Paulo e Paraná, mostrou freqüente coincidência. Dentre os poliquetas, *Laeonereis acuta*, exclusiva do N4, foi observada por Reis et al. (2000) nos níveis de maré mais altos e, relacionada por esses autores, a ambientes com elevada matéria orgânica e com grande oscilação de salinidade. Lana et al. (1997) observaram dominância dessa espécie em níveis de maré altos e vegetados e Flynn et al. (1996), maior abundância de *L. acuta* em áreas com baixa e esparsa vegetação de *S. alterniflora*, o que coincide com os nossos resultados no N4. *Nereis oligohalina*, fortemente presente em abundância no N3 e exclusiva da marisma, foi associada com a biomassa de *S. alterniflora* por Attolini et al. (1997); Flynn et al. (1996) também observaram abundância dessa espécie em áreas de marisma densamente vegetadas, resultados que coincidem com os nossos no N3. Para *Isolda pulchella*, Reis et al. (2000) verificaram, similarmente aos nossos resultados, ampla distribuição dessa espécie no entremarés, entretanto, a densidade mais alta de *I. pulchella* no N3 coincide também com os resultados de Flynn et al. (1996) e de Attolini et al. (1997), que observaram associação preferencial dessa espécie com a biomassa vegetal.

Dentre as espécies associadas com o baixio não vegetado, Netto e Lana (1995) observaram dominância de *Heteromastus similis* em um banco areno-lodoso não vegetado e Reis et al. (2000) verificaram *H. filiformes* na faixa superior desse ambiente, o que coincide com nosso resultado de ocorrência de *Heteromastus* sp. no N2, faixa superior do baixio. Outra espécie associada com a faixa entremarés não vegetada da Enseada de Ratoles (principalmente no N1), *Scoloplos* sp., foi também

observada por Reis et al. (2000) nos níveis de maré inferiores, em locais com forte presença de finos e pequena variação de salinidade.

Dentre os moluscos, a distribuição preferencial de *Anomalocardia brasiliana* no baixio não vegetado, principalmente nos níveis inferiores, sua baixa densidade na marisma e virtual ausência no manguezal, corroboram as observações anteriores de Boehs e Absher (1999) na Baía de Paranaguá. Na Enseada de Ratoles, esse bivalve forma extensos bancos, principalmente no infralitoral raso, onde é responsável, conforme Bússolo Jr. (2002), pelos altos teores de carbonato biodetrítico em alguns pontos da enseada. *Lucina pectinata*, observada exclusivamente na marisma, e *Macoma constricta* e *Neritina virginea*, mais abundantes nesse ambiente, foram observadas por Boehs e Absher (1999) em baixios não vegetados da Baía de Paranaguá, mas relatadas por esses autores como mais expressivas nas marismas de *Spartina alterniflora*.

Na Enseada de Ratoles, embora evidências de zonação da macrofauna tenham sido obtidas pela presença do caranguejo *Eurytium limosum* no manguezal, *Nereis oligohalina*, *Neritina virginea*, *Lucina pectinata* e *Crassostrea* sp. na marisma e *Scoloplos* sp., *Glycinde multidentis*, *Polydora* sp. e *Anomalocardia brasiliana* no baixio não vegetado, estudos mais detalhados com séries temporais mensais e escala espacial ampliada de coletas, muito provavelmente permitiriam o estabelecimento de padrões mais seguros da estrutura das comunidades macrobênticas entremarés na região.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio logístico do Departamento de Aquicultura/UFSC (Curso PG-AQI), ao espaço e material laboratorial utilizados do Departamento de Ecologia e Zoologia/

UFSC e, ao Laboratório de Sedimentologia (CFH/UFSC), pelo processamento das amostras de sedimento.

Referências Bibliográficas

- Attolini, F. S.; Flynn, M. N.; Tararam, A. S. 1997. Influence of *Spartina alterniflora* and tide level on the structure of polychaete associations in an euryhaline salt marsh in Cananéia lagoon estuarine region (SE Brazil). **Revista brasileira de Oceanografia**, **45** (1/2): 25-34.
- Blankensteyn, A. 1994. **Análise experimental da estrutura e funcionamento das associa es da macrofauna bent nica do manguezal e marisma da gamboa Perequê, Pontal do Sul, PR.** Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Brasil, 177 pp.
- Boehs, G.; Absher, T. M. 1999. Composi o e distribui o espaço-temporal da malacofauna bêntica de planícies entremarés da Ba ia de Paranaguá, Paraná, Brasil. **Resumos Expandidos do VIII Congresso Latinoamericano de Ciências do Mar**, Trujillo, Peru, p. 539-541.
- Bússolo Jr., G. 2002. **Contribui o ao estudo morfo-sedimentar de fundo da Enseada de Ratoes, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil.** Disserta o de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, 123 pp.
- Davy, A. J.; Costa, C. S. B. 1992. Development and organization of saltmarsh communities. In: Seeliger, U. (ed). **Coastal Plant Communities of Latin America**. American Press, New York, USA, p. 157-177.
- Dean Jr., W. E. 1974. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: comparison with other methods. **Journal of Sedimentary Petrology**, **44**: 242-248.
- Flynn, M. N.; Tararam, A. S.; Wakabara, Y. 1996. Effects of habitat complexity on the structure of macrobenthic association in a *Spartina alterniflora* marsh. **Revista brasileira de Oceanografia**, **44** (1): 9-21.
- Folk, R. L.; Ward, W. C. 1957. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, **27** (1): 3-27.

GAPLAN – Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral – Subchefia de Estatística, Geografia e Informática. 1996. **Atlas de Santa Catarina**. Aerofoto Cruzeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 173 pp.

Gray, J. S. 1981. **The Ecology of Marine Sediments**. Cambridge University Press, Cambridge, England, 185 pp.

Howes, B. L.; Howarth, R. W.; Teal, J. M.; Valiela, I. 1981. Oxidation-reduction potentials in a salt marsh: spatial patterns and interactions with primary production. **Limnology and Oceanography**, **26**: 350-360.

Kjerfve, B. 1990. **Manual for investigation of hydrological processes in mangrove ecosystems**. UNESCO/ UNDF Regional Project "Mangrove Ecosystems in Asia and the Pacific", New York, USA, 79 pp.

Kneib, R. T. 1985. Predation and disturbance by grass shrimp, *Palaemonetes pugio* Holthuis, in soft-substratum benthic invertebrate assemblage. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **93**: 91-102.

Lana, P. C.; Couto, E. C. G.; Almeida, M. V. O. 1997. Polychaete distribution and abundance in intertidal flats of Paranaguá Bay (SE Brazil). **Bulletin of Marine Science**, **60** (2): 433-442.

Lana, P. C.; Guiss, C. 1991. Influence of *Spartina alterniflora* on the structure and temporal variability of macrobenthic associations in a tidal flat of Paranaguá Bay (Southeastern Brazil). **Marine Ecology Progress Series**, **73**: 231-244.

Mackie, A. S. Y.; Oliver, P. G. 1996. Marine Macrofauna: Polychaetes, Molluscs and Crustaceans. In: Hall, G. S. (ed.). **Methods for the Examination of Organismal Diversity in Soils and Sediments**. CAB International, London, England, p. 263-284.

Netto, S. A.; Lana, P. C. 1995. Zonação e estratificação da macrofauna bêntica em um banco areno-lodoso do setor euhalino de alta energia da Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil). **Iheringia**, **79**: 27-37.

Peterson, C. H. 1991. Intertidal zonation of marine invertebrates in sand and mud. **American Scientist**, **79**: 236-249.

Postma, H. 1988. Tidal flat areas. *In*: Jansson, B. O. (ed.). **Lecture notes on coastal and estuarine studies**. Coastal-Offshore Ecosystems Interactions, Springer-Verlag, Berlin, Germany, p. 102-121.

Rader, D. N. 1984. Salt-marsh benthic invertebrates: small-scale patterns of distribution and abundance. **Estuaries**, **7**: 123-138.

Reis, M. O.; Morgado, E. H.; Denadai, M. R.; Amaral, A. C. Z. 2000. Polychaete zonation on sandy beaches of São Sebastião Island, São Paulo State, Brazil. **Revista brasileira de Oceanografia**, **48** (2): 107-117.

Reise, K. 1985. **Tidal flat ecology – an experimental approach to species interactions**. Springer-Verlag, Berlin, Germany, 191 pp.

Shepard, F. P. 1954. Nomenclature based and sand-silt-clay ratios. **Journal of Sedimentary Petrology**, **24** (3): 151-158.

Suguio, K. 1973. **Introdução à Sedimentologia**. Edgar Blücher/EDUSP, São Paulo, Brasil, 317 pp.

Toldo Jr., E. E.; Medeiros, R. K. 1986. Programa em linguagem basic para análise estratigráfica e propriedades texturais de amostras sedimentares em computador. **Pesquisas**, **18**: 91-100.

Wilson, W. H. 1991. Competition and predation in marine soft-sediment communities. **Annual Review of Ecology and Systematics**, **21**: 221-241.

Wu, R. S. S.; Richards, J. 1981. Variations in benthic community structure in a sub-tropical estuary. **Marine Biology**, **64**: 191-198.