

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MACROFAUNA E SUA RELAÇÃO COM O SEDIMENTO NO PARQUE AQUÍCOLA DA ENSEADA DA ARMAÇÃO DO ITAPOCOROY, SANTA CATARINA, BRASIL

MARTINS, M.O.* & ALMEIDA, T.C.M.

Laboratório de Ecologia Aquática, Centro de Ciências da Terra e do Mar,
Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI

*Corresponding author: marianamartins@univali.br

ABSTRACT

Martins, M.O. & Almeida, T.C.M. (2014) Distribuição espacial da macrofauna e sua relação com o sedimento no parque aquícola da enseada da Armação do Itapocoroy, Santa Catarina, Brasil. Braz. J. Aquat. Sci. Technol. 18(1):45-59. eISSN 1983-9057. DOI: 10.14210/bjast.v18n1.p45-59 The distribution of the benthic macrofauna of Itapocoroy Bay, Santa Catarina on Brazilian south coast and the factors that influence it were analyzed within 50 sampling stations determined in a grid, covering the whole extent of this area. Two temporal samplings were done – one in July 2010 and the other in February 2011. Numeric descriptors of the community were associated with sediment characteristics, depth, salinity and temperature according to multivariate statistical analysis. A total of 4338 organisms were collected with 97 species identified and classified in Polychaeta, Crustacea and Mollusca. Four faunal assemblages were found, and their spatial distribution was mainly related to depth and sediment characteristics. The first assemblage was the deepest and showed higher concentration of fine sediments, dominated by *Kinbergonuphis* sp. The second assemblage located under the mussel farm showed high heterogeneity of sediments and was dominated by *Ampelisca* spp. The third assemblage, shallower and with pebble concentration, was dominated by species of the Syllidae family. The fourth assemblage was characterized by well sorted sediment with high percentage of sand, dominated by *Prionospio* sp. 1. Although this bay is a sheltered site, the distribution of sediments showed that high energetic hydrodynamics processes operate inside it, which is able to avoid the formation of biodeposits. Nevertheless, the constant supply of organic matter and shell fragments accumulation from mussel farms are a source of stress, increasing the abundance and diversity values near the mussel farms.

Keywords: Mussel Farm, Spatial Distribution, Sediment, Macrofauna, biodeposition.

INTRODUÇÃO

O cultivo de moluscos só teve início em Santa Catarina no começo da década de 1990, entretanto as características do litoral catarinense (costa recortada, com grande número de enseadas), juntamente com a qualidade e produtividade de suas águas, tornaram o estado uma referência, sendo responsável por mais de 90% da produção nacional de ostras e mexilhões (Ventura et al., 2011). As primeiras experiências com o cultivo na região foram realizadas na enseada da Armação do Itapocoroy (Marenzi & Branco, 2006), onde atualmente, está localizado um dos maiores parques aquícolas do estado, responsável pela produção de mais de 2 mil toneladas de moluscos no último ano (Epagri/Cepa, 2012).

O cultivo de moluscos em Santa Catarina tem um grande alcance social e econômico, beneficiando diversos setores da sociedade. Tal atividade gera empregos, ajuda a fixar as populações nativas litorâneas em seu local de origem e gera um complemento de renda para os pescadores artesanais (Ferreira e Neto, 2007), mas apesar de sua importância, assim como outras formas de monocultura, o cultivo de moluscos também explora e degrada o meio ambiente.

A deposição de fezes e pseudofezes sob as áreas de cultivo causam modificações das características

físico-químicas do sedimento afetado diretamente os organismos que ali habitam (Goldburg & Triplett, 1997). Os sedimentos inconsolidados costeiros sustentam uma abundante e diversificada fauna (Thrush et al., 2001). A macrofauna bentônica compreende um conjunto extremamente rico de animais pertencentes aos mais variados grupos zoológicos. Estes organismos participam de diversos processos ecológicos, exercendo um papel fundamental no funcionamento do ecossistema como um todo. Recebem nutrientes de origem continental e do plâncton, transmitem energia para os elos superiores da cadeia trófica e contribuem na reciclagem de nutrientes, servindo de alimento a uma grande variedade de espécies, muitas destas de importância econômica (Rosa & Bemvenuti, 2006).

A distribuição, ocorrência e abundância desses organismos dependem muito das características ambientais predominantes. A variabilidade espacial em pequena escala pode ser atribuída a fatores bióticos representados pelas interações inter e intra-específicas como predação, competição e recrutamento (Peterson e Skilleter, 1994; Hines et al., 1997; Chapman et al., 2010). Contudo quando analisada a distribuição em macro-escala a variabilidade geralmente é atribuída a fatores abióticos tais como, profundidade, salinidade, temperatura e principalmente das características do substrato (Sanders, 1958; Gray, 1974; Chapman et al., 2010).

Segundo Gray & Elliot (2009) o tamanho médio do grão e o grau de selecionamento são as propriedades do sedimento que mais influenciam a fauna de fundos inconsolidados, pois através da análise destes parâmetros é possível inferir sobre estabilidade do habitat uma vez que os sedimentos costeiros podem variar de cascalho grosso em locais com maior ação das ondas a sedimentos muito finos como siltes e argilas em locais mais profundos ou de baixa energia.

As alterações ambientais mais comuns observadas nas áreas de cultivos relacionam-se justamente à textura dos sedimentos, que pode torna-se mais fino e cinzento (Jaramillo et al., 1992;), com maiores concentrações de matéria orgânica (enriquecimento orgânico) (Grant et al., 1995; Chamberlain et al., 2001; Ysebaert et al., 2009), e uma menor disponibilidade de oxigênio (formação de camadas anóxicas) (Hatcher et al., 1994).

Desta forma o conhecimento da distribuição espacial da macrofauna e sua relação com o sedimento nas áreas de cultivo é de suma importância uma vez que o meio bentônico tem papel preponderante na estruturação e regulação da maioria dos processos físicos, químicos e biológicos essenciais a manutenção dos cultivos na região.

O objetivo deste trabalho foi analisar a influência do cultivo de moluscos na distribuição espacial da macrofauna e nas características do sedimento da Enseada da Armação do Itapocoroy, litoral de Santa Catarina.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

Este estudo foi realizado na enseada da Armação do Itapocoroy, litoral centro-norte de Santa Catarina, Brasil. A enseada é um local parcialmente abrigado, protegido dos ventos de Sul, Sudeste e Noroeste. A situação geográfica associada à ação das ondas e aos processos de circulação da água no interior da enseada faz com que ela apresente uma grande variabilidade das fácies sedimentares (Abreu et al., 2006). Na região são produzidos mais 2 mil toneladas anuais de moluscos (Mexilhões, Ostras e Vieras) (Cepa/Epagri 2012). O sistema de cultivo é realizado de forma artesanal através de estruturas de cultivo do tipo *Long-line* (Figura 1).

A profundidade nos cultivos varia em torno de 5 a 7 metros, mas pode atingir cerca de 12 metros nas áreas mais externas (Schettini et al., 1999). As correntes locais apresentam velocidades relativamente baixas, obedecendo mais diretamente o regime de ventos do que a oscilação causada pelas marés. Na área de cultivo a velocidade média não excede $0,1\text{m.s}^{-1}$, com direção predominante para nordeste (Schettini et al., 1998).

Desenho amostral

Foram realizadas duas campanhas amostrais, na primeira (julho de 2010), quando obtiveram amostras em 48 pontos distribuídos por toda extensão da enseada. Na segunda (fevereiro de 2011), foram sorteados 20 pontos dentre os 48 pontos amostrados anteriormente (Figura 1).

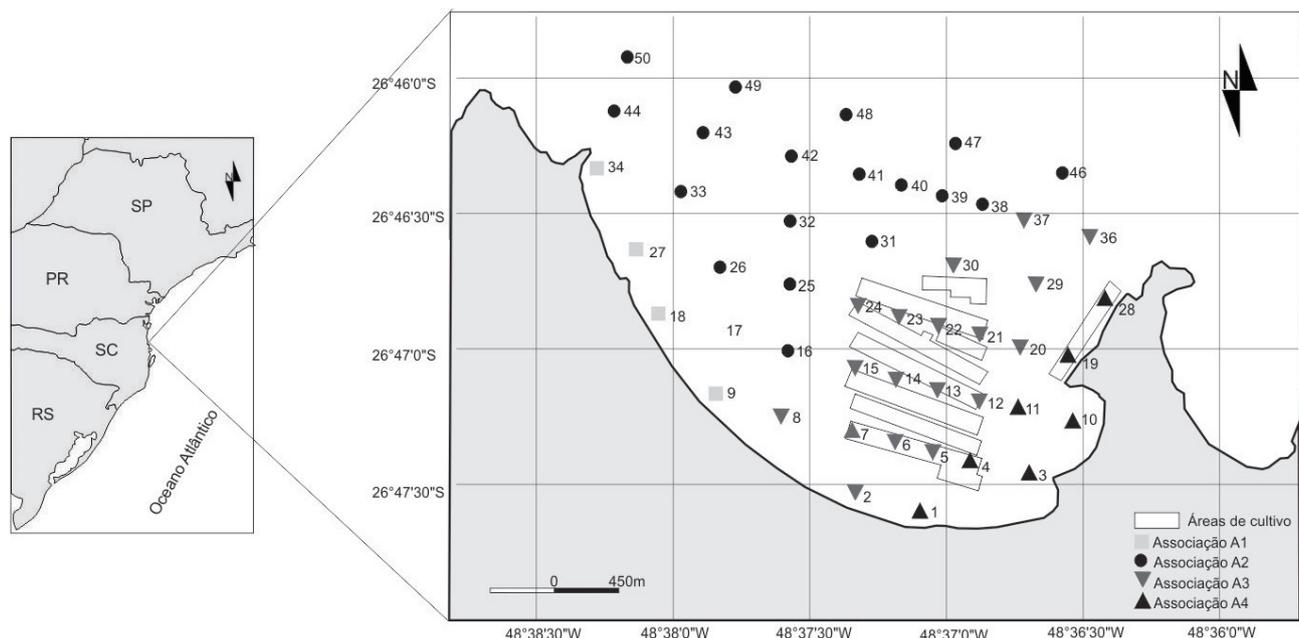


Figura 1 - Mapa da área amostral na enseada da Armação do Itapocoroy com indicação dos pontos de coleta.

O sedimento foi coletado com o uso de um busca fundo do tipo Van-Veen com área amostral de 0,042m². Foram retiradas em cada ponto duas amostras de sedimento, uma para análise da macrofauna e outra para análise da granulometria, carbonato e matéria orgânica. As amostras da fauna foram armazenadas em sacos de tela de 0,5mm e fixadas em formol 4%. A profundidade foi medida com o auxílio de um CTD (*Conductivity, Temperature and Depth – SD200*). No laboratório as amostras da fauna foram lavadas em malha de 0,5mm e os organismos encontrados foram identificados ao menor nível taxonômico possível.

As amostras de granulometria foram processadas de acordo com metodologia proposta por Suguio (1973). Devido a grande quantidade de carbonato biogênico oriundo dos cultivos (Abreu et al., 2006), as amostras foram submetidas a queima do carbonato com HCl 10% antes do peneiramento.

Análise dos dados

O cálculo dos percentuais de cascalho, areia, silte, argila, carbonato de cálcio, matéria orgânica e dos parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957) foi realizado através do programa SIGA (Sistema Integrado Para Análises Granulométricas).

Para analisar a variação espacial das características abióticas foi aplicada uma análise de componentes principais PCA (*Principal Component Analysis*). Sendo considerando como variáveis as percentagens cascalho, areia, carbonato de cálcio, matéria orgânica, o tamanho médio do grão e a profundidade. Foram selecionadas apenas as variáveis que tiveram efeito representativo sobre a variação espacial e atenderam as premissas de normalidade e não colinearidade entre si (MVSP) (Legendre & Legendre, 1998; Clarke & Warwick, 2001).

A estrutura da comunidade foi descrita partir dos descritores numéricos de: densidade total (N – ind./0,042m²), riqueza de espécies (S – número de espécies/0,042m²), diversidade de Shannon-Weaver (H') e equitabilidade de Pielou (J') calculados através do programa PRIMER 6.0 (Clarke & Warwick, 2001).

Para demonstrar o agrupamento dos pontos amostrais segundo as similaridades na composição faunística e definir as associações foi realizada um ordenação não-métrica das similaridades por meio de uma análise de proximidade (MDS), também utilizando o programa PRIMER 6.0 (Clarke & Warwick, 2001). Para tanto, os dados de abundância das espécies foram transformados para raiz quadrada (reduzindo a contribuição das espécies mais abundantes) e a similaridade entre as amostras foi medida através da matriz de similaridade, utilizando-se o coeficiente de Bray-Curtis. Foram consideradas as associações formadas com similaridade em torno de 30%.

A identificação das espécies que mais contribuíram para a similaridade de cada associação foi determinada através da análise de contribuição percentual de similaridades (SIMPER).

A relação entre a distribuição da fauna e as variáveis ambientais foi investigada através de uma análise de correspondência canônica. Nesta análise foram utilizados os mesmos dados ambientais definidos para a análise de componentes principais (PCA) transformados para raiz quadrada e a matriz de abundância das espécies.

RESULTADOS

Características Texturais do Sedimento

A análise granulométrica do sedimento revelou um padrão de distribuição sedimentar diferenciado entre os pontos localizados na parte interna (1 a 34) e externa da enseada (35 a 50). Durante as duas campanhas a distribuição das frações granulométricas apontou a predominância da fração areia por toda a parte interna da enseada. Na parte externa, principalmente nos pontos localizados a noroeste, as frações de silte e argila ocorreram em maiores concentrações (Tabela 1). O conteúdo de areia (1,9-98,9%) foi maior (>90%) nos pontos 10, 11, 18, 27, 28, 34 e 36, localizados próximos à costa e aos promontórios rochosos. A concentração de silte (1-85,5%) e argila (0-23,4%) foram maiores nos pontos 33, 39, 43, 44, 49, 50 localizados na porção nordeste da enseada. Nos pontos 1 a 8 localizados na parte abrigada à sudeste, foram detectadas as maiores percentagens de cascalho (>5%). Cabe aqui observar que a fração denominada de cascalho se refere a grãos mais grosseiros (2 - 4mm), já que as amostras foram submetidas a queima do carbonato, eliminando os fragmentos de conchas, antes da separação das frações. Considerando o tamanho médio do grão, houve uma tendência à diminuição do diâmetro médio das partículas no sentido sudeste – noroeste. A comparação entre as duas campanhas revela que houve pouca variação no padrão encontrado.

A distribuição da matéria orgânica no sedimento (0,47-14,7%) revelou um gradiente no sentido sudeste-noroeste. As maiores concentrações (>13%) foram encontradas nos pontos 33, 42, 43, 44, 49 e 50 localizados na área mais profunda a nordeste da enseada. As menores concentrações ocorreram nos pontos junto aos promontórios da Ponta do Vigia e do Morro da Penha. Em contrapartida as concentrações de carbonatos (5,1-79,2%) formaram um gradiente no sentido oposto (noroeste-sudeste). As maiores concentrações de CaCO₃ (> 60%) ocorreram nos pontos 11 e 19 localizados a sudeste da enseada e junto ao promontório da Ponta do Vigia. As menores concen-

Tabela 1- Características físico-químicas do sedimento e descritores ecológicos da macrofauna. Diâmetro médio do grão em phi (TMG) e Desvio padrão (DP), com suas respectivas classificações (Class): muito pobremente selecionada (MPS), pobremente selecionada (PS) moderadamente selecionada (MS) e bem selecionada (BS). Temperatura em C° (Temp.), salinidade (Sal.) e profundidade (Prof.).

	Site	Prof. (m)	Classe	TMG	Class	EP	CaCo3 %	MO %	Casc.%	Areia %	Finos %	S	N	J'	H'	
Primeira campanha	1	4,2	Areia fina	2,07	MPS	2,87	23,2	3,1	14,4	63,6	22,1	15	48	0,82	2,21	
	2	5,5	Areia muito fina	3,07	MPS	3,2	27,8	4,3	10	57,1	3,6	19	49	0,92	2,72	
	3	3,5	Areia fina	2,71	MPS	3,51	46,7	3,9	15,7	50,6	1,7	26	81	0,92	3,01	
	4	5,2	Areia muito fina	3,41	MPS	2,78	36	7,8	6,1	72,3	7,6	24	125	0,83	2,63	
	5	6	Silte grosso	4,35	MPS	2,25	15,4	8,2	1,7	65,7	17,1	21	87	0,90	2,75	
	6	7,3	Areia fina	2,59	MPS	3,55	13,3	3,4	14,4	62,7	14,3	23	145	0,73	2,28	
	7	8	Areia muito fina	3,35	MPS	3,66	21,6	3,7	10,3	57,1	34,5	12	17	0,95	2,36	
	8	8	Silte grosso	4,08	MPS	3,21	17	6,7	4,9	49,6	23,0	22	83	0,92	2,83	
	9	6,8	Areia muito fina	3,88	PS	1,97	9,4	1,2	0	77,3	15,0	8	17	0,89	1,84	
	10	5,8	Areia fina	2,91	BS	0,44	27,2	1,4	0,6	97,7	27,1	9	53	0,82	1,80	
	11	2,5	Areia fina	2,31	PS	1,15	79,2	3,6	1,6	90,8	44,0	14	76	0,77	2,02	
	12	6,5	Areia muito fina	3,2	PS	1,21	15	3	0	85,7	51,7	26	151	0,66	2,15	
	13	8,4	Silte grosso	4,4	MPS	2,5	33,4	10,3	0	65,5	30,5	22	73	0,79	2,45	
	14	9	Areia muito fina	3,13	PS	1,49	20,9	3,5	0,1	84,9	1,4	31	102	0,80	2,74	
	15	9,4	Areia muito fina	3,8	PS	1,87	12	8,1	0	72,9	2,7	27	90	0,84	2,77	
	16	9,7	Silte grosso	4,51	MPS	2,76	10,3	6,2	0,1	48,2	7,2	10	28	0,85	1,97	
	17	9,2	Areia muito fina	3,68	MPS	2,05	8,8	5,5	0	69,4	9,0	12	61	0,69	1,72	
	18	6,1	Areia muito fina	2,88	MPS	0,62	5,3	0,7	0,3	97	40,6	7	15	0,89	1,73	
	19	9,2	Areia fina	2,04	PS	1,7	62,9	3,1	13	78	33,0	19	86	0,83	2,45	
	20	10,1	Areia muito fina	3,01	PS	1,45	28,6	2,7	0,1	83,2	16,7	21	90	0,81	2,47	
	21	10,5	Areia muito fina	3,32	PS	1,35	22,4	4,2	0,1	81,1	18,9	18	76	0,90	2,61	
	22	10,8	Areia muito fina	3,43	PS	1,53	18,9	3,6	0,5	81,8	20,3	23	79	0,87	2,72	
	23	11	Areia fina	2,89	PS	1,49	20,2	2,2	0,6	88,3	17,8	12	34	0,94	2,35	
	24	10,7	Areia muito fina	3,53	MPS	2,08	15,1	2,3	1,1	77,5	11,1	19	46	0,94	2,77	
	25	10	Silte grosso	4,46	MPS	2,62	10	7,2	0	52,9	9,2	13	41	0,87	2,23	
	26	8,9	Areia muito fina	3,82	MPS	2,35	9,3	3,8	0,4	71,3	21,4	8	16	0,94	1,96	
	27	6,4	Areia fina	2,8	MS	0,59	7,1	0,9	0	98,2	47,1	5	7	0,96	1,55	
	28	11,8	Areia fina	2,86	MS	0,57	39,1	1,7	0	96,2	43,8	9	24	0,86	1,90	
	29	7,2	Areia muito fina	3,35	PS	1,91	20,9	11,3	0,1	81,3	28,3	15	34	0,92	2,48	
	30	10,9	Areia fina	2,8	MS	0,9	18,7	3,5	0	88,3	1,8	19	35	0,90	2,66	
	31	12,3	Silte grosso	4,84	MPS	2,44	11,6	10,2	0	46,5	7,3	14	41	0,90	2,37	
	32	12	Areia muito fina	3,67	PS	1,69	11,6	5,5	0	77,4	3,8	14	43	0,87	2,29	
	33	11,3	Silte fino	6,98	MPS	2,11	8,9	14,9	0	1,5	18,5	10	32	0,76	1,74	
	34	10,6	Areia muito fina	3,45	MS	0,5	5,1	0,8	0	88,1	19,7	7	12	0,87	1,70	
	36	13,6	Areia fina	2,75	PS	1,1	19,9	1,6	4,3	90,6	33,7	13	59	0,60	1,53	
	37	13,3	Areia fina	2,96	MS	0,8	12,8	2,2	0	89,1	22,9	9	16	0,93	2,05	
	38	12,9	Silte médio	5,08	MPS	2,3	9,3	10,4	0	39,4	11,7	15	73	0,66	1,79	
	39	12,6	Silte fino	6,2	MPS	2,25	11	12,2	0	12,4	53,5	9	22	0,94	2,07	
	40	12,5	Silte médio	5,14	MPS	2,27	9,4	8,3	0	32,9	54,5	10	24	0,88	2,02	
	41	11,9	Silte médio	5,68	MPS	2,24	9,7	12,5	0	19	22,6	7	19	0,89	1,73	
	42	11	Silte fino	6,18	MPS	2,13	7,9	13,2	0	11,4	98,5	12	54	0,77	1,91	
	43	11	Silte fino	6,42	PS	1,72	11,7	14,8	0	2,5	1,0	8	15	0,93	1,93	
	44	10,4	Silte fino	6,67	PS	1,88	9,1	13,1	0	1,9	11,9	0	0	---	0,00	
	46	14	Silte médio	5,93	MPS	2,2	11,1	8,8	0	14,6	5,1	6	21	0,94	1,68	
	47	13	Silte grosso	4,73	MPS	2,54	8,4	6,6	0	41,1	19,8	10	21	0,83	1,91	
	48	12,2	Silte médio	5,16	MPS	2,46	7,8	10,4	0,3	31,9	10,9	12	71	0,77	1,92	
	49	11,3	Silte fino	6,4	PS	1,67	10,5	13,4	0	4,5	60,6	8	22	0,91	1,90	
	50	10,6	Silte fino	6,24	PS	1,66	9,9	14,2	0	4,6	87,6	7	10	0,97	1,89	
	Segunda campanha	2	5,3	Areia muito fina	3,42	MPS	2,14	17,5	2,3	6	53,3	11,2	28	88	0,92	3,07
		3	3,6	Areia fina	2,89	MPS	2,3	58,5	3,4	6,5	73,8	21,7	24	137	0,79	2,51
4		5,4	Areia fina	2,72	PS	1,37	26,8	3	0,7	88,1	67,1	27	130	0,90	2,97	
6		7	Areia muito fina	3,57	MPS	2,93	19,2	5,5	4,8	63,8	49,7	21	120	0,81	2,48	
10		1,8	Areia fina	2,97	BS	0,49	30,1	1,4	2,3	94	81,0	20	96	0,87	2,60	
12		7,7	Areia muito fina	3,36	PS	1,54	18,9	4,1	0	82,9	88,6	19	133	0,69	2,04	
14		8,7	Silte grosso	4,03	MPS	2,26	18,2	6,4	0	77	91,6	22	133	0,65	2,02	
16		9,2	Silte grosso	4,36	MPS	2,84	13,5	5,2	1,6	54,4	97,5	7	12	0,96	1,86	
18		5,5	Areia fina	2,8	MS	0,51	5,1	0,5	0	98,6	98,1	4	13	0,88	1,22	
19		5,7	Areia fina	2,06	PS	1,69	66,3	2,4	6	86,8	85,4	24	164	0,74	2,36	
22		10,2	Areia muito fina	3,73	MPS	2,04	18,7	3,3	0	79,7	58,9	20	105	0,68	2,05	
24		10,5	Areia fina	2,67	PS	1,09	10,1	7	0,6	90,2	67,8	18	50	0,91	2,64	
26		9,8	Silte grosso	4,34	MPS	2,81	23,5	2,6	0	56,2	95,5	16	28	0,95	2,62	
28		7	Areia média	1,59	PS	1,85	55,3	2,2	11,7	81,1	32,5	18	53	0,87	2,52	
30		11,8	Areia muito fina	3,62	MPS	2,28	16,7	4,5	0,2	76,9	95,4	17	44	0,84	2,39	
32	11	Silte grosso	4,97	MPS	2,54	11,8	7,7	0	45,5	31,4	10	26	0,85	1,96		
34	5,6	Areia média	1,99	PS	1,08	10,8	0,6	0	98,9	23,0	10	47	0,85	1,97		
37	13,6	Areia muito fina	3,55	PS	1,58	11,3	4,5	0	80,2	32,6	16	66	0,70	1,93		
41	12,7	Silte grosso	4,79	MPS	2,4	8,2	7,1	0	50,3	45,5	3	5	0,96	1,06		
43	11,1	Silte fino	6,35	PS	1,95	10	13,7	0	8,4	22,7	2	8	0,95	0,66		

trações ocorreram a nordeste da enseada, nos pontos localizados em locais mais profundos e junto ao costão do morro da Penha.

A análise de componentes principais (PCA) permitiu a extração e interpretação de dois eixos fatoriais que juntos explicaram 81% da variação total. O eixo 1, responsável por 59% da variação, foi formado pelas coordenadas negativas resultantes das maiores profundidades, concentrações de matéria orgânica (MO) e menor diâmetro médio do grão e pela coordenada positiva das maiores concentrações de areia. O eixo 2, responsável por 21% da variação foi formado pelas coordenadas positivas resultantes das maiores concentrações de carbonato de cálcio e cascalho e a coordenada negativa resultante das maiores concentrações de areia.

A ordenação dos pontos ao longo do eixo 1 permitiu a separação das estações amostrais seguindo um gradiente de profundidade. Estando os pontos localizados longe da costa associados a maiores profundidades, aos menores tamanhos médio dos grãos e as maiores concentrações matéria orgânica, enquanto os pontos localizados próximos a costa foram associados às menores profundidades, maiores concentrações de cascalho e carbonato de cálcio. A ordenação dos pontos ao longo do eixo 2 permitiu a separação das estações amostrais de acordo com as porcentagens de sedimentos grosseiros. Os pontos localizados na área abrigada, a sudeste da enseada, posicionaram-se do lado positivo do eixo, associados a uma maior contribuição de cascalho e carbonato de cálcio. Enquanto os pontos localizados na área interna da enseada e próximos ao costão do Morro da Penha posicionaram-se do lado negativo do eixo associados

pelas as maiores concentrações areia. Os pontos localizados nas imediações dos cultivos tenderam a se concentrar próximo a origem dos eixos, indicando uma maior variação na distribuição das frações neste local (Figura 2).

Distribuição Espacial da Macrofauna Bentônica

Foram coletados 4338 indivíduos dos quais 92% foram identificados e/ou morfotipados em 97 espécies. Os Polychaeta foram os mais frequentes estando presentes em quase todos os pontos de coleta, também foram os mais dominantes tanto em termos de abundância (2796 ind.) quanto em número de espécies (67 spp.), seguido de Crustacea (891 ind. e 7 spp.) e Mollusca (307 ind. e 18 spp.). Os taxa mais abundantes foram os Amphipodes *Ampelisca* spp., os Polychaeta *Mediomastus californiensis*, *Kinbergonuphis* sp., *Exogonesp.*, *Prionospio* sp. 1, *Magelona postereelongata*, *Tharyx* sp. 2, *Litocorsa* sp. e o Echinodermata *Holothuria* sp. que juntos representaram 40% de toda a fauna coletada (Tabela 2).

Os valores dos índices ecológicos estão apresentados na tabela 1. De maneira geral em ambas as campanhas a abundância e a riqueza de espécies foram maiores (>90 ind. 0,042 m⁻² e 19ssp, respectivamente) nos pontos localizados próximos aos cultivos e na parte sudeste da enseada (3,4,6, 12, 14, 15 e 19). Os menores valores, por sua vez foram registrados nos pontos próximos ao costão e na parte mais profunda a noroeste da enseada (18, 27, 43, 44, 46 e 50).

O menor valor de diversidade (H') foi registrado durante a primeira campanha no ponto 44 onde não foi registrada a ocorrência de fauna. O maior valor ocorreu na segunda campanha no ponto 2 (H' = 3,06). A equi-

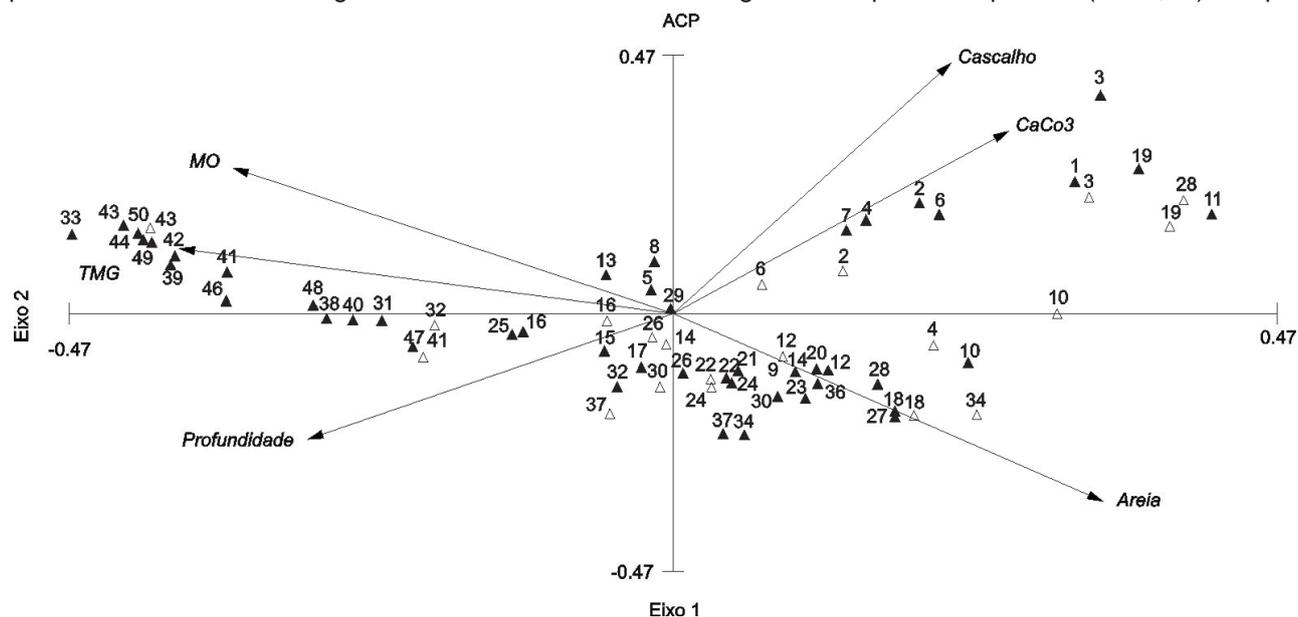


Figura 2 - Análise de componentes principais (ACP). Os números representam os pontos amostrais, símbolos cheios representam a primeira campanha, símbolos vazados a segunda. Vetores representam as variáveis: porcentagens de areia, cascalho, CaCO₃ e matéria orgânica (MO), profundidade em metros e o tamanho médio do grão em phi (TMG).

tabilidade (J') variou de 0,6 a 1 apresentando valores acima de 0,9 em 48% das amostras analisadas. A baixa equidade encontrada em alguns pontos (12,17, 36, 38), foi ocasionada pela dominância em conjunto dos Amphipodes *Ampelisca* spp. e do Echiodermata *Holothuria* sp. Entretanto os menores valores de diversidade encontrados em alguns pontos (43, 41, 18, 27, 36) não foram ocasionados pela dominância de nenhuma espécie em particular, mas pelo baixo número de espécies encontradas nestes locais.

Associações Macrobióticas

A análise de agrupamento demonstrou a formação de quatro grandes grupos com linha de corte em aproximadamente 30% de similaridade. A associação denominada "A1" foi composta em sua maioria pelos pontos próximos ao costão localizados a noroeste da enseada, aonde haviam sedimentos mais bem selecionados, contendo as maiores porcentagens de areia. A associação denominada "A2" foi composta em sua maioria pelos pontos localizados na área externa (local de maior profundidade) e por alguns pontos localizados ao centro da enseada onde ocorreram maiores concentrações de sedimentos finos (silte e argila). A associação denominada "A3" refere-se aos pontos localizados nas imediações dos cultivos existentes na parte centro-leste da enseada. Esta área apresenta um

mosaico formado por vários tipos de sedimento, com valores intermediários de carbonato de cálcio e matéria orgânica. A associação denominada "A4" foi composta pelos pontos localizados na área mais abrigada situada a sudeste da enseada, esta área é caracterizada por apresentar uma menor profundidade média e as maiores concentrações de sedimentos grosseiros (cascalho) e carbonato de cálcio. Os pontos 17.1 e 28.1 não se associaram aos demais (Figura 3 e Tabela 3). A comparação entre as duas campanhas através do diagrama de proximidade não-paramétrica (MDS) demonstrou que o padrão encontrado se manteve com pouca variabilidade temporal, que os grupos se mantiveram coesos independentes do tempo (Figura 4).

Em relação aos descritores numéricos da comunidade, os grupos A3 e A4 foram os que apresentaram o maior índice de diversidade (H' 2,44) com as maiores médias de riqueza de espécies (20,48 e 18,79 spp.) e densidade de indivíduos (81,96 e 85,71 ind.0,042 m⁻²). A menor densidade (13,33 ind. 0,042 m⁻²) foi registrada para a associação A1, com uma riqueza média de 6,67 espécies por ponto. Os valores médios do índice de equitabilidade de pielou (J') apresentaram pouca variação entre os grupos, estando entre 0,82 a 0,90. Entretanto os grupos A2 e A3 apresentaram grande variabilidade entre os pontos amostrados apresen-

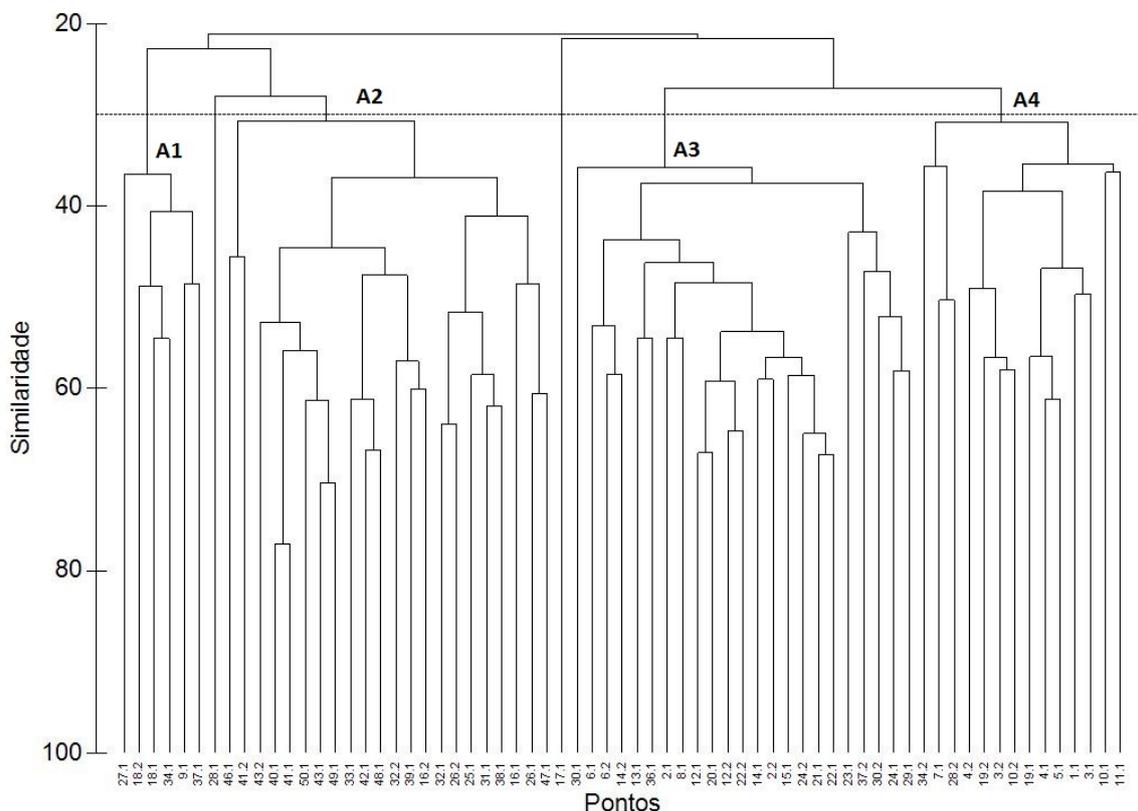


Figura 3 - Associações da fauna na enseada da Armação do Itapocoroy, determinadas através da análise de agrupamento (CLUSTER) com base no coeficiente de Bray-curtis.

Tabela 2 - Lista taxonômica com abundância de cada espécie coletada nas duas campanhas, bem como a abundância absoluta de cada espécie.

Filo/Classe	Família	Gênero/Espécie	1ª	2ª	Total
Mollusca					
Bivalvia	Nuculidae	<i>Nucula semiornata</i> d'Orbigny, 1842	4	---	4
	Tenillidae	<i>Temnoconcha brasiliana</i> (Dall, 1921)	15	4	19
		<i>Macoma uruguayensis</i> (E.A.Smith, 1885)	5	---	5
	Tellinidae	sp.	5	3	8
		<i>Cyclinella tenuis</i> (Récluz, 1852)	3	1	4
	Chione spp.		---	4	4
		<i>Anadara notabilis</i> (Röding, 1798)	1	---	1
	Arca imbricata		2	---	2
		<i>Arca imbricata</i> Bruguière, 1789	2	---	2
	Semele spp.		---	1	1
		<i>Abra lioica</i> (Dall, 1881)	---	3	3
	Corbulla cf. cymella		1	---	1
		<i>Corbulla cf. cymella</i> Dall, 1881	9	3	12
	Mactra janeiroensis		1	1	2
		<i>Mactra janeiroensis</i> E.A. Smith, 1885	1	---	1
	Mactra iheringi		1	---	1
		<i>Mactra iheringi</i> Dall, 1897	1	1	2
Trachycardium sp.		20	77	97	
	Bivalve juvenil	41	1	42	
Gastropoda	Naticidae	<i>Natica pusilla</i> Say, 1822	1	---	1
	Rhizoridae	<i>Volvulella texasiana</i> Harry, 1967			
Anellida					
Polychaeta	Opheliidae	<i>Armandia maculata</i> (Webster, 1884)	24	22	46
		<i>Armandia</i> sp.	7	---	7
		<i>Ophelina</i> sp.	1	---	1
	Pilargidae	<i>Litocorsa</i> sp.	92	32	124
		<i>Hermundura</i> sp.	81	10	91
		<i>Sigambra</i> sp.	10	---	10
	Magelonidae	<i>Magelona posterelongata</i> Bolivar & Lana, 1986	114	32	146
		<i>Magelona papillicornis</i> F. Müller, 1858	28	17	45
		<i>Magelona variolamellata</i> Bolivar & Lana, 1986	43	16	59
	Capitellidae	<i>Notomastus lobatus</i> Hartman, 1946	26	12	38
		<i>Mediomastus californiensis</i> Hartman, 1946	114	73	187
	Maldaniidae	Maldaniidae sp.	17	2	19
	Oweniidae	<i>Owenia</i> sp. 1	28	20	48
		<i>Owenia</i> sp. 2	30	12	42
	Onuphidae	<i>Kinbergonuphis</i> sp.	107	54	161
		<i>Diopatra</i> sp.	4	2	6
		<i>Nothria</i> sp.	1	---	1
		<i>Onuphis</i> sp.	1	1	2
		<i>Goniada</i> spp.	32	7	39
	Glyceridae	<i>Glicera</i> sp.	3	9	12
	Spionidae	<i>Prionospio</i> sp1	42	---	42
		<i>Prionospio</i> sp.2	25	112	137
		<i>Aonides</i> sp.	3	11	14
		<i>Polydora</i> sp.	8	12	20
		<i>Laonice</i> sp.	9	4	13
		<i>Paraprionospio pinnata</i> (Ehlers, 1901)	64	11	75
		<i>Cirrophorus</i> sp.	44	19	63
	Aricideasp.	1	74	26	100
		2	44	21	65
	Oeononidae	<i>Oeononidae</i> sp.	3	---	3
	Lumbrineridae	<i>Lumbrineris</i> sp.	26	19	45
		<i>Ninoe brasiliensis</i> Kinberg, 1865	24	7	31
	Lyzaretidae	<i>Lyzaretidae</i> sp.	7	4	11
Poecilochaetidae	<i>Poecilochaetus australis</i> Nonato, 1963	29	5	34	
Orbiniidae	<i>Scoloplos (Leodamas) rubra</i> (Webster, 1879)	6	8	14	

tando uma maior amplitude entre os valores máximos ($J'=0,97$) e mínimos ($J'=0,00$) registrados (Tabela 3).

A análise dos percentuais de contribuição das espécies na similaridade (SIMPER) utilizando como fator as associações demonstrou que cada associação apresentou contribuições de similaridade de grupos contendo espécies distintas. Entre as duas campanhas as associações sofreram pouca modificação em sua

composição de espécies. As maiores modificações ocorreram na ordem de importância de cada espécie para a contribuição na similaridade dentro das associações (Tabela 4).

A associação A1 foi a que apresentou o menor número de espécies contribuindo para a similaridade e a única que recebeu maiores contribuições do taxa Mollusca. O Polychaeta *Prionospio* sp. 1

Tabela 2 (continuação).

Filo/Classe	Família	Gênero/Espécie	1 ^a	2 ^a	Total	
Anellida						
Polychaeta	Amphinomidae	Amphinomidae sp.	5	1	6	
	Dorvilleidae	Dorvilleidae sp.	9	6	15	
	Pectinariidae	Pectinariidae sp.	3	1	4	
	Phyllodocidae	Phyllodocidae sp.	2	3	5	
	Syllidae	<i>Exogone</i> sp.		81	74	155
		<i>Syllis</i> sp.		22	39	61
		<i>Eusyllis</i> sp.		88	12	100
	Cirratulidae	<i>Timarete</i> sp. 1		20	1	21
		<i>Timarete</i> sp. 2		28	23	51
		<i>Tharyx</i> sp. 1		94	23	117
		<i>Tharyx</i> sp. 2		57	72	129
		<i>Caulleriella</i> sp.		8	2	10
	Nereididae	<i>Nereididae</i> sp.		1	---	1
		<i>Gymnonereis</i> sp.		3	---	3
		<i>Platynereis</i> sp.		1	---	1
		<i>Laeonereis</i> sp.		1	---	1
		<i>Nereis</i> sp.		2	10	12
		<i>Neanthes bruaca</i>	Lana & Sovierzovsky, 1987	6	---	6
	Pisionidae	<i>Pisioneparhelena</i>	Wilde & Govaere, 1995	---	9	9
	Sabellidae	<i>Megalomma</i> sp.		---	22	22
		<i>Hypsicomus</i> sp.		13	64	77
	Polynoidae	Polynoidae sp.		8	6	14
	Pholoididae	Pholoididae sp.		2	---	2
	Sigalionidae	Sigalionidae sp.		15	4	19
	Oeonidae	Oeonidae sp.		---	---	0
	Eunicidae	<i>Eunice</i> sp.		---	4	4
	Protodrilidae	<i>Protodrilus</i> sp.		---	8	8
	Flabelligeridae	<i>Pherusa</i> sp.		50	9	59
	Hesionidae	<i>Podarke</i> sp.		---	15	15
	Terebellidae	Terebellidae sp.		---	8	8
	Trichobrachidae	<i>Terebellides</i> sp.		6	0	6
	Serpulidae	<i>Pomatoceros</i> sp.		22	24	46
	Ampharetidae	<i>Isoldapulchella</i>	Müller in Gruber, 1858	25	33	58
Arthropoda						
Malacostraca						
Paguridea			1	---	1	
Isaeidae	<i>Cheirophotis</i> spp.		8	115	123	
Liljeborgiidae	<i>Listriella</i> sp.		4	3	7	
Platyischnopidae	Platyischnopidae spp.		15	32	47	
	<i>Eudevenopus</i> sp.		3	---	3	
Phoxocephalidae	<i>Microphoxus</i> sp.		5	6	11	
Corophiidae	Corophium spp.		5	18	23	
Melitidae	<i>Dulchiella</i> sp.		2	---	2	
Alpheidae	Alpheidae sp.		---	2	2	
Albuneidae	<i>Lepidopa</i> sp.		2	3	5	
Anthuridae			33	17	50	
Ampeliscidae	<i>Ampelisca</i> spp.		344	273	617	
Pycnogonida	Pycnogonidae		16	8	24	
Ostracoda			23	7	30	
Echinodermata						
Holothuroidea	Holothuriidae	<i>Holothuriasp.</i>	121	50	171	
Ophiuroidea	Ophiactidae	<i>Hemipholiselongata</i> (Say, 1825)	40	7	47	
	Amphiuridae	<i>Amphiodiaatra</i> (Simpson, 1854)	28	17	45	
Chordata						
Leptocardii	Branchiostomidae	<i>Branchiostoma</i> sp.	17	4	21	
Platyhelminthes						
Turbellaria			2	11	13	
Sipuncula			38	14	52	
Nemertea			34	3	37	
Total			2596	1742	4338	

foi a espécie dominante contribuindo com 61,5% da similaridade seguido de *Natica pusilla* (12,1%), *Owenia* sp. 1 (8,2%). Na associação A2 o polychaeta *Kinbergonuphis* sp. foi a espécies mais abundante contribuindo com (29,2%), seguido de *Magelona postereelongata* (16,8%) e *Paraprionospio pinatta* (12,3%)

que juntos contribuíram com 58,41% da similaridade. A associação A3 foi a que apresentou o maior número de espécies contribuindo para similaridade nos dois períodos. Os Amphipodes do gênero *Ampelisca* foram os mais dominantes no grupo, contribuindo com 19,5 % da similaridade, seguido dos Polychaeta *Litocorsa*

sp.(9,3%), *Magelona posterelongata* (7,43%), *Tharyx* sp. 2 (6,66%), *Mediomastus californiensis* (6,1%) e do Echinodermata *Holothuria* sp. (6,1%). Na associação A4 houve um domínio dos Polychaetas pertencentes à família Syllidae, sendo *Exogone* sp. a espécie mais abundante contribuindo com 24,23% da similaridade entre as amostras, seguida de *Eusyllis* sp. (10,3%) e *Syllis* sp (7,7%).

Interação Fauna Sedimento

A análise de correspondência canônica (CCA) extraiu dois eixos canônicos significativos ($F_{\text{Monte Carlo}} = 7,693$; $p = 0,0002$ e $F_{\text{Monte Carlo demais eixos}} = 2,99$; $p = 0,0002$) que explicaram 15,7% da variação das espécies, dos quais 68,3% puderam ser atribuídos às variáveis ambientais consideradas. O eixo 1 explicou 49,4% da variação total dos dados e esteve relacionado positivamente com as maiores profundidades, elevadas concentrações de matéria orgânica e aos menores tamanho médio dos grãos. O eixo 2 explicou 19% da variação total dos dados e esteve relacionado positivamente com as maiores concentrações de CaCO_3 (Tabela 5; Figuras 5 e 6).

A ordenação dos pontos ao longo do eixo 1 refletiu um gradiente definido pelo aumento da profundidade e diminuição do tamanho médio dos grãos. Os pontos agrupados na associação A4 foram distribuídos à esquerda do eixo relacionados às menores profundidades e maiores concentrações de sedimentos gros-

seiros. As espécies que apresentaram maior afinidade com estas condições ambientais foram *Hypsicomus* sp., *Pomatoceros* sp., *Exogone* sp., *Syllis* sp. e *Eusyllis* sp. Os pontos agrupados na associação A2 se distribuíram a direita do eixo, relacionados a maiores profundidades e concentrações de sedimentos finos. As espécies que apresentaram maior maior afinidade com estas condições ambientais foram, *Paraprionospio pinatta*, *Ninoides brasiliensis*, *Kinberganuphs* sp. e *Natica pusilla*. Os pontos agrupados nas associações A3 e A4 se concentraram próximos a origem dos eixos (Figura 5 e 6).

A ordenação dos pontos ao longo do eixo 2 refletiu um gradiente definido pelo aumento na contribuição de carbonatos nas amostras, separando os pontos agrupados na associação A1 mais próximos a extremidade negativa do eixo, relacionados as maiores concentrações de areia e baixas concentrações de CaCO_3 , as espécies que apresentaram maior afinidade com essas condições ambientais foram *Owenia* sp.1 e os Bivalves juvenis. Os pontos referentes à associação A3 se agruparam próximos a origem dos eixos refletindo uma maior heterogeneidade na distribuição dos sedimentos e as espécies que apresentaram maior afinidade com estas condições foram, *Tharyx* sp. 1, *Tharyx* sp. 2, *Cirrophorus* sp., *M. posterelongata*, *Owenia* sp. 2, *M. californiensis*, *Corophium* spp. e *A. maculata* (Figura 5 e 6).

Tabela 3 - Resumo das características bióticas e abióticas das associações.

		A1		A2		A3		A4	
CaCO₃ (%)	Min. e Max.	5,11	12,75	7,76	23,45	10,10	33,37	10,77	79,21
	Média e EP	7,46	1,26	10,62	0,66	18,90	1,14	39,99	5,70
Cascalho (%)	Min. e Max.	0,00	0,30	0,00	1,55	0,00	14,38	0,00	15,66
	Média e EP	0,05	0,05	0,10	0,07	2,07	0,78	6,46	1,49
Areia (%)	Min. e Max.	77,28	98,63	1,52	77,35	49,57	90,58	50,63	98,91
	Média e EP	91,39	3,39	31,69	4,93	76,28	2,49	78,47	4,08
Finos (%)	Min. e Max.	1,36	22,71	22,60	98,47	5,11	45,50	1,03	33,70
	Média e EP	8,55	3,41	68,21	4,95	21,65	2,07	15,07	3,16
Prof. (m)	Min. e Max.	5,53	13,28	8,87	13,97	5,28	13,57	1,84	9,16
	Média e EP	8,13	1,27	11,36	0,28	9,29	0,47	5,24	0,54
MO (%)	Min. e Max.	0,47	2,24	2,69	14,88	1,55	11,33	0,58	8,20
	Média e EP	1,04	0,26	9,65	0,78	4,71	0,53	3,40	0,58
S	Min. e Max.	4,00	9,00	0,00	16,00	12,00	31,00	9,00	27,00
	Média e EP	6,67	0,76	9,17	0,85	20,48	0,97	18,79	1,60
ind.0,042/ m²	Min. e Max.	7,00	17,00	0,00	73,00	34,00	151,00	17,00	164,00
	Média e EP	13,33	1,48	27,48	3,98	81,96	7,58	85,71	11,06
H'	Min. e Max.	1,22	2,05	0,00	2,62	1,53	3,07	1,80	3,01
	Média e EP	1,68	0,11	1,80	0,12	2,44	0,07	2,44	0,09
J'	Min. e Max.	0,87	0,96	0,00	0,97	0,60	0,94	0,74	0,95
	Média e EP	0,90	0,01	0,84	0,04	0,82	0,02	0,85	0,02

Tabela 4 - Resultados obtidos através da análise de similaridade (SIMPER). Contribuições das espécies na similaridade em cada associação.

	N	%	Cum.%		N	%	Cum.%
Associação A1				Associação A2			
Similaridade média: 27,78%				Similaridade média: 28,04%			
<i>Prionospio</i> sp. 1	3,33	61,56	61,56	<i>Kinbergonuphis</i> sp.	3,59	29,2	29,2
<i>Natica pusilla</i>	2,0	12,19	73,76	<i>Magelona posterelongata</i>	3,18	16,86	46,06
<i>Owenia</i> sp. 1	1,33	8,2	81,95	<i>Paraprionospio pinatta</i>	3,14	12,35	58,41
<i>Armandia maculata</i>	0,5	6,58	88,53	<i>Ampelisca</i> spp.	5,09	11,54	69,95
Bivalve juvenil	6,0	5,07	93,6	<i>Loandalia</i> sp.	1,95	9,68	79,63
				<i>Ninoid Brasiliensis</i>	1,23	5,01	84,64
				<i>Natica pusilla</i>	0,86	4,42	89,05
				<i>Magelona papilicornes</i>	0,73	2,34	91,4
Associação A3				Associação A4			
Similaridade média: 31,59%				Similaridade média: 25,82			
<i>Ampelisca</i> spp.	18,3	19,59	19,59	<i>Exogonesp.</i>	10,21	24,23	24,23
<i>Litocorsa</i> sp.	3,96	9,3	28,89	<i>Mediomastus californiensis</i>	6,14	11,04	35,27
<i>Magelona posterelongata</i>	3,26	7,43	36,32	<i>Eusyllis</i> sp.	6,07	10,34	45,61
<i>Tharyx</i> sp. 2	5,43	6,66	42,97	<i>Syllis</i> sp.	3,79	7,83	53,43
<i>Mediomastus californiensis</i>	3,61	6,11	49,08	<i>Aricidea</i> sp. 1	4,71	5,95	59,39
<i>Holothuria</i> sp.	6,91	5,81	54,9	<i>Pomatoceros</i> sp.	2,79	4,4	63,79
<i>Cirrophorus</i> sp.	2,57	5,71	60,6	<i>Ampelisca</i> spp.	6	4,27	68,06
<i>Tharyx</i> sp. 1	4,7	4,13	64,73	<i>Hypsicomus</i> sp.	5,43	3,9	71,95
<i>Magelona variolamelata</i>	2,09	3,59	68,32	<i>Armandia maculata</i>	2,29	3,1	75,06
<i>Kinbergonuphis</i> sp.	3,09	3,31	71,63	<i>Litocorsa</i> sp.	1,71	2,63	77,68
<i>Loandalia</i> sp.	1,61	3,03	74,66	Sipunculidae	1,14	2,28	79,97
<i>Hemipholis elongata</i>	1,48	2,59	77,25	Ostracoda	1,57	2,21	82,18
<i>Goniada</i> spp.	1,09	2,43	79,68	Platyschnopidae spp.	2,43	2,09	84,26
<i>Prionospio</i> sp. 1	2,7	2,16	81,84	Cheiriphotis spp.	2,79	1,97	86,24
<i>Oweniasp.</i> 2	1,61	2,04	83,88	<i>Prionospiosp.</i> 1	3,93	1,57	87,81
Nemertea	0,96	1,7	85,58	<i>Timaretesp.</i> 2	1,14	1,49	89,3
Sipunculidae	1,35	1,56	87,14	<i>Prionospiosp.</i> 2	1,71	1,39	90,68
<i>Poecilocaetus australis</i>	0,91	1,38	88,51				
<i>Amphiodia atra</i>	1,3	1,23	89,74				
<i>Isolda pulchella</i>	1	0,97	90,71				

DISCUSSÃO

A distribuição geral dos sedimentos na área revelou uma estreita relação com a profundidade e com a hidrodinâmica, pois apesar da enseada ser um local parcialmente abrigado, no seu interior operam processos hidrodinâmicos altamente energéticos, sendo que os níveis energéticos são maiores na área externa e nos pontos marginais próximos aos costões. Para Schettini et al. (1999) as correntes atuantes na região são resultado principalmente da ação dos ventos, oriundos de leste e nordeste, que ao atingirem a costa sofrem deflexão para o quadrante sudeste, formando um “vórtice” no interior da enseada. A ação dessas correntes atua dispersando os resíduos oriundos dos cultivos, o que, por um lado impede a formação dos biodepósitos (D’Aquino et al., 2006), mas por outro, pode causar alterações nas características dos sedimentos adjacentes, tornando-os mais heterogêneos através do incremento de carbonatos na forma de fragmentos de conchas (Marenzi, 2002). Segundo Abreu et al. (2006) o cascalho presente no sedimento depositado na parte sudeste da na enseada é básica-

mente relacionado a fragmentos de origem biotérfica e a atividade de maricultura. No entanto os resultados deste trabalho indicam que além da grande deposição de fragmentos de conchas, também há a contribuição de sedimentos grosseiros (2-4mm) neste local.

Apesar dos cultivos na região apresentarem um alta taxa de sedimentação potencial (Schettini et al., 1997) as maiores concentrações de matéria orgânica não estiveram associados ao cultivo. Os maiores valores estiveram associados aos sedimentos finos depositados nas áreas mais profundas da enseada. O comportamento semelhante dos dois componentes do sedimento pode ser atribuído à velocidade de deposição semelhante entre as partículas orgânicas e as lamas, e também a maior capacidade de adsorção de matéria orgânica pelos argilo-minerais (Keil et al., 1994).

As quatro associações faunísticas identificadas apresentaram distribuição espacial relacionada principalmente com variações nas características do sedimento, corroborando com diversos trabalhos, onde as características do sedimento foram as principais responsáveis pela variação espacial dos organismos

(McLachlan, 1996; Omena e Amaral, 1997; Ysebaert & Herman, 2002; Van Hoey, et al., 2004; Lourido et al., 2010).

As espécies *Magelona posterenlogata*, *Magelona papilicornes*, *Paraprionospio pinnata* e *Kinbergonuphis* sp., dominantes na associação A1, pertencem a famílias classificadas como comedores de depósito e a última como onívora (Fauchald & Jumars, 1979; Rouse & Pleijel, 2001). Estes organismos são tipicamente encontrados em substratos lamosos de regiões costeiras (Amaral & Rossi-Wongtschowski, 2004), para onde são atraídos pela maior deposição de matéria orgânica e pela maior facilidade na ingestão do alimento (Rhoads & Young, 1970).

A associação A3 foi dominada principalmente pelos representantes da família Syllidae. Contudo na segunda campanha duas espécies da família Sabellidae apresentaram grande abundância no local. A área abrangida pela associação A3, além de apresentar as maiores concentrações de sedimentos grosseiros, apresenta extensos bancos de algas da espécie *Sargassum cymosum* (Mafra Jr. & Cunha, 2002). Desta forma o aumento na estabilização das condições microambientais, ocasionado pela presença das macroalgas, possibilitou que tanto espécies sedentárias (Sabellidae) como errantes (Syllidae) tivessem substratos adequados a sua fixação (Díaz & Liñero-Arana, 2006).

A baixa abundância e diversidade de espécies encontradas na associação A4 pode estar relacionada à proximidade do costão do Morro da Penha. Locais próximos a costões costumam apresentar fortes correntes capazes de alterar a granulometria, removendo as partículas finas e ocasionam a erosão do substrato

(Wolanski & Hammer, 1988). Neste tipo de ambiente poucos organismos se estabelecem, pois tem que se adaptar a constantes alterações no substrato, o que inclui a escavação, a manutenção das tocas e o constante risco de serem removidos do interior do sedimento (Gray & Elliott, 2009).

A associação A2 formada pelos pontos abaixo dos cultivos apresentou as maiores riqueza e diversidade de espécies, apesar disso foi registrado apenas um pequeno número de espécies exclusivas no local. As espécies mais abundantes e que ocorreram principalmente na associação A2 foram os *Ampelisca* spp., *Tharyx* sp. 1, *Tharyx* sp. 2 e *Holothuria* sp, as maiores densidades de *Ampelisca* spp. na associação A2 pode ter sido ocasionada pela coexistência simpátrica de diversas espécies, já que as espécies deste gênero, costumam ocorrer simultaneamente em um mesmo local (Dauvin et al., 1993). Em estudos realizados na região sudeste brasileira as maiores densidade desses organismos estiveram relacionadas com ambientes profundos, com maior estabilidade e constituídos de sedimentos médios a finos (Gallerani, 1997 e Valério-Berardo, et al., 2000). Entretanto Rodrigues (2009) afirma que distribuição estes organismos pode ocorrer em uma ampla faixa batimétrica associados diversos tipos de substratos.

As maiores densidades de *Tharyx* sp. 1, *Tharyx* sp. 2 e *Holothuria* sp principalmente abaixo dos cultivos, pode ter sido favorecida pelo aporte constante de matéria orgânica ocasionada pela deposição de fezes e pseudo-fezes, uma vez que os Cirratulidae são comumente citados como indicadores de enriquecimento orgânico (Pearson & Rosenberg 1978). Os *Holothuria* por sua vez se alimentam de forma seletiva, optando

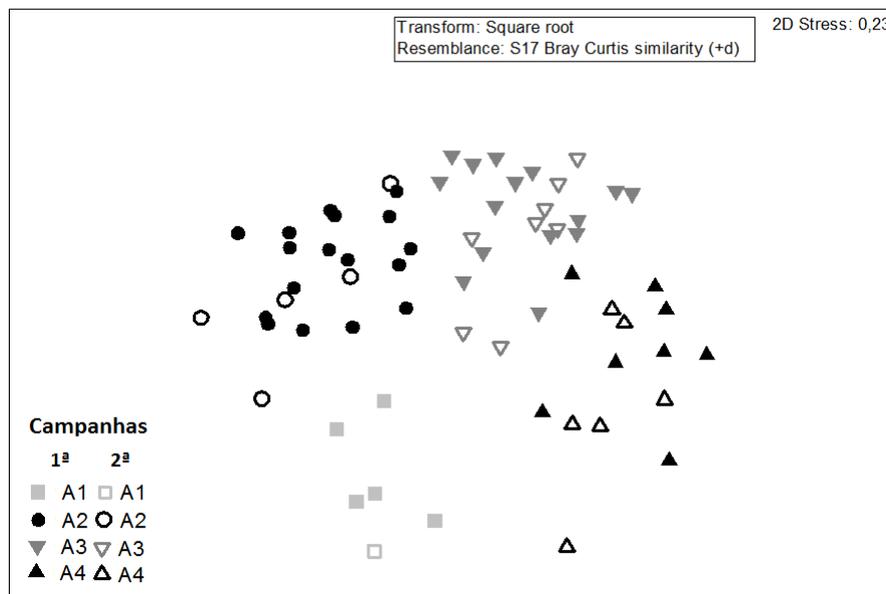


Figura 4 - Diagramas representativos análise de proximidade (MDS), aplicada à matriz de abundância de espécies comparando as duas campanhas. Símbolos cheios representam as associações formadas na primeira campanha e os símbolos vazados a segunda campanha.

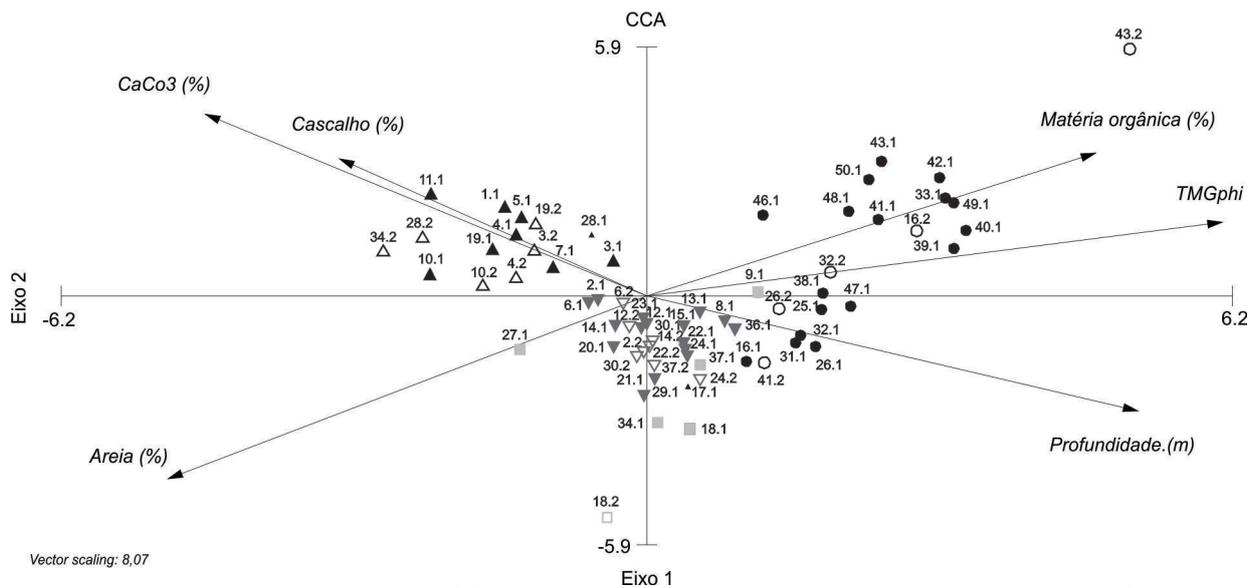


Figura 5 - Análise de correspondência canônica (CCA), considerando os pontos amostrais e os parâmetros ambientais. Símbolos representam as associações: Campanha 1 (A1, A2, A3, A4), Campanha 2 (A1, A2, A3, A4)

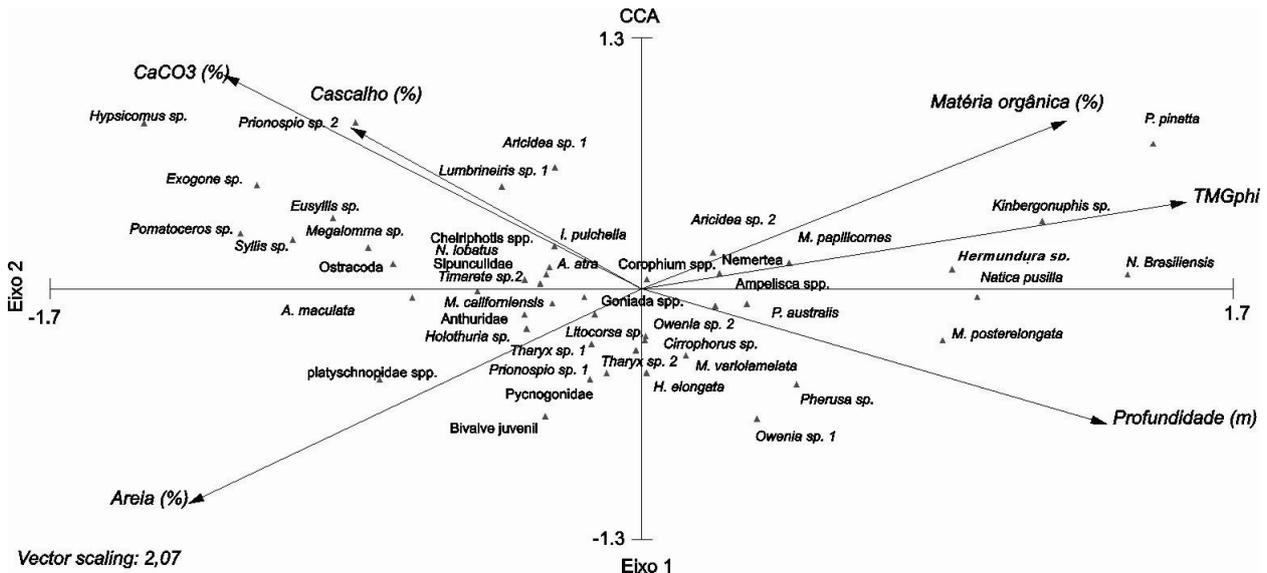


Figura 6 - Análise de correspondência canônica (CCA) entre as variáveis bióticas e abióticas coletadas nas duas campanhas amostrais, considerando as espécies e os parâmetros ambientais.

somente por partículas com alto conteúdo de matéria orgânica (Brusca & Brusca, 2003).

Estudos anteriores realizados na enseada da Armação do Itapocoroy afirmam que a atividade de cultivo de moluscos realizada na região parece não afetar de forma significativa as características da macrofauna (Marenzi, 2002) e dos sedimentos (Schettini et al., 1999; Abreu et al., 2006; Pereira Filho et al., 2006). Contudo os resultados deste trabalho sugerem que o contínuo aporte de matéria orgânica a deposição constante de fragmentos de conchas funcionem como uma fonte de estresse elevando os valores de abundância e diversidade nas proximidades dos

cultivos. Resultados semelhantes foram encontrados por Grant et al. (1995), onde a maior diversidade foi encontrada nas proximidades dos cultivos. De acordo com Jaramilo et al. (1992) o aumento da diversidade nos locais de cultivo pode ser ocasionada pelo aumento da heterogeneidade do habitat, pois a abertura de diferentes nichos facilita a colonização por novas espécies.

Com base na teoria do distúrbio intermediário sugerida por Connell (1978), quando uma comunidade é submetida a um nível de estresse mínimo, a diversidade é reduzida devido à exclusão competitiva das espécies, mas se o nível de estresse é mantido,

a competição diminui, resultando em um aumento da diversidade. Sendo assim, a manutenção de elevados valores de densidade e riqueza nas adjacências dos cultivos pode estar relacionada ao contínuo aporte de matéria orgânica, todavia em virtude da boa capacidade de dispersão da hidrodinâmica local, esse material não se acumula, o que impede a formação dos biodepósitos.

CONCLUSÕES

A enseada da Armação do Itapocoroy abriga quatro associações macrobentônicas que tem sua distribuição espacial determinada principalmente por variações na profundidade e nas características dos sedimentos. A presença dos cultivos causam alterações nas características dos sedimentos adjacentes, tornando-os mais heterogêneos através do incremento de carbonado de cálcio na forma de fragmentos de conchas. O aumento da complexidade do habitat e o aporte contínuo de matéria orgânica nas proximidades dos cultivos favorecem a formação de uma associação faunística com altos valores de abundância e diversidade. Não houve indícios da formação de biodepósitos, pois apesar de a enseada ser um local abrigado no seu interior operam processos hidrodinâmicos energéticos capazes de dispersar parte dos resíduos oriundos dos cultivos e impedir a formação dos mesmos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, J.G.N.; Menezes, J.T. & Rosa, F.D. 2006. Morfologia submarina e sedimentologia da Armação do Itapocoroy, Penha, SC., 37-46p. In: Joaquim Olinto Branco & Adriano W.C. (Org.). Bases ecológicas para um desenvolvimento sustentável: estudo de caso em Penha, SC. Editora da UNIVALI, Itajaí, SC., 292p.
- Amaral, A.C.Z., Rossi-Wongtchowski & C.L. del. B. 2004. Biodiversidade Bentônica da Região Sudeste-Sul do Brasil – Plataforma Externa e Talude Superior. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP. Série Documentos Revizee: Score Sul.215p.
- Barroso, G.F.; Poersch, L.H.; Castello, J.P. & Cavalli, R.O. 2007. Premissas para sustentabilidade da aquicultura costeira. In: Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do Brasil: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e sócios econômicos (org.): Barroso, G. F.; Bemvenuti, C.E.; Capítoli, R.R. & Gianuca, N.M. 1978. Estudos de ecologia bentônica na região estuarial da Lagoa dos Patos. II - Distribuição quantitativa do macrobentos infralitoral. Atlântica. 3: 23-32.
- Brusca, R.C. & Brusca, G.J. 2003. Invertebrates. 2ed. Sinauer Associates, Sunderland: Massachusetts, 936p.
- CEPA/EPAGRI. 2012. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina, 2011-2012. Disponível em: <http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/Sintese_2012/sintese%202012.pdf>. Acesso em: 19/04/2013.
- Chapman, M.G.; Tolhurst, T.J.; Murphy, R.J. & Underwood, A.J. 2010. Complex and inconsistent patterns of variation in benthos, micro-algae and sediment over multiple spatial scales. Mar.Ecol. 398: 33-47.
- Chamberlain, J.; Fernandes, T.F.; Read, P.; Nickell, T.D. & Davies, I.M. 2001. Impacts of biodeposits from suspended mussel (*Mytilus edulis*.) culture on the surrounding surficial sediments. J. Mar. Sci. 58: 411-416.
- Clarke, K. & Warwick, R. 2001. Change in Marine Communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Marine Laboratory, Plymouth, 144p.
- Connell, J.H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. Science 199: 1302-1310.
- D'Aquino, C.A.; Schettini, C.A.F. & Carvalho, C.E.V. 2006. Dinâmica de sedimentos finos em zonas de cultivo de moluscos marinhos. Atlântica 28(2): 103-116.
- Dauvin, J.C.; Bellan-Santini, D & Bellan, G. 1993. Les genres *Ophelia* et *Ampelisca* de la région de Roscoff : exemples d'allotopie et de syntopie dans les communautés marines de substrat meuble. Cah. Biol. Mar. 34: 1-15
- Díaz, O.D. & Liñero-Arana, I. 2006. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) Asociados a substratos artificiales em três localidades del golfo de Cariaco, Venezuela, Saber. 18(1): 3-10.
- Fauchald, K. & Jumars, P.A. 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 17: 193-284.
- Flach, E. & Heip, C. 1996. Vertical distribution of macrozoobenthos within the sediment of the continental slope of the Goban Spur area (NE Atlantic). Mar. Ecol. Prog. Ser. 141: 55-66.
- Ferreira, J.F. & Oliveira Neto F.M. 2007. Cultivo de moluscos em Santa Catarina. In: Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do Brasil: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e sócios econômicos/ organizadores: Barroso, G.F., Poersch, H. da S., Cavalli, R.O. Rio de Janeiro: Museu nacional, 316p.

- Folk, R. & Ward, W. 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *J. Sediment. Petrol.* 27: 3-26.
- Gallerani, G. 1997. Análise quantitativa dos Amphipoda da Baía de Campos, RJ, Brasil. Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico-USP. 128p.
- Grant, J.; Hatcher, A.; Scott, D.B.; Pocklington, P.; Schafer, C.T. & Winter, G. 1995. A multidisciplinary approach to evaluating benthic impacts of shell fish aquaculture. *Estuaries*, 18: 124-144.
- Gray, J. S. & Elliot, M. 2009. Ecology of marine sediments: From science to management, 2 ed. Oxford University Press. Oxford, New York, 241p.
- Gray, J.S. 1974. Animal-Sediment Relationships. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 12: 223-261.
- Goldburg, R. & Triplett, T. 1997. Murky waters: Environmental effects of aquaculture in the US. Environment Defence Fund. 198p.
- Hatcher, A.; Grant, J. & Schofield, B. 1994. Effects of suspended mussel culture (*Mytilus* spp.) on sedimentation, benthic respiration and sediment nutrient dynamics in a coastal bay. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 115: 219-235.
- Hines, A.H.; Whitlatch, R.B.; Thrush, S.F.; Hewitt, J.E.; Cummings, V.J.; Dayton, P.K. & Legendre, P., 1997. Nonlinear foraging response of a large marine predator to benthic prey: eagle ray pits and bivalves in a New Zealand sandflat. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 216: 191-210.
- Jaramillo, E.; Beltran, C. & Bravo, A. 1992. Mussel biodeposition in an estuary in southern Chile. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 82: 85-94.
- Keil, R.G.; Montlucon, D.B.; Prah, F.G. & Hedges, J.L. 1994. Sorptive reservation of labile organic matter in marine sediments, *Nature*, 370: 549-552.
- Legendre, P. & Legendre, L. 1998. Numerical Ecology. 2° edição. Elsevier, Amsterdam. 853p.
- Lourido, A.; Moreira, J. & Troncoso J.S. 2010. Spatial distribution of benthic macrofauna in subtidal sediments of the Ría de Aldán (Galicia, northwest Spain), *Sci. Mar.* 74(4): 705-715.
- Mafra Jr., L.L. & Cunha S.R. 2002. Bancos de *Sargassum cymosum* (Phaeophyceae) na Enseada de Armação do Itapocoroy, Penha, SC: Biomassa e rendimento em alginato. *Notas Téc. Facimar.* 6: 111-119.
- Marenzi, A.W.C. 2002. A Influência do Cultivo de Mexilhões sobre o Habitat Bentônico na Enseada da Armação do Itapocoroy, Penha, SC. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos. 120p.
- Marques J.C. & Bellan-Santini D. 1993. Biodiversity in the ecosystem of the Portuguese continental shelf: distributional ecology and the role of benthic amphipods. *Mar. Biol.* 115: 555-564.
- McLachlan, A. 1996. Physical factors in benthic ecology: effects of changing sand particle size on beach fauna, *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 131: 205-217.
- Morgado, E.H. & Amaral, A.C. 1985. Anelídeos poliquetos associados ao briozoário *Schizoporella unicornis* (Johnston). V. Syllidae, *Rev. Bras. Zool.* 3(4): 219-227.
- Omena, E.P. & Amaral, A.C.Z. 1997. Distribuição espacial de Polychaeta (Annelida) em diferentes ambientes entremarés de praias de São Sebastião (SP), *Oecolog. Bras.* 3: 183-196.
- Paulilo, M.I.S. 2002. Maricultura e território em Santa Catarina. *Cadernos de Pesquisa.* No. 31, Florianópolis: UFSC – Departamento de Ciências Sociais, 35p.
- Pearson, T.H., Rosenberg, R., 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 16: 229-311
- Pereira, R.C. & Soares-Gomes, A. 2002. *Biologia Marinha.* Rio de Janeiro: Interciência. 328p.
- Pereira Filho, J.; Oliveira, U.C. & Manzoni, G.C. 2006. Consumo de oxigênio e fluxos de nutrientes a partir dos sedimentos na Armação do Itapocoroy, durante o verão de 1998. In: Joaquim Olinto Branco & Adriano W.C. (Org.). Bases ecológicas para um desenvolvimento sustentável: estudo de caso em Penha, SC. Editora da UNIVALI, Itajaí, SC. 292p.
- Peterson, C.H. & Skilleter, G.A. 1994. Control of foraging behaviour of individuals within an ecosystem context: the clam *Macoma balthica*, flow environment, and siphon-roppingfishes. *Oecologia*, 100: 256-267.
- Rhoads, D.C. & Young, D.K. 1970. The influence of deposit-feeding organisms on sediment stability and community trophic structure. *J. Mar. Res.* 25: 150-177.
- Rodrigues, C.R. 2009. Composição e distribuição dos Amphipoda (Crustacea: Peracarida) na plataforma continental entre São Sebastião e Peruíbe (São Paulo, Brasil). Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo-USP, 143p.
- Rouse, G.W. & Pleijel, F. 2006. Annelid phylogeny and systematics In: G.W. Rouse and F. Pleijel (eds) Reproductive biology and phylogeny of Annelida. Science Publishers Inc., Enfield, New Hampshire, 3-21p.
- Rosa, L.C. & Bemvenuti, C.E. 2006. Temporal variability of the estuarine macrofauna of the Patos Lagoon, Brazil. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 41(1):1-9.
- Rossi, M.C.S. 2008. Contribuição ao conhecimento taxonômico dos poliquetas Sabelídeos (Polychaeta: Sabellidae) da região sudeste do Brasil. Dissertação de Mestrado. Instituto de

- Biociências da Universidade de São Paulo-USP, 265p.
- Sanders, H.L. 1958. Benthic Studies in Buzzards Bay. I. Animal-Sediment Relationships. *Limnol. Oceanogr.* 3(3): 245-258.
- Schettini, C.A.F.; Carvalho, J.L.B. & Truccolo, E.C. 1999. Aspectos hidrodinâmicos da enseada da Armação de Itapocoroy, SC. *Notas Téc. Facimar*, 3: 99-109.
- Schettini, C.A.F.; Kuroshima, K.N.; Pereira F., J.; Rörig, L.R. & Resgalla Jr. 1998. Oceanographic and ecological aspects of the Itajaí-açuriver plume during a high discharge period. *An. Acad. Bras Ciên.* 70: 325-334.
- Schettini, C.A.F.; Resgalla Jr., C. & Kuroshima, K.N. 1997. Avaliação da taxa de sedimentação na região de cultivo de moluscos na enseada da Armação de Itapocoroy - SC. *Notas Téc. Facimar*, 1 :1-8.
- Snelgrove, P.V.R. & Butman, C.A. 1994. Animal-sediment relationships revisited: cause versus effect. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 32: 111-177.
- Suguio, K. 1973. *Introdução à Sedimentologia*. Edgard Blucher, São Paulo. 317p.
- Thrush, S.F.; Hewitt, J.E.; Funnel, G.A.; Cummings, V.J.; Ellis, J.; Schultz, D.; Talley, D. & Norkko, A. 2001. Fishing disturbance and marine biodiversity: the role of habitat structure in simple soft-sediment systems. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 223: 277-286.
- Valério-Berardo, M.T.; Flynn, M.N. & Wakabara, Y. 2000. Structure and dynamics of a shelf amphipod taxocenosis in southeastern Brazil. *Bulle. Mar. Sci.* 66(1): 59-72.
- Van Hoey, G.; Degraer, S. & Vincx, M. 2004. Macrobenthic community structure of soft-bottom sediments at the Belgian Continental Shelf. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 59: 599-613.
- Ventura, R.; Vicente, A.L.; Santos, A.A.; Novaes, A.L.T.; Silva, F.M. & Antonio, O. 2011. Malacocultura em Santa Catarina: Maricultores, extensionistas e pesquisadores apontam problemas e demandas. *Panorama da Aqüicultura*, 21: 36-41.
- Wolanski, E. & Hammer, W.M. 1988. Topographically controlled fronts in the ocean and their biological influence. *Science* 241: 177-181.
- Ysebaert, T. & Herman, P.M.J. 2002. Spatial and temporal variation in benthic macrofauna and relationships with environmental variables in an estuarine, intertidal soft-sediment environment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 244: 105-124.
- Ysebaert, T.; Miron, H. & Herman P.M.J. 2009. Impacts of bottom and suspended cultures of mussels *Mytilus* spp. on the surrounding sedimentary environment and macrobenthic biodiversity. *Helgoland Mar. Res.* 63: 59-74.

Submetido: Setembro/2012
Revisado: Abril/2013
Aceito: Julho/2013