

Anelídeos poliquetas da plataforma continental norte do Estado de São Paulo: I - Padrões de densidade e diversidade específica

Paulo Cesar de PAIVA

Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo
(Caixa Postal 9075, 01065-970, São Paulo, SP, Brasil)

- **Abstract:** Density and diversity patterns of the polychaetous annelids from the northern continental shelf of São Paulo State, Brazil, were studied. Polychaetous densities were higher in the inner shelf, mainly in the southern transect. Temporal variations were observed at the northern and central transects in the 20 and 35 m isobaths, with higher summer values. Diversity values were lower in summer and higher during winter in the outer shelf. The inner shelf presented more complex diversity patterns with seasonal fluctuations in lower depths. Muddy sediments presented higher densities; diversity and richness were higher in fine sand sediments. Coarser sediments presented the highest values of evenness but low diversity. The higher diversity values in the shallowest stations were due to the higher number of species and in the deepest stations to the great evenness.
- **Resumo:** Foram estudados os padrões de densidade e diversidade específica dos anelídeos poliquetas da plataforma continental norte do Estado de São Paulo. A densidade de poliquetas foi maior na plataforma interna, especialmente na radial Sul. Nas radiais Central e Norte foram observadas variações temporais nas isóbatas de 20 e 35 m, com valores maiores no verão. Os valores de diversidade específica foram preponderantemente mais baixos na plataforma externa, no verão, e altos, no inverno, enquanto a plataforma interna apresentou padrões de diversidade mais complexos com flutuações sazonais em baixas profundidades. As densidades foram maiores em sedimentos pelíticos. Areias finas apresentaram valores mais altos de diversidade e riqueza. Sedimentos mais grossos apresentaram equitatividades maiores, porém, baixas diversidades. Os valores maiores de diversidade, nas estações mais rasas, foram devidos ao maior número de espécies e nas estações profundas, à maior equitatividade.
- **Descriptors:** Benthic environment, Species diversity, Population density, Temporal variations, Spatial variations, Environmental factors, Sediment-water interface, Polychaeta, Continental shelf, São Paulo State, Brazil.
- **Descritores:** Ambiente bentônico, Diversidade das espécies, Densidade da população, Variações temporais, Variações espaciais, Fatores ambientais, Interface sedimento-água, Polychaeta, Plataforma continental, Estado de São Paulo, Brasil.

Introdução

As variações espaciais e temporais da densidade e da diversidade específica estão relacionadas, normalmente, à variabilidade das condições abióticas e bióticas. Fatores como suprimento alimentar, predação, competição, crescimento populacional, perturbações físicas e químicas e outros, que condicionem o ambiente, tendem a alterar a estrutura das comunidades marinhas. As respostas de cada espécie à variabilidade destes fatores se refletem nas

taxocenoses em termos de variações da densidade e da diversidade.

A relação da diversidade específica com os fatores ambientais foi a temática de uma série de trabalhos, principalmente no mar profundo (Sanders, 1968; Dayton & Hessler, 1972; Grassle & Sanders, 1973) e em costões rochosos da zona entremarés (Menge & Sutherland, 1976). A mensuração da diversidade no meio marinho se popularizou, nas décadas de 60 e 70, como ferramenta na avaliação dos efeitos da poluição em comunidades naturais (Valiela, 1984).

Variações estruturais (densidade e diversidade) das taxocenoses de anelídeos poliquetas refletem a condição da macrofauna bêntica em geral, já que este grupo taxonômico é um dos mais abundantes em fundos inconsolidados, tanto em número de espécies como de indivíduos, sendo responsável por até 70 % da produtividade da macrofauna em ambientes de plataforma (Knox, 1977).

Os padrões de diversidade de anelídeos poliquetas de plataforma já haviam sido estudados na região de Ubatuba por Amaral (1980), Lana (1981) e Morgado (1988) na plataforma interna (< 40 m de profundidade).

Este estudo visa reconhecer os padrões de densidade e diversidade e formular hipóteses quanto aos fatores que mais contribuem na estruturação da taxocenose de poliquetas da plataforma continental norte do Estado de São Paulo.

Área de estudo

A área de estudo (Fig. 1) localiza-se no litoral norte do Estado de São Paulo, entre a Ilha de São Sebastião e a Enseada de Picinguaba, sendo limitada pelas latitudes de 23°25'S e 24°22'S e pelas longitudes de 44°33'W e 45°16'W e abrangendo a plataforma continental entre 15 e 117 m de profundidade, perfazendo uma área aproximada de 3800 km². O fundo da plataforma norte-paulista é coberto, predominantemente, por areias finas e muito finas (Furtado & Mahiques, 1990). O conteúdo de pelitos é maior (> 40 %) junto à costa (20 m), próximo da isóbata de 50 m e na plataforma externa abaixo dos 100 m. A fração areias prevaleceu mais ao norte onde constituiu entre 80 e 90 % do sedimento.

As condições hidrográficas foram estudadas por Emilsson (1959), Matsuura (1986) e Castro Filho *et al.* (1987). Três massas de água principais foram reconhecidas: A Água Costeira (AC), a Água Tropical (AT) e a Água Central do Atlântico Sul (ACAS). A AC é restrita a baixas profundidades (< 20 m) no verão, interagindo com a AT no inverno quando cobrem toda a plataforma interna. A ACAS cobre o fundo da plataforma externa durante todo o ano, penetrando, na plataforma interna, durante o verão. Assim, a plataforma interna tem uma grande variabilidade intra-anual, apresentando uma termoclina sazonal a 20 m, durante o verão e, praticamente, nenhuma estratificação no inverno.

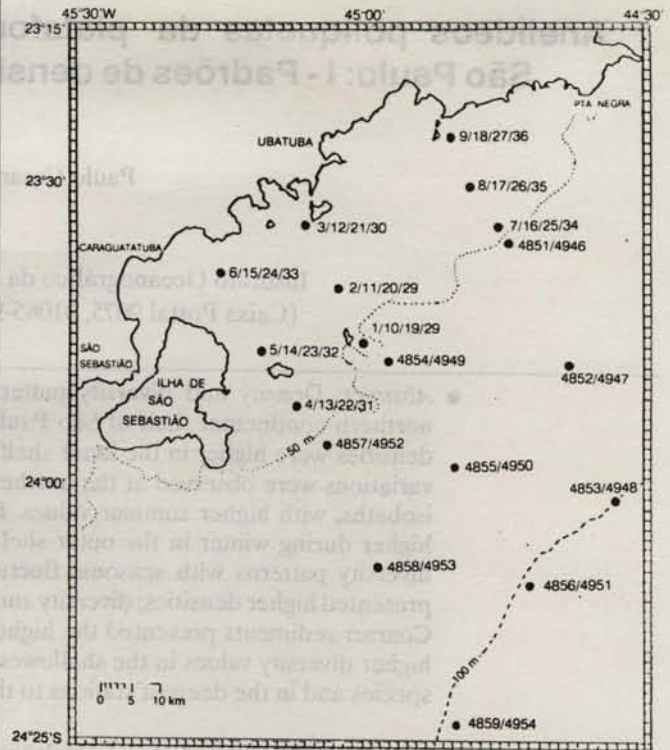


Fig. 1. Áreas de estudo e estações de coleta. Estações 1 a 9 - primavera (10/85); 10 a 18 e 4051 a 4859 - verão (12/85 e 01/86); 19 a 27 - outono (04/86); 28 a 36 e 4946 a 4954 - inverno (07/86).

Material e métodos

As coletas foram efetuadas em 54 estações oceanográficas distribuídas em dois setores do litoral norte do Estado de São Paulo (Fig. 1), amostradas em diferentes épocas do ano (de outubro de 1985 a julho de 1986). O setor interno (raso) abrange a faixa de 15 a 50 m de profundidade, onde foram realizadas amostragens sazonais em três radiais: Norte, Central e Sul. Em cada radial foram feitas coletas em três pontos, aproximadamente a 20, 35 e 45 m de profundidade. No setor externo (profundo) foram feitas coletas durante os meses de dezembro (verão) e julho (inverno) em nove pontos, prolongando as radiais do setor interno, nas profundidades de 50, 75 e 100 m, aproximadamente. As coletas do setor interno foram efetuadas com o B/Pq "Veliger II", e as do setor externo com o N/Oc. "Prof. W. Besnard", ambos do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo - IOUSP.

Nas amostragens de material biológico do subprojeto "Bentos" foi utilizado um pegador-de-fundo, tipo "Van-Veen", de 1/10 m² de área de amostragem. O sedimento, coletado numa única pegada, foi peneirado em

uma série de três peneiras de malhas 2, 1 e 0,5 mm. O material retido nas peneiras foi acondicionado em frascos plásticos e fixado em aldeído fórmico a 4 %. Posteriormente, no Laboratório de Biologia Bêntica do Departamento de Oceanografia Biológica do IOUSP, o material foi triado sob microscópio estereoscópico ao nível de grandes grupos taxonômicos (filos, classes ou ordens), a seguir identificados em nível específico e contados.

Em cada estação oceanográfica foram efetuadas coletas de água de fundo, utilizando-se garrafas de Nansen. A temperatura foi medida com termômetros de reversão acoplados às garrafas. Da água coletada foram tomadas amostras para mensuração da salinidade, através de um salinômetro indutivo, e do teor de oxigênio dissolvido, através de titulação pelo método de Winkler (Strickland & Parsons, 1968). As análises hidrográficas foram efetuadas a bordo e nos laboratórios do Departamento de Oceanografia Física do IOUSP.

Do sedimento coletado pelo pegador-de-fundo, foi tomada uma amostra para análises sedimentológicas. As análises granulométricas foram efetuadas segundo o método de peneiramento e pipetagem descrito em Suguio (1973), obtendo-se os parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957). Além destes parâmetros, foram utilizadas, as frequências relativas de quatro classes granulométricas: pelitos (argila + silte), areia fina, areia média e areia grossa. O interesse em separar a areia em três frações se justifica pela seletividade de algumas espécies por frações específicas. Os teores de carbonato biodetrítico do sedimento foram obtidos através de ataque com ácido clorídrico 10 %. A análise de teores de matéria orgânica foi feita utilizando-se o processo de oxidação por H_2O_2 (Gross, 1971). As análises sedimentológicas foram feitas no Laboratório de Sedimentologia do IOUSP.

A estimativa da densidade de anelídeos poliquetas foi expressa em número de indivíduos por $0,1 m^2$.

A diversidade específica foi calculada a partir do índice de Shannon-Wiener (Shannon & Weaver, 1963), derivado da teoria da informação e largamente utilizado em estudos bênticos. Como este foi calculado utilizando-se logaritmo na base 2, a diversidade foi expressa em bits/indivíduo. A equitatividade foi calculada através do índice de Pielou (1975).

Para a expressão do grau de dependência entre a densidade, riqueza, diversidade e equitatividade com as variáveis ambientais, foi efetuada uma análise de "regressão múltipla passo a passo" (Legendre & Legendre,

1983), onde as variáveis independentes que melhor explicaram os modelos de regressão múltipla foram selecionadas ao nível de 5 % de significância. Para a análise de regressão múltipla, os valores das variáveis: profundidade, temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e riqueza de espécies foram normalizados através da transformação em raiz quadrada. Para a normalização da densidade foi extraída a raiz da raiz quadrada e para os dados expressos em porcentagem (matéria orgânica, carbonato biodetrítico, areia fina e pelitos) foi feita a transformação arceno. As demais variáveis (diversidade, equitatividade e coeficiente de seleção) não foram transformadas, pois seus cálculos já envolvem uma logaritimização.

Resultados

A Tabela 1 fornece os parâmetros das variáveis ambientais, para cada uma das estações de amostragem, nos setores interno e externo durante o período de coleta (10/85 a 07/86) e a Figura 1 fornece a localização e a época de amostragem das estações de coleta.

Foi identificado um total de 166 espécies de anelídeos poliquetas pertencentes a 38 famílias. As espécies e suas distribuições nas estações de coleta constam das Tabelas 2 (plataforma interna) e 3 (plataforma externa).

A Tabela 4 fornece os valores da densidade, riqueza, diversidade e equitatividade, para cada uma das estações de coleta.

Na plataforma interna, a densidade expressa em número de indivíduos por $0,1 m^2$, foi maior na radial Sul durante todo o ano (exceto na primavera). As densidades maiores nesta radial se deveram, principalmente, à abundância de espécies da superfície do sedimento como *Spiophanes missionensis*, *Cirrophorus americanus*, *Cirratulus filiformis*, *Magelona posterolongata*. Na radial Central, os valores foram intermediários ($20 - 70 ind/0,1 m^2$) durante todo o ano, exceto pela isóbata de 20 m onde ocorreu uma flutuação temporal marcante, atingindo um pico máximo de densidade no verão (932 ind.) devido, principalmente, à grande abundância de *Hydroides plateni*, *Chone insularis* e *Polydora socialis*. Na radial Norte, as densidades foram maiores também no período de verão ($> 50 ind.$).

Na plataforma externa, ao contrário da interna, as densidades foram maiores no inverno, embora o pico maior tenha ocorrido numa estação de verão (Est. 4851, radial Norte, isóbata de 50 m). O modelo de regressão múltipla para densidade selecionou apenas a variável temperatura (positivamente).

Tabela 1. Datas das coletas e dados ambientais das estações oceanográficas (profundidade, temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, matéria orgânica, carbonato biodetrítico, pelitos, areia grossa, areia média, areia fina e coeficiente do selecionamento). P = primavera, V = verão, O = outono, I = inverno, S = radial Sul, C = radial Central, N = radial Norte.

ESTAÇÃO	DATA	PROF. (m)	TEMP. (°C)	SAL.	OXIG. (ml/l)	M.O. (%)	CaCO ₃ (%)	PELITOS (%)	A.G. (%)	A.M. (%)	A.F. (%)	CF.SEL. (°)
1 PC	26-10-85	46	16,54	35,58	0,37	2,1	40,5	16,46	26,0	14,2	44,4	2,18
2 PC	26-10-85	35	16,79	35,61	3,58	0,7	36,1	3,22	2,2	3,4	91,2	0,43
3 PC	26-10-85	19	22,21	35,47	4,99	2,3	25,1	25,93	5,2	13,4	55,6	1,94
4 PS	27-10-85	40	17,41	35,56	3,48	1,3	17,8	20,42	7,1	10,0	62,5	1,88
5 PS	27-10-85	32	19,44	35,52	4,21	2,5	15,1	26,12	11,8	12,8	62,1	2,4
6 PS	27-10-85	15	21,30	35,54	4,95	2,1	15,5	42,6	2,4	4,6	50,4	1,79
7 PN	28-10-85	43	15,58	35,56	4,09	2,3	12,3	11,56	3,1	3,1	82,3	1,07
8 PN	28-10-85	38	16,40	35,63	3,22	0,1	57,3	6,38	47,8	38,3	10,4	1,06
9 PN	28-10-85	17	20,48	35,56	4,49	2,8	16,0	15,11	5,9	11,8	67,4	1,6
10 VC	20-01-86	45	15,66	35,60	4,75	1,4	20,9	41,23	21,2	7,6	31,9	3,17
11 VC	20-01-86	36	15,77	35,54	4,44	0,7	29,2	7,23	5,5	3,5	84,5	0,77
12 VC	20-01-86	21	23,54	35,47	2,65	1,7	39,5	15,57	12,2	30,8	41,7	1,66
13 VS	21-01-86	38	15,62	35,48	3,10	1,4	14,0	17,91	2,3	3,7	76,2	1,05
14 VS	21-01-86	35	15,70	35,44	2,35	1,2	17,0	14,01	7,2	8,3	70,7	1,42
15 VS	21-01-86	20	16,27	35,45	3,07	0,5	15,8	24,82	4,5	4,5	66,6	1,58
16 VN	22-01-86	47	15,64	35,53	3,67	1,9	12,9	10,96	1,5	4,6	83,0	0,98
17 VN	22-01-86	44	15,83	35,56	3,89	1,6	23,0	8,25	5,4	3,7	82,9	1
18 VN	22-01-86	18	18,41	35,42	3,60	0,5	14,7	10,52	2,0	3,8	83,7	1
19 OC	20-04-86	46	18,69	35,77	3,69	2,7	34,6	28,59	16,2	14,2	42,6	2,35
20 OC	20-04-86	35	19,40	35,87	3,66	1,7	11,9	9,38	0,5	0,4	89,8	0,46
21 OC	18-04-86	20	25,73	35,42	4,52	1,4	57,2	11	51,3	32,1	5,8	1,34
22 OS	19-04-86	40	25,33	35,42	4,39	1,1	20,0	16,33	2,8	13,3	67,6	1,35
23 OS	19-04-86	36	25,43	35,48	4,34	1,8	17,8	9,11	4,5	11,2	75,2	1,16
24 OS	18-04-86	16	25,41	35,42	4,40	2,7	15,5	42,92	0,2	1,2	55,6	1,51
25 ON	20-04-86	45	18,24	35,92	4,01	2,2	17,0	14,08	8,2	6,6	71,2	1,37
26 ON	21-04-86	42	18,69	36,08	3,51	0,3	19,0	7,95	5,1	4,7	82,3	0,92
27 ON	21-04-86	21	24,78	35,61	3,19	0,8	12,0	9,11	2,2	8,4	80,3	1,03
28 IC	09-07-86	48	22,50	35,80	4,61	2,6	12,4	36,43	12,1	13,0	39,0	2,44
29 IC	09-07-86	35	22,42	35,87	4,87	1,6	12,3	7,41	0,3	0,6	91,7	0,48
30 IC	09-07-86	22	22,34	35,81	4,39	3,9	8,9	34,38	8,8	8,5	48,3	2,09
31 IS	10-07-86	38	20,00	35,85	4,54	2,3	5,9	19,75	0,4	1,4	78,8	1,08
32 IS	10-07-86	35	22,20	35,83	4,52	2,3	9,5	20,87	4,1	8,6	66,4	1,56
33 IS	10-07-86	17	22,22	35,76	5,13	3,8	9,5	52,44	1,7	1,5	44,4	1,86
34 IN	11-07-86	48	17,93	35,73	3,20	2,2	6,7	18,98	0,3	1,0	79,7	1,17
35 IN	11-07-86	41	18,94	35,77	3,18	0,2	25,5	0,04	19,4	43,7	36,9	0,89
36 IN	11-07-86	24	22,33	35,82	4,57	2,3	8,7	38,21	10,2	10,9	41,2	2,47
4851 VN	16-12-85	48	14,45	35,42	2,98	1,4	12,5	4,05	0,3	1,1	94,6	0,35
4852 VN	16-12-85	70	15,03	35,51	3,96	0,4	17,7	3,72	32,4	13,5	50,7	1,24
4853 VN	16-12-85	104	13,73	35,34	4,63	1,6	21,5	10,24	13,1	15,2	61,4	1,74
4854 VC	17-12-85	47	14,87	35,47	3,68	2,2	12,3	30,88	0,1	1,1	67,9	1,56
4855 VC	17-12-85	73	14,33	35,43	4,42	0,7	30,5	7,4	5,6	5,4	81,8	1,01
4856 VC	17-12-85	116	14,13	35,40	4,48	0,8	28,3	23,24	6,6	8,8	61,5	2,17
4857 VS	18-12-85	48	15,45	35,55	4,01	0,1	41,3	10,78	0,7	8,8	79,8	1,31
4858 VS	18-12-85	76	14,43	35,44	4,58	3,0	17,8	32,39	3,2	5,1	59,3	2,5
4859 VS	18-12-85	102	14,81	35,49	4,52	1,3	51,7	21,97	14,7	4,1	59,4	2,25
4946 IN	26-07-86	50	21,80	35,74	4,59	0,9	5,5	13,51	1,1	2,6	82,8	0,86
4947 IN	26-07-86	77	16,72	35,69	3,90	1,1	13,4	12,56	18,8	9,8	59,5	1,68
4948 IN	26-07-86	108	15,61	35,54	4,05	0,3	8,6	13,49	24,4	19,4	42,8	1,7
4949 IC	27-07-86	50	21,38	35,93	4,28	1,5	7,4	33,45	1,0	3,2	62,3	1,48
4950 IC	27-07-86	75	17,37	35,77	3,88	1,5	15,9	0,01	3,6	5,9	90,5	0,54
4951 IC	27-07-86	117	15,81	35,63	4,00	1,4	11,4	19,95	33,4	7,9	40,5	2,17
4952 IS	28-07-86	48	21,92	35,93	4,26	2,0	5,5	19,04	0,4	2,0	78,7	1,05
4953 IS	28-07-86	79	18,66	35,90	3,24	-	-	-	-	-	-	-
4954 IS	28-07-86	101	18,13	36,06	4,36	0,8	25,9	12,65	20,4	4,3	62,8	1,76

Tabela 3. Densidade das espécies (indivíduos/0,1 m²) de poliquetas encontrados nas estações de coleta da plataforma interna

ESPÉCIES/ESTAÇÕES	4851	4852	4853	4854	4855	4856	4857	4858	4859	4946	4947	4948	4949	4950	4951	4952	4953	4954	TOTAL
<i>Aphrodita</i> sp	5													2					7
<i>Eunoe</i> sp						3										1			4
<i>Hamothoe lunulata</i>	12		6	1		6		10			6				13		4		58
<i>Sthenelasma atypica</i>											2				2		7		11
<i>Sthenelasma limicola</i>	2																		2
<i>Sthenolepis</i> cf. <i>oculata</i>									1						1	2			4
<i>Bhawania</i> sp									1										1
<i>Pholoe synophthalmica</i>		2				1		1							3				7
<i>Paramphinoe besnardii</i>					1		3				2							1	7
<i>Linopherus ambiguus</i>										4		1			1				6
AMPHINOEIDAE - não identificado																1	1		2
<i>Euphosine</i> sp																1			1
<i>Eteone heteropoda</i>																1			1
<i>Podarke</i> cf. <i>obscura</i>													1						1
<i>Parandalia tricuspis</i>	5													1					6
<i>Sigambra grubii</i>						1	3	3			1		1	3			1		13
<i>Exogone arenosa</i>	47					1										4	3		55
<i>Exogone dispar</i>												1		2	1				7
<i>Pionosyllis pectinata</i>	10	2				3	3	2		2	5				11			1	39
<i>Typosyllis</i> cf. <i>variegata</i>					1						2							1	4
<i>Ceratocephale oculata</i>									1										1
<i>Neanthes</i> cf. <i>succinea</i>															1				1
NEREIDIDAE - não identificado										4									4
<i>Aglaophamus juvenalis</i>						1													1
<i>Aglaophamus uruguayi</i>															2				2
<i>Inemonephrys palpata</i>																		1	1
<i>Nephtys acrochaeta</i>							3	4											7
<i>Nephtys simoni</i>													1						1
<i>Nephtys squamosa</i>														2					2
<i>Nephtys</i> spp		2				4									1				7
<i>Glycera americana</i>	7		1																8
<i>Hemipodus olivieri</i>																1	1		2
<i>Hemipodus rotundus</i>										1								1	2
<i>Hemipodus</i> sp								3											3
<i>Glycine multidentis</i>									1										1
<i>Goniada brunnea</i>																1			1
<i>Goniada maculata</i>	5							3						1					9
<i>Ophryoglycera eximia</i>		2		1															3
<i>Diopatra</i> cf. <i>cuprea</i>															1			1	2
<i>Hyalinoecia juvenalis</i>		2		1			3		4					1					11
<i>Kinbergonuphis difficilis</i>									1				1			1			3
<i>Kinbergonuphis orensanzii</i>											3	4	2	4	2		6		21
<i>Kinbergonuphis</i> cf. <i>rubescens</i>																	6		6
<i>Kinbergonuphis</i> spp		10		1		1		1		2	3	6						8	32
<i>Mooreonuphis intermedia</i>										8						3	3		22
<i>Nothria benthophyla</i>	40																		42
<i>Rhambrobrachium vemgreni</i>										4	3				1			3	11
<i>Eunice vittata</i>													3		1	1	1	3	9
<i>Nematonereis schmarda</i>								1								1			2
<i>Marphysa kinbergi</i>		2									6		3	3					14
<i>Lumbrineropsis mucronata</i>		4																	4
<i>Lumbrineris cingulata</i>	10			1	1														12
<i>Lumbrineris</i> cf. <i>magalhaensis</i>										8	4		3	1	1	3	3		23
<i>Ninoe brasiliensis</i>										1									1
<i>Arabella</i> sp					1					1									2
<i>Drilonereis tenuis</i>		4																	4
<i>Notocirrus</i> sp					1						2								4
<i>Petitboneia sanmatiensis</i>						1			2										2
<i>Leitoscoloplos kerguelensis</i>										2	12	2	4						20
<i>Leitoscoloplos</i> cf. <i>fragilis</i>													1						1
<i>Phylo felix</i>												2							3
<i>Scoloplos (Scoloplos)</i> cf. <i>agrestis</i>	5	2		1															8
<i>Scoloplos (Scoloplos)</i> spp										4									4
<i>Scoloplos (Leodamas)</i> <i>ohlini</i>																			1
<i>Aricidea (Acesta)</i> <i>lopezi</i>																			1
<i>Aricidea (Acesta)</i> <i>simplex</i>	10	4	2						3	1	2					1	3		27
<i>Aricidea</i> sp	2				1	4			3		4					2	1		17
<i>Cirrophonus americanus</i>	2						10									7		1	20
<i>Levinsenia gracilis</i>																3	1		5
<i>Laonice cirrata</i>		4								4				2		1	5		16
<i>Paraprionospio pinnata</i>	2						3							2		2			9

Tabela 3. Continuação

ESPECIES/ESTACOES	4851	4852	4853	4854	4855	4856	4857	4858	4859	4946	4947	4948	4949	4950	4951	4952	4953	4954	TOTAL
<i>Polydora socialis</i>							2	3											5
<i>Prionospio ehlersi</i>									1										1
<i>Prionospio steenstrupi</i>								3											4
<i>Spiophanes missionensis</i>	12	14						6	3	1	4	2	1						44
<i>Streblospio</i> sp																2			2
<i>Magelona variolamellata</i>																1	1		2
<i>Poecilochaetus australis</i>	2			2									1						6
<i>Cirratulus filiformis</i>	20	2		1	1		1		3	7			1	1	1	10	1	1	50
<i>Tharyx</i> sp	2									1		2				1		1	7
<i>Piromis</i> sp																		1	1
<i>Ophelina acuminata</i>																			1
<i>Ophelina cilindricaudatus</i>												2							4
<i>Ophelina</i> sp							1		3										4
<i>Sternaspis capillata</i>	2			3						4			5			5			19
<i>Notomastus lobatus</i>		2		1		4	3	3						1		1	2	2	19
CAPITELLIDAE - não identificado			2																2
<i>Asychis brasiliensis</i>	10								2					1	1				14
<i>Axiobella brasiliensis</i>	2								1										3
<i>Euclymene dalesi</i>										4	10		1						5
<i>Euclymene</i> spp	5						4		3							2	2		16
<i>Lumbriclymene noemia</i>										1						1		3	5
MALDANIDAE - não identificado		4		10															19
<i>Owenia fusiformis</i>		2	3		1	8													14
<i>Pectinaria</i> sp																			1
<i>Amphicteis gunneri</i>	2	4									12	2	2					1	34
<i>Mellina cf. uruguayi</i>																			1
<i>Isolda pulchella</i>									3										3
<i>Atacama benedeni</i>										2									2
<i>Eupolymnia cf. nebulosa</i>																	1		1
<i>Lanice conchilega</i>															1				1
<i>Pista herpini</i>	2																		2
<i>Pista</i> sp										4						2			6
TEREBELLIDAE - não identificado								3	3										6
<i>Terebellides anguicomus</i>										2									2
<i>Terebellides stroemi</i>														1	2				3
<i>Chone filicaudata</i>														2					3
<i>Euchone</i> sp								3										1	4
<i>Laonome cf. kroyeri</i>																			1
SABELLIDAE - não identificado									3		12								15
<i>Vermiliopsis</i> sp		7																	7
TOTAL	230	68	7	29	10	20	44	30	39	59	92	36	46	44	20	83	42	91	990

A riqueza, expressa em termos de número de espécies por estação de coleta, mostrou uma variabilidade muito grande na área (de 3 a 39 espécies/estação oceanográfica), apresentando um padrão semelhante ao da densidade, especialmente com um número maior de espécies na radial Sul e temporalmente com valores maiores no setor raso durante o verão e no setor profundo durante as coletas de inverno. Pelo modelo de regressão múltipla a riqueza dependeu positivamente da temperatura e do conteúdo de areia fina.

Quanto à diversidade específica, a plataforma interna apresentou valores menores (< 3,5 bits/ind.), principalmente na isóbata de 20 m. Nas demais isóbatas

do setor raso, ocorreram flutuações sazonais. A isóbata de 35 m apresentou valores mais altos de diversidade (> 4 bits/ind.) durante o verão e baixos no inverno (exceto a radial Sul). A isóbata de 45 m apresentou valores altos durante todo o ano, exceto na primavera. A plataforma externa apresentou diversidades preponderantemente baixas no verão e altas no inverno. A diversidade específica dependeu positivamente da salinidade e do conteúdo de areias finas.

Os valores mais baixos de diversidade específica da isóbata de 20 m estiveram relacionados a valores mais baixos de equitatividade (< 0,87), devido à dominância de algumas espécies como *Parandalia tricuspis*,

Tabela 4. Valores de densidade (indivíduos/0,1 m²). Riqueza (número de espécies), índices de diversidade (bits/ind.) e equitatividade das estações de coleta. P = primavera, V = verão, O = outono, I = inverno, S = radial Sul, C = radial Central, N = radial norte

ESTAÇÃO	N	S	H'	E
1 PC	35	16	3,37	0,84
2 PC	44	20	4,23	0,97
3 PC	15	10	2,87	0,86
4 PS	23	12	3,13	0,87
5 PS	22	10	3,02	0,90
6 PS	92	23	3,73	0,82
7 PN	5	5	2,30	1,00
8 PN	28	7	2,80	1,00
9 PN	7	3	1,37	0,86
10 VC	37	16	3,74	0,93
11 VC	49	22	4,06	0,91
12 VC	932	27	2,99	0,62
13 VS	51	23	3,93	0,86
14 VS	121	26	4,03	0,85
15 VS	142	31	3,95	0,79
16 VN	53	21	4,05	0,92
17 VN	76	20	4,16	0,96
18 VN	52	19	3,51	0,82
19 OC	26	14	3,53	0,92
20 OC	21	13	3,36	0,90
21 OC	57	12	3,43	0,95
22 OS	82	27	4,23	0,88
23 OS	103	32	4,59	0,91
24 OS	107	25	3,90	0,83
25 ON	51	21	4,06	0,92
26 ON	28	16	3,74	0,93
27 ON	36	19	4,07	0,95
28 IC	51	23	4,11	0,90
29 IC	38	14	3,48	0,91
30 IC	71	16	3,41	0,85
31 IS	69	25	4,15	0,89
32 IS	89	30	4,40	0,89
33 IS	80	21	3,29	0,74
34 IN	62	23	4,07	0,89
35 IN	16	8	3,00	1,00
36 IN	36	9	2,89	0,91
4851 VN	230	26	3,94	0,83
4852 VN	68	18	3,81	0,91
4853 VN	7	3	1,55	0,97
4854 VC	29	12	2,94	0,82
4855 VC	11	11	3,45	0,99
4856 VC	20	4	1,92	0,96
4857 VS	44	17	3,64	0,89
4858 VS	30	9	3,12	0,98
4859 VS	45	15	3,90	0,99
4946 IN	59	27	4,19	0,88
4947 IN	92	16	3,82	0,95
4948 IN	36	15	3,80	0,97
4949 IC	46	20	3,97	0,91
4950 IC	44	21	4,02	0,91
4951 IC	20	12	3,38	0,94
4952 IS	83	30	4,24	0,86
4953 IS	42	23	4,18	0,92
4954 IS	92	39	4,80	0,90

Cirrophorus americanus, *Spiophanes missionensis* e *Polydora socialis*. Por sua vez, as diversidades mais baixas de algumas estações do setor profundo estiveram relacionadas a valores altos de equitatividade devidas ao baixo número de espécies. A equitatividade dependeu, positivamente, do conteúdo de oxigênio dissolvido, do coeficiente de selecionamento e negativamente do conteúdo de pelitos.

Discussão

As maiores densidades e o maior número de espécies de poliquetas na radial Sul, ao longo do ano, devêm-se, provavelmente, à estabilidade do sedimento e ao seu conteúdo de pelitos, nesta que é considerada a maior zona de deposição na área (Furtado & Mahiques, 1990). Sedimentos pelíticos, em geral, permitem o estabelecimento de um número maior de espécies da infauna como depositívoros e carnívoros de subsuperfície num estágio sucessional avançado (Rhoads & Germano, 1982). Flutuações na densidade e riqueza, nas radiais Central e Norte, podem estar relacionadas à instabilidade ambiental causada pela maior incidência de ondas no período de inverno e pela estratificação de massas de água no período de verão (Castro Filho *et al.*, 1987) levando a um florescimento de formas de superfície (Probert, 1984).

Na plataforma externa, as diferenças encontradas quanto ao número de espécies entre verão e inverno, não devem estar associadas a estabilidade ambiental pois, nas isóbatas de 75 e 100 m, as condições ambientais devem ser constantes ao longo do ano em função do padrão de ondas incidentes na costa de São Paulo (Tessler, 1988) que afeta, principalmente, a plataforma interna. As diferenças são, provavelmente, devidas à amostragem em pontos diferentes nos dois períodos. Os pontos amostrados no verão, de natureza pelítica, seriam viáveis para apenas algumas espécies características com o *Hyalinoecia juvenalis*, *Paramphinome besnardi* e *Prionospio steenstrupi*.

Não é conclusiva a dependência da densidade em relação à temperatura. No entanto, altas temperaturas no fundo estão relacionadas à presença da AC (Água Costeira), ligadas, portanto, a fundos rasos, embora ainda não possa ser descartada a influência térmica na produtividade dos poliquetas.

Nos fundos pelíticos, a riqueza de espécies não encontrou correspondência na diversidade devido à dominância de *Cirrophorus americanus*, *Spiophanes missionensis*, *Magelona posterolongata*. Por outro lado, a alta equitatividade registrada nos fundos arenosos (correlação negativa com pelitos) mal selecionados, ou seja, mistura de areias finas, médias e grossas, correspondeu a baixos valores de diversidade, indicando que apenas algumas espécies, como:

Langerhansia cornuta, *Eunice vittata*, *Sthenellanela atypica*, *Linopherus ambigua*, *Leitoscoloplos kerguelensis* e *Scoloplos agrestis* se adequam bem a este tipo de fundo, geralmente instável (de alta mobilidade).

Embora normalmente a diversidade seja maior em sedimentos mais heterogêneos, devido a maior disponibilidade de nichos exploráveis (Gray, 1981; Lana, 1982; Fresi *et al.*, 1983), tal tendência não foi observada neste estudo. Na realidade, as areias finas melhores selecionadas (a variável coeficiente de selecionamento não participou do modelo de regressão por ser dependente do conteúdo de areia fina) apresentaram maior número de espécies, que se refletiu nos valores mais altos de diversidade neste tipo de fundo.

A dependência da riqueza e da diversidade em relação à porcentagem de areia fina é conhecida da literatura nas taxocenoses de areias finas de Picard (1965 *apud* Fresi *et al.*, 1983; Massé, 1972; Gambi & Fresi, 1981) no Mediterrâneo e nas costas atlântica (Weston, 1988) e pacífica da América do Norte (Hyland *et al.* 1991). Sedimentos arenosos são mais permeáveis, permitindo uma maior penetração de oxigênio (Weston, *op. cit.*), e, portanto, ampliando a camada de sedimento a ser explorada pela macrofauna. Não obstante, em estudos anteriores realizados na plataforma interna da região, Lana (1981) e Morgado (1988) constataram, pelo contrário, uma pobreza em poliquetas nas areias finas bem selecionadas. Uma hipótese plausível é a de que, os fundos arenosos de baixas profundidades, são mais instáveis que os de regiões mais profundas devido a maior intensidade do hidrodinamismo induzido por ondas. O conteúdo arenoso, de regiões mais profundas, seria resultante da ausência de deposição de pelitos, em consequência da distância das fontes de sedimentos. Portanto, não é a estrutura sedimentar em si que limita o número de espécies, mas sim a sua instabilidade.

Os altos índices de diversidade específica na área de estudo, devem estar relacionados a outros fatores além daqueles relacionados à estrutura e textura do sedimento. Entre estes fatores se destacam a predação (Menge & Sutherland, 1976), a estabilidade ambiental (Sanders, 1968; Grassle & Sanders, 1973) e a competição por recursos (Dayton & Hessler, 1972).

Huston (1979), congregou as várias hipóteses sobre fatores diversificadores em um único modelo baseado (1) na taxa de crescimento das populações e, (2) na frequência das perturbações que afetam o ecossistema (predação, perturbações físicas e outros fatores).

A ausência de controle experimental de algumas variáveis relacionadas ao modelo, impede a aplicabilidade do modelo de Huston (*op. cit.*) para a área estudada. Não obstante, variações da diversidade e equitatividade ao longo do gradiente costa-mar parecem estar relacionadas a diferenças quanto à frequência de

perturbações. Nas estações mais rasas da plataforma externa (isóbata de 20 m), a frequência e intensidade de perturbações, como revolvimento do fundo por ondas, predação por peixes e caranguejos (Petti, 1990; Soares *et al.*, 1989a,b; Amaral *et al.*, 1992), sedimentação e influência antrópica (descarga de poluentes, efeito mecânico de redes de arrasto, p. ex.) deve ser maior, inibindo o estabelecimento de uma série de espécies e permitindo a proliferação de espécies mais oportunistas, elevando a dominância e condicionando, portanto, as baixas diversidades e equitatividades encontradas nesta faixa de profundidade.

Na plataforma externa, onde a estabilidade é maior, as altas diversidades estão relacionadas à ausência de dominância e à maior riqueza das areias finas.

Na faixa intermediária (entre 35 e 50 m), o padrão de incidência de ondas de grande comprimento é mais sazonal, enquanto os demais fatores perturbadores apresentam uma variabilidade de frequência e intensidade muito grande, originando padrões de diversidade mais complexos com verdadeiros mosaicos espaciais e temporais (Johnson, 1972).

Conclusões

Pode se concluir que a estrutura sedimentar, ou mesmo o hidrodinamismo que condiciona a deposição de diferentes tipos sedimentológicos, têm um papel importante na determinação dos padrões de densidade e diversidade específica. Outros fatores físicos e biológicos, cujos papéis são de difícil avaliação num trabalho de cunho descritivo, devem ser responsáveis por aqueles padrões de densidade e diversidade que independem da estrutura sedimentar.

Agradecimentos

O presente trabalho é parte integrante da dissertação de mestrado do autor, realizada com auxílio do CNPq e da CAPES, na forma de bolsa de estudos, e da CIRM (Comissão Interministerial para os Recursos do Mar) na forma de financiamento do Projeto: "Utilização Racional do Ecossistema Costeiro da Região Tropical Brasileira: Estado de São Paulo" realizado pelo IOUSP. O autor é grato à Dra Ana Maria Pires-Vanin, coordenadora do subprojeto Bentos, pela cessão do material estudado; ao Dr Edmundo Ferraz Nonato pela orientação no decorrer do trabalho e ao Dr Michel Michaelovith de Mahiques e Dra Terezinha Monteiro Absher, pela leitura crítica do manuscrito.

Referências bibliográficas

- AMARAL, A. C. Z. 1980. Anelídeos poliquetas do infralitoral em duas enseadas da região de Ubatuba. II. Aspectos ecológicos. *Bolm Inst. oceanogr., S Paulo*, 29(1):69-87.
- _____; NONATO, E. F. & PETTI, M. A. V. 1992. Contribution of the polychaetous annelids to the diet of some Brazilian fish. *In: INTERNATIONAL POLYCHAETE CONFERENCE*, 4., Angers, 1992. Abstracts.
- CASTRO FILHO, B. M.; MIRANDA, L. B. & MIYAO, S. Y. 1987. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. *Bolm Inst. oceanogr., S Paulo*, 35(2):135-151.
- DAYTON, P. K. & HESSLER, R. R. 1972. Role of biological disturbance in maintaining diversity in the deep sea. *Deep-Sea Res.*, 19:199-208.
- EMÍLSSON, I. 1959. Alguns aspectos físicos e químicos das águas marinhas brasileiras. *Ciênc. Cult., S Paulo*, 11(2):44-54.
- FOLK, R. L. & WARD, W. C. 1957. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *J. sedim. Petrology*, 27:3-26.
- FRESI, E.; GAMBI, M. C.; FOCARDI, S.; BARGAGLI, R.; BALDI, F. & FALLIACI, L. 1983. Benthic community and sediment types: a structural analysis. *Mar. Ecol.*, 4(2):101-121.
- FURTADO, V. V. & MAHIQUES, M. M. de 1990. Distribuição de sedimentos em regiões costeiras e plataforma continental norte do Estado de São Paulo. *In: SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA: ESTRUTURA, FUNÇÃO E MANEJO*, 2, Águas de Lindóia, 1990. São Paulo, Academia de Ciências do Estado de São Paulo. v.1, p. 20-29.
- GAMBI, M. C. & FRESI, E. 1981. Ecology of soft-bottom macrobenthos along the coast of southern Tuscany (Parco Naturale della Maremma). *Rapp. P.-v. Réun. Comm. int. Expl. scient. Mer médit.*, 27(2):123-125.
- GRASSLE, J. F. & SANDERS, H. L. 1973. Life histories and the role of disturbance. *Deep-Sea Res.*, 20:643-659.
- GRAY, J. S. 1981. The ecology of marine sediments. Cambridge, Cambridge University Press. 185p.
- GROSS, M. E. 1971. Carbon determination. *In: Carver, R.E.*, ed. Producers in sedimentary petrology. New York, Wiley-Interscience. p.573-596.
- HYLAND, J.; BAPTISTE, E.; CAMPBELL, J.; KENNEDY, J.; KROPP, R. & WILLIAMS, S. 1991. Macroinfaunal communities of the Santa Maria Basin on the outer continental shelf and slope. *Mar. Ecol.- Prog. Ser.*, 78:147-161.
- HUSTON, M. 1979. A general hypothesis of species diversity. *Am. Naturalist*, 113:81-101.
- KNOX, G. A. 1977. The role of polychaetes in benthic soft-bottom communities. *In: Reish, D. & Fauchald, K.*, eds Essays on polychaetous annelids in memory of Dr. Olga Hartman. Los Angeles, Allan Hancock Foundation. p. 547-604.
- JOHNSON, R. G. 1972. Conceptual models of benthic marine communities. *In: Schopf, T. J. M.*, ed. Models in paleobiology. San Francisco, Freeman, Cooper. p. 149-159.
- LANA, P. C. 1981. Padrões de distribuição e diversidade específica de anelídeos poliquetas na região de Ubatuba, Estado de São Paulo. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 111p.
- _____. 1982. Um novo índice para avaliar a heterogeneidade de sedimentos não consolidados. *Arq. Biol. Tecnol.* 25(3/4): 357-360.
- LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P. 1983. Numerical ecology. New York, Elsevier. 419p.
- MASSÉ, H. 1972. Quantitative investigations of sand-bottom macrofauna along the Mediterranean north-west coast. *Mar. Biol.*, 15:209-220.
- MATSUURA, Y. 1986. Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). *Ciênc. Cult., S Paulo*, 38(8):1439-1450.
- MENGE, B. A. & SUTHERLAND, J. P. 1976. Species diversity gradients: synthesis of the roles of predation, competition and temporal heterogeneity. *Am. Naturalist*, 110:351-369.
- MORGADO, E. H. 1988. Anelídeos poliquetas do sublitoral da região de Ubatuba-SP, compreendida entre as ilhas Anchieta e Vitória. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia. 181p.
- PETTI, M. A. V. 1990. Hábitos alimentares dos crustáceos decápodos braquiúros e seu papel na rede trófica do infralitoral de Ubatuba (litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil). Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 150p.

- PICARD, J. 1965. Recherches qualitatives sur les biocenoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. Thèse. Faculté des Sciences. Université Aix Marseille. 325p.
- PIELOU, E. C. 1975. Ecological diversity. New York, John Wiley. 165p.
- PROBERT, P. K. 1984. Disturbance, sediment stability, and trophic structure of soft-bottom communities. *J. mar. Res.*, 42:893-921.
- RHOADS, D. C. & GERMANO, J. D. 1982. Characterization of organism-sediment relations using sediment profile imaging: an efficient method of remote ecological monitoring of the seafloor (Remots TM system). *Mar. Ecol.-Prog. Ser.*, 8:115-128.
- SANDERS, H. L. 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. *Am. Naturalist*, 102:243-282.
- SHANNON, C. E. & WEAVER, W. W. 1963. The mathematical theory of communications. Urbana, University of Illinois Press. 117p.
- SOARES, L. S. H.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B.; REYNA, M. J.; GASALLA, M. A.; ARRASA, M. V.; RIOS, M. A. T. 1989a. Ecologia trófica da ictiofauna do sistema costeiro do litoral de Ubatuba, São Paulo, Brasil. I. Sciaenidae. *In: SIMPÓSIO SOBRE OCEANOGRAFIA, 1.*, São Paulo, 1989. Resumos. São Paulo, Instituto Oceanográfico. p. 29.
- SOARES, L. S. H.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B.; ALVARES, L. M. C; APELBAUM, R.; MUTTO, E. Y. 1989b. Ecologia trófica da ictiofauna do sistema costeiro do litoral de Ubatuba, São Paulo, Brasil. III. Chondrichthyes. *In: SIMPÓSIO SOBRE OCEANOGRAFIA, 1.*, São Paulo, 1989. Resumos. São Paulo, Instituto Oceanográfico. p. 30.
- STRICKLAND, J. D. & PARSONS, T. R. 1968. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Bd Can.*, (167):1-311.
- SUGUIO, K. 1973. Introdução à sedimentologia. São Paulo, Blücher/EDUSP. 312p.
- TESSLER, M. G. 1988. Dinâmica sedimentar quaternária no litoral sul paulista. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências. 277p.
- VALIELA, I. 1984. Marine ecological processes. New York, Springer-Verlag. 546p.
- WESTON, D. P. 1988. Macrobenthos-sediment relationships on the continental shelf off Cape Hatteras, North Carolina. *Cont. Shelf Res.*, 8(3):267-286.

(Manuscrito recebido 9 setembro 1992; revisto 25 fevereiro 1993; aceito 26 de fevereiro 1993)