



Caracterização das comunidades de anelídeos poliquetas ao longo de um gradiente de profundidade na região do Ancão (Algarve - Portugal)

MARTA COSTA E SILVA¹, PAULA PEREIRA², MANUELA FALCÃO² & LUÍS CANCELA DA FONSECA^{1,3}

¹Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente, Universidade do Algarve. Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal. E-mail: tome.marta@gmail.com

²Centro Regional de Investigação Pesqueira do Sul (INRB/IPIMAR), Av. 5 de Outubro s/n, 8700-305 Olhão, Portugal. E-mails: paulafp@live.com; mfalcao@crisul.ipimar.pt

³Laboratório Marítimo da Guia/Centro de Oceanografia (FCUL), Av. N. Sra. do Cabo, 939, 2750-374 Cascais, Portugal. E-mail: lfonseca@ualg.pt

Abstract: Characterization of the polychaete annelids communities throughout a gradient of depth in the Ancão region (Algarve - Portugal). This study reports on the distribution of polychaete assemblages in the region of the "Ancão", off the Faro - Quarteira coast (Algarve, South of Portugal). It was developed in four sampling stations at different depths (14, 21, 22 and 29 meters). Stations with a similar sediment type, essentially coarse sand, were chosen in order to enhance the depth gradient effect. For this study we have used both, sediment environment (depth, grain size, organic matter, water content, phytopigments), and community descriptors (specific richness, abundances, diversity and evenness). The sampling campaigns had been done on board of the "NI Donax" (INRB-IPIMAR), and samples were collected with Shipek and Van Veen grabs. A total of 1118 individuals, from 27 polychaetes families were obtained. Despite of the 112 taxa found, six of them account more than 50% of the total abundance: *Pisone remota*, *Goniada maculata*, *Eunice vittata*, *Sphaerosyllis campoy*, *Hyalinoecia bilineata* and *Protodorrillea kefersteini*. Species richness, diversity and evenness had increased until 22 m depth. The trophic function "carnivores" was predominant, followed by "deposit-feeders" and "herbivores". Considering the characteristics of the studied stations regarding faunal groups and sediment parameters differences, we can associate them to the infralittoral (14 m) and circalittoral (21, 22 and 29 m) zones.

Keywords: Benthic fauna; soft bottom; East Atlantic; South Portugal.

Resumo. O presente trabalho visou a caracterização das comunidades de anelídeos poliquetas na região do "Ancão", ao largo do trecho costeiro Faro - Quarteira (Algarve, Sul de Portugal). Foi desenvolvido em quatro estações de amostragem localizadas a diferentes profundidades (14, 21, 22 e 29 metros). Para facilitar a análise do gradiente de profundidade, utilizaram-se estações com um tipo de sedimento semelhante, essencialmente constituído por areia grosseira. Para este estudo utilizaram-se, quer descritores do ambiente sedimentar (profundidade, granulometria, matéria orgânica, teor em água, fitopigmentos), quer descritores da comunidade em estudo (riqueza específica, abundâncias, diversidade e equitabilidade). As campanhas de recolha foram efectuadas a bordo do "NI Donax" (INRB-IPIMAR), sendo as amostras recolhidas por meio de colhedores apropriados (Shipek e Van Veen). Recolheram-se 1118 indivíduos, pertencentes a 27 famílias de poliquetas. Apesar de terem sido encontrados 112 taxa, seis contabilizaram mais de 50% da abundância total: *Pisone remota*, *Goniada maculata*, *Eunice vittata*, *Sphaerosyllis campoy*, *Hyalinoecia bilineata* e *Protodorrillea kefersteini*. A riqueza em espécies, a diversidade e equitabilidade aumentaram até aos 22 m de profundidade e a função trófica "carnívoros" foi predominante. Seguiram-se as funções "detritívoros" e "herbívoros". Face às características das estações estudadas (diferenças nos seus parâmetros sedimentares e agrupamentos faunísticos), podemos associá-las aos andares infralitoral (14 m) e circalitoral (21, 22 e 29 m).

Palavras-chave: Polychaeta, fauna bentónica, substratos móveis; Atlântico Este; Sul de Portugal.

Introdução

As actividades humanas são actualmente, directa ou indirectamente, a principal causa de alterações da diversidade biológica marinha. A presente taxa de degradação dos ecossistemas marinhos é alarmante (Bachelet *et al.* 1996, Gray 1997), sendo a conservação da biodiversidade marinha uma prioridade para a humanidade (Vasconcelos 2002).

O estudo da zonation das comunidades ao longo de gradientes de habitat é o foco central na avaliação ecológica, sabendo-se que as alterações espaciais dos parâmetros ambientais são directa ou indirectamente a causa da elevada heterogeneidade espacial que se observa nas comunidades bentónicas (Bergen *et al.* 2001, Tenore *et al.* 2006). Há, assim, necessidade de definir condições de referência, pelo que a determinação de factores importantes na organização das comunidades biológicas e dos limites que, ao longo desses gradientes, provocam quebras naturais nessas comunidades, são componentes necessários na definição de condições de referência que variam tipicamente em função do habitat.

A maioria dos estudos sobre a estrutura das comunidades bentónicas incide na análise de relações entre parâmetros quantitativos básicos como o número de espécies, abundância, biomassa e gradientes ambientais ou variações temporais (Pearson & Rosenberg 1978). De igual modo, investigações acerca da estrutura trófica têm sido conduzidas de forma a examinar relações entre grupos tróficos da macrofauna bentónica e gradientes ambientais (Boaventura *et al.* 1999, Cancela da Fonseca *et al.* 2001). O uso destes grupos para caracterizar o papel do macrozoobentos nas comunidades marinhas é vantajoso pois incorpora estimativas da estrutura da comunidade e acede ao (ou infere o) seu funcionamento (Bachelet 1981, Gaston *et al.* 1995, Boaventura *et al.* 1999).

Sendo a mobilidade dos organismos do macrobentos relativamente reduzida (Clark & Warwick 1994) os seus povoamentos consideram-se detentores do maior potencial de integração da variação de condições ambientais a longo termo num local determinado (Pérès 1976, Pagola-Carte *et al.* 2002). A sua habilidade para revelar alterações espaciais e temporais tornam-nos num alvo para a maioria dos programas de monitorização ambiental desenvolvidos para detectar sinais de degradação do habitat (Warwick 1993, Pagola-Carte *et al.* 2002).

Este trabalho foi realizado com o objectivo de caracterizar as comunidades de anelídeos poliquetas (macrofauna bentónica) nas areias subtidais pouco profundas da região do Ancão. Esta

caracterização contemplou a sua distribuição e organização trófica em função dos descritores do ambiente sedimentar, com a variação da profundidade.

Metodologia

A campanha de recolha foi efectuada a bordo do “NI Donax” (INRB-IPIMAR) e as amostras para estudo de parâmetros sedimentares e do macrozoobentos foram recolhidas na zona do Ancão (sul de Portugal), em quatro estações de amostragem localizadas respectivamente às profundidades de 14, 21, 22 e 29 metros (Figura 1). A selecção das estações foi feita de modo a reter as que tivessem um tipo de sedimento tão semelhante quanto possível, tendo em vista reduzir a influência da natureza sedimentar na composição das comunidades bentónicas.

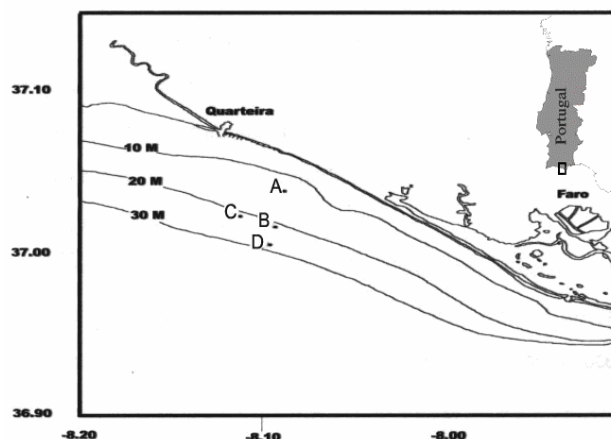


Figura 1. Localização das estações estudadas ao longo do gradiente de profundidade na zona do Ancão, Algarve, costa sul de Portugal (A: 14 m; B: 21 m; C: 22 m; D: 29 m).

As amostras de sedimento para estudo da granulometria foram obtidas com um colhedor Shipeck, sendo os lodos (fracção inferior a 63 μ m, $\geq 4 \Phi$) separados por via húmida. A granulometria expressa em unidades phi (Φ - simétrico do logaritmo de base 2 do diâmetro da partícula em milímetros) da fracção areno-cascalhenta foi determinada por passagem a seco por bateria de peneiros de malhas decrescentes (-2 a 4 Φ) segundo a escala de Wentworth (Buller & McManus 1979). Os sedimentos foram classificados segundo as suas percentagens em Cascalho, Areia e elementos finos (Vasa = silte + argila), de acordo com um sistema de classificação adaptado das cartas sedimentológicas do Instituto Hidrográfico da marinha portuguesa (Moita 1986).

Para determinação dos teores em matéria orgânica, água e fitopigmentos os sedimentos foram recolhidos com uma draga Van Veen

modificada (modelo Sousa Reis/LMG, área de ataque $0,05\text{m}^2$ - Sousa Reis *et al.* 1985). O conteúdo orgânico livre de cinzas (%MO) e os teores de água, clorofila a, feopigmentos e carotenos (%H₂O, Cl_a, Feop e Carot) da camada superficial dos sedimentos (1° cm) foram obtidos de acordo com os métodos descritos em Lorenzen (1967), Plante-Cuny (1974) e Cancela da Fonseca *et al.* (2006). Determinaram-se os índices de Moss - I_{Moss} - (Moss 1967), de Margalef ou de diversidade pigmentar - I_{Margalef} - (Margalef 1991) e a percentagem de degradação - %Degradação - (Lorenzen 1967), considerados como indicadores do estado fisiológico das populações microfítobentônicas (Plante-Cuny 1978).

Para estudo dos poliquetas recolheram-se quatro replicados, com a mesma draga Van Veen modificada, em cada uma das estações definidas. As amostras foram crivadas no local (crivos de malha quadrada com 1mm de lado - Josefson 1986) e fixadas em formol a 10% corado com Rosa de Bengala e neutralizado com Borax. No laboratório os organismos foram separados e, sempre que possível, identificados até ao nível específico.

A variabilidade entre estações foi avaliada por meio dos índices univariados seguintes (Pielou 1966, Krebs 1989, 1994): i) Riqueza específica (S): total de espécies nos quatro replicados recolhidas por estação; ii) abundância total (N): Número total de indivíduos registados nos quatro replicados; iii) índice de diversidade de Shannon-Wiener (H' - $\log_2$, bits/ind.); iv) índice de equitabilidade de Pielou (J'). Para o respectivo cálculo foi utilizado o programa PRIMER v.5.2 (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research).

As diferenças nos valores destes índices foram comparadas em função da profundidade (14, 21, 22 e 29 m) através de uma ANOVA (one-way) depois de verificar a conformidade das variáveis com as condicionantes do método - normalidade e homogeneidade das variâncias. O teste de multicomparação HSD de Tukey ($P < 0.05$) foi utilizado sempre que se registaram diferenças significativas (Zar 1984, Underwood 1997).

As similaridades entre os locais amostrados de acordo com as suas composições faunísticas (dados acumulados por estação) foram investigadas com o auxílio de dois métodos de análise multivariada (Análise de Cluster: Aglomeração hierárquica - Dendogramas; Ordenação: análise multidimensional não métrica - MDS) disponíveis no conjunto de programas

PRIMER, utilizando-se o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis (Clark & Warwick 1994). As espécies com maior contribuição para as semelhanças e diferenças entre as estações foram determinadas com o auxílio da rotina SIMPER (percentagens de similaridade - Clarke 1993) do PRIMER.

Foram ainda analisadas as similaridades entre os descritores do ambiente sedimentar (análise em modo R - Legendre & Legendre 1984), utilizando a aglomeração hierárquica (Dendogramas, método UPGMA) e o coeficiente de correlação de Bravais-Pearson, disponível no conjunto de programas NTSYS-pc v. 2.02k (Rohlf 1998). A relação entre estes e os índices univariados calculados para as comunidades estudadas foi investigada por meio de uma técnica de ordenação - análise em componentes principais (PCA) - utilizando o conjunto de programas Brodgar (Zuur 2003).

De modo a determinar quais dessas variáveis (ambientais e de comunidade) se relacionavam melhor com a classificação faunística, recorreu-se à rotina BIOENV (Clarke & Ainsworth 1993) do programa PRIMER, que utiliza o coeficiente de Spearman para estabelecer correlações entre as matrizes de similaridade que servem de base às ordenações faunística (MDS) e das variáveis ambientais (PCA).

As espécies de anelídeos poliquetas foram distribuídas por quatro grupos tróficos funcionais individualizados: filtradores ou suspensívoros (F); detritívoros (D); herbívoros (H); carnívoros (C). Esta classificação refere-se não a um organismo como indivíduo mas à sua função simples ou multitrófica dentro do sistema descrito, i.e. "indivíduo funcional" (Cancela da Fonseca *et al.* 2001) e, nos casos em que uma espécie possui mais do que uma função trófica, assumiu-se que estas são desempenhadas com a mesma importância e intensidade (Bachelet 1981, Boaventura *et al.* 1999, Cancela da Fonseca *et al.* 2001). A distribuição das várias espécies inventariadas neste estudo pelo grupo trófico apropriado foi baseada em Aller & Dodge (1974), Bachelet (1981), Fauchald & Jumars (1979), Josefson (1986), Sprung (1994) e Gambi *et al.* (1997).

Foram também calculados os índices de diversidade (H' _trof - $\log_2$, bits/ind.) e de equitabilidade (J' _trof), tendo por base a abundância das diferentes funções tróficas estabelecidas para o conjunto das espécies e indivíduos amostradas nos quatro replicados recolhidas em cada estação.

Resultados

Parâmetros do sedimento

Os valores dos parâmetros do sedimento analisados neste estudo (Tabela I) evidenciaram que: i) para as diferentes profundidades amostradas, a fracção de areia foi sendo progressivamente substituída por cascalho; ii) a percentagem de vasa no sedimento, sempre muito baixa, se encontrava também relacionada com o aumento da profundidade; iii) independentemente da profundidade, foi a fracção grosseira que predominou na área de estudo (aos 14 e 21 m - areia grosseira; aos 22 e 29 m - areia grosseira cascalhenta); iv) a %MO aumentou com a profundidade e coincidiu igualmente com um aumento da %H₂O; v) a concentração de clorofila a diminuiu com a profundidade; vi) os teores de carotenos e feopigmentos aumentaram até aos 22 metros, sofrendo um decréscimo na estação mais profunda; vii) os valores de %Degradação e I_Margalef foram tanto maiores quanto maior a profundidade amostrada; viii) os valores de I_Moss diminuíram com a profundidade.

Os quatro locais amostrados caracterizaram-se, no que respeita às percentagens dos diferentes componentes sedimentares (Cascalho, Areia e Vasa), por sedimentos grosseiros (as partículas distribuíram-se entre -1 e 1 Φ) permitindo avaliar a influência da profundidade nas comunidades de poliquetas existentes na zona de estudo, para tipos de sedimento que podem ser considerados razoavelmente semelhantes (Figura 2).

Parâmetros relativos aos Polychaeta

Recolheram-se 1118 indivíduos repartidos por 112 taxa (maioritariamente espécies),

pertencentes a 27 famílias de poliquetas (Tabela II), das quais os Syllidae (26) e os Spionidae (8) foram as que contabilizaram maior número, tendo as restantes entre uma e cinco espécies. As famílias com maior número de indivíduos foram, Pisionidae (19,9%), Sillyidae (18,8%) e Goniadidae (12,2%). Seguiram-se Eunicidae (7%), Onuphidae (6%), Capitellidae e Dorvillidae (5%), Nereididae (4%), Lumbrineridae e Serpulidae (3%), Paraonidae, Sigalionidae, Nephtyidae e Spionidae (aprox. 2%). A representação das restantes famílias foi inferior a 1% (Figura 3).

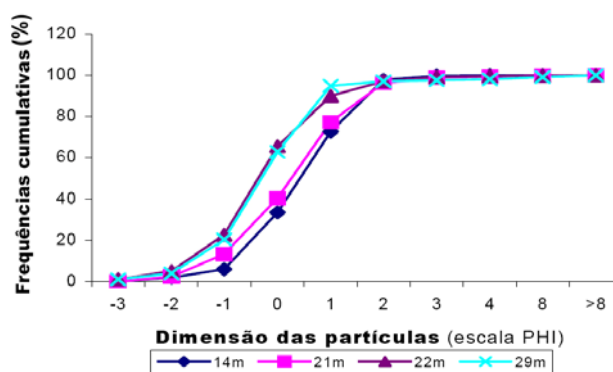


Figura 2. Distribuição dos valores cumulativos da granulometria por profundidade amostrada na zona de estudo.

Apesar do elevado número de espécies encontradas, seis contabilizaram 55% da abundância total: *Pisione remota* (19,9%), *Goniada maculata* (12,2%), *Eunice vittata* (6,8%), *Sphaerosyllis campoy* (5,7%), *Hyalinoecia bilineata* (5,5%) e *Protodorvillea kefersteini* (4,8%). Trinta e nove espécies foram encontradas apenas numa estação, com um único indivíduo.

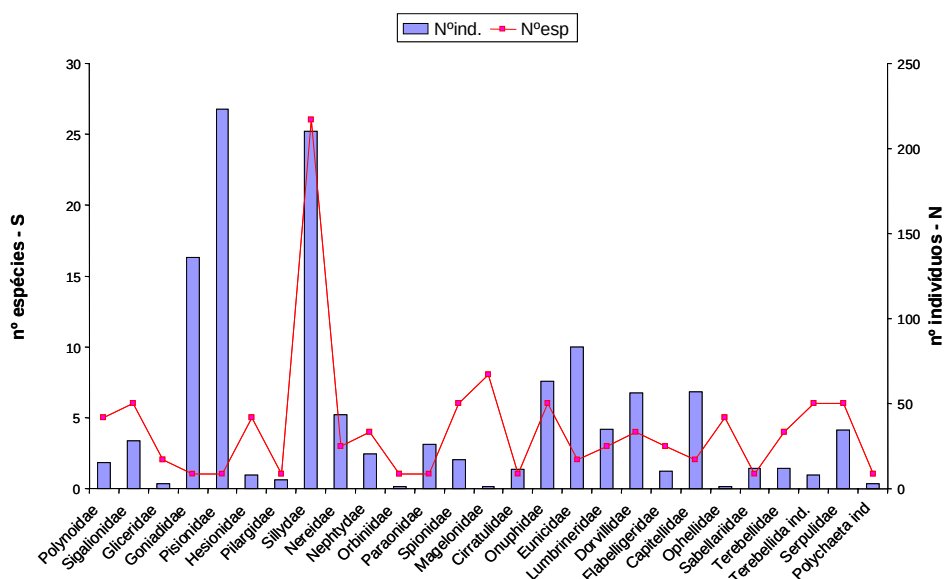


Figura 3. Abundância em número de espécies e em número de indivíduos das famílias de Polychaeta encontradas na zona do Ancão.

Tabela I. Valores dos descritores do sedimento para as diferentes estações estudadas na zona do Ancão.

Descritor	Estações/Profundidade (m)			
	A/14	B/21	C/22	D/29
Cascalho (%)	5,89	13,43	22,66	20,39
Areia (%)	94,07	85,95	76,82	77,7
Vasa (%)	0,04	0,62	0,52	1,91
Carot (µg/g)	0,88	1,05	1,35	0,64
Cla (µg/g)	0,67	0,33	0,23	0,08
Feop (µg/g)	0,81	0,99	1,55	0,92
% Degradação	55,11	69,77	85,27	90,92
I_Margalef	2,7	3,3	3,34	3,45
I_Moss	1,04	0,9	0,85	0,84
%MO	0,42	0,44	0,61	2,02
%H ₂ O	15,18	14,61	14,62	17,91

A variação das abundâncias das espécies para cada profundidade revelou (Figura 4) que: i) *Pisone remota* foi a espécie dominante aos 14, 21 e 22 m e a sua densidade diminuiu com o aumento da profundidade; ii) *Hyalinoecia bilineata*, *Protodorvillea kefersteini* e *Eunice vittata* foram as espécies mais abundantes aos 29 m. iii) tal como *Pisone remota* também *Goniada maculata* se tornou menos abundante com o aumento da profundidade; iv) *Eunice vittata* e *Hyalinoecia bilineata* apresentaram um padrão de ocorrência inverso; v) a densidade de *Sphaerosyllis campoy* aumentou até aos 21 m decrescendo para profundidades maiores; vi) *Protodorvillea kefersteini* evidenciou um padrão de

ocorrência inverso.

As categorias tróficas revelaram que, na área de estudo, a função “carnívoros” foi predominante (Figura 5A), detendo 41% da abundância. Seguiram-se as funções “detritívoros” e “herbívoros”. Estas três funções apresentaram-se por ordem decrescente de abundância, sendo o decréscimo de uma para a outra de aproximadamente 10%. O grupo funcional “filtradores” esteve francamente menos representado (6%). A função em que se registou maior número de espécies (Figura 5B) foi a detritivoria (70 espécies), correspondendo igualmente aos filtradores o menor número (19 espécies).

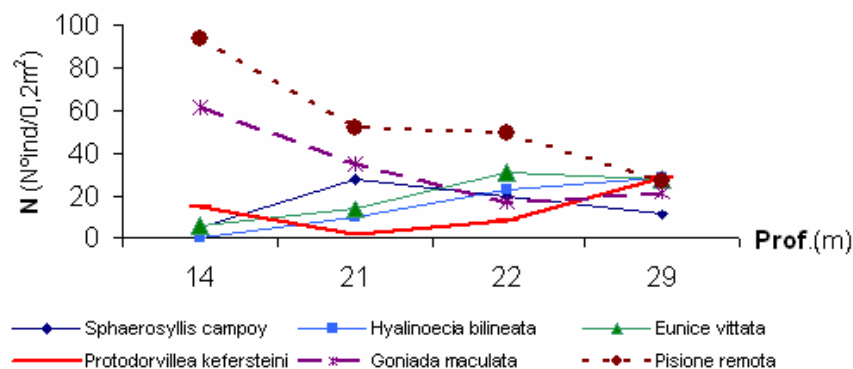
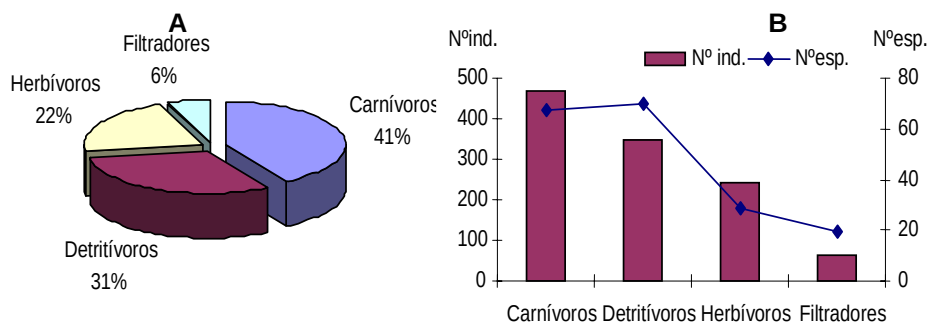
**Figura 4.** Variação da abundância (Nº ind./0,2m²) das espécies dominantes de Polychaeta encontradas na zona do Ancão, para as diferentes profundidades amostradas.**Figura 5.** Abundância relativa (A), em número de indivíduos e de espécies (B) dos principais grupos tróficos encontrados na zona do Ancão.

Tabela II. Abundância das espécies de anelídeos poliquetas, para cada estação/profundidade amostrada e para o total da zona de estudo. Função trófica atribuída a cada espécie

Família	Espécie	Estações / Profundidade (m)				Total	Função Trófica
		A / 14	B / 21	C / 22	D / 29		
Polynoidae	<i>Harmothoe extenuata</i> (Grube, 1840)	0	1	0	1	2	C
	<i>Malmgrenia arenicolae</i> (Saint-Joseph, 1888)	0	1	0	2	3	C
	<i>Malmgrenia</i> cf <i>andreapolis</i> (McIntosh, 1874)	0	0	1	6	7	C
	<i>Malmgrenia</i> spp	0	2	0	0	2	C
	Polynoidae indeterminado	0	0	1	0	1	C
Sigalionidae	<i>Eumida sanguinea</i> (Örsted, 1843)	0	1	0	2	3	C
	<i>Euthalenessa dendrolepis</i> (Claparède, 1868)	0	1	0	0	1	C
	<i>Hesionura elongate</i> (Southern, 1914)	11	0	0	1	12	C
	<i>Pseudomystides limbata</i> (Saint-Joseph, 1888)	0	2	4	1	7	C
Phyllodocidae	<i>Pirakia fuscens</i> (Saint-Joseph, 1888)	0	1	0	0	1	C, D
	Phyllodocidae indeterminado	0	1	3	0	4	C
Glyceridae	<i>Glycera mimica</i> Hartman, 1965	2	0	0	0	2	C
	<i>Glycera tessellata</i> Grube, 1863	1	0	0	0	1	C
Goniadidae	<i>Goniada maculata</i> Örsted, 1843	62	35	17	22	136	C
Pisionidae	<i>Pisone remota</i> (Southern, 1914)	94	52	50	27	223	H, D
Hesionidae	<i>Hesiospina similis</i> (Hessle, 1925)	0	1	0	0	1	C, D
	<i>Kefersteinia cirrata</i> (Keferstein, 1862)	0	2	1	1	4	C
	<i>Nereimyra punctata</i> (Müller, 1788)	1	0	0	0	1	C, D
	<i>Syllidia armata</i> Quatrefages, 1865	0	0	0	1	1	C
	Hesionidae indeterminado	0	0	0	1	1	C, D
Pilargidae	<i>Sigambra tentaculata</i> (Treadwell, 1941)	0	3	0	2	5	C
Sillydae	<i>Brania oculata</i> (Hartmann-Schröder, 1960)	0	0	0	2	2	H, C, D
	<i>Dioplosyllis cirrosa</i> Gidholm, 1962	0	3	0	0	3	C
	Eusyllinae indeterminado	1	0	2	0	3	H, C, D
	<i>Exogone dispar</i> (Webster, 1879)	0	3	0	0	3	H, C, D
	<i>Exogone hebes</i> (Webster & Benedict, 1884)	1	1	1	0	3	H, C, D
	<i>Exogone verugera</i> (Claparède, 1868)	0	2	0	5	7	H, C, D
	<i>Exogone</i> sp I	1	0	0	0	1	H, C, D
	<i>Exogone</i> indeterminado	0	0	2	0	2	H, C, D
	<i>Odontosyllis gibba</i> Claparède, 1863	1	0	3	0	4	C
	<i>Parapionosyllis labronica</i> Cognetti, 1965	0	1	1	0	2	C
	<i>Parapionosyllis minuta</i> (Pierantoni, 1903)	0	18	4	0	22	C
	<i>Sphaerosyllis campoy</i> San Martín, Acero, Contonente & Gomez, 1982	5	28	20	11	64	H, C, D
	<i>Pseudobrania</i> sp I	0	0	1	0	1	H, C, D
	<i>Sphaerosyllis</i> cf <i>pirifera</i> Claparède, 1868	1	1	4	0	6	C, D
	<i>Sphaerosyllis hystrix</i> Claparède, 1863	2	0	1	0	3	C, D
	<i>Sphaerosyllis</i> sp I	2	1	0	0	3	H, C, D
	<i>Sphaerosyllis</i> sp II	1	2	2	0	5	H, C, D
	<i>Sphaerosyllis</i> spp	0	4	5	1	10	H, C, D
	<i>Sphaerosyllis taylori</i> Perkins, 1981	12	10	3	2	27	H, C, D
	<i>Syllis</i> sp I	0	2	0	0	2	C
	<i>Syllis</i> sp II	1	6	4	3	14	C
	<i>Syllis</i> sp III	0	0	0	5	5	C
	<i>Typosyllis</i> cf <i>hyalina</i> (Grube, 1863)	0	0	0	1	1	C
	<i>Typosyllis cornuta</i> (Rathke, 1843)	0	7	3	0	10	C
	Sillydae sp I	2	0	0	0	2	H, C, D
	Sillydae indeterminado	1	1	3	0	5	H, C, D
Nereididae	<i>Nereis</i> sp I	5	12	12	8	37	F, H, C, D
	<i>Nereis</i> sp II	0	0	4	1	5	F, H, C, D
	<i>Nereis</i> sp III	0	0	1	0	1	F, H, C, D
Nephtyidae	<i>Aglaophamus</i> sp	0	0	1	0	1	C
	<i>Nephtys caeca</i> (Fabricius, 1780)	12	2	1	1	16	C
	<i>Nephtys cirrosa</i> Ehlers, 1868	2	0	0	0	2	C
	<i>Nephtys longosetosa</i> Örsted, 1843	0	0	0	1	1	C
Orbiniidae	Orbiniidae indeterminado	1	0	0	0	1	D

Paraonidae	<i>Aricidea cerrutii</i> Laubier, 1967	2	0	6	3	11	D
	<i>Aricidea claudiae</i> Laubier, 1967	0	0	0	1	1	D
	<i>Cirrophorus branchiatus</i> Ehlers, 1908	0	0	2	0	2	D
	<i>Levinsenia gracilis</i> (Tauber, 1879)	0	1	0	2	3	D
	<i>Paradoneis cf lyra</i> (Southern, 1914)	0	1	1	0	2	D
	<i>Paradoneis lyra</i> (Southern, 1914)	0	3	4	0	7	D
Spionidae	<i>Polydora cf ciliata</i> (Johnston, 1838)	0	1	0	0	1	F, D
	<i>Polydora</i> sp I	0	2	0	0	2	F, D
	<i>Polydora</i> spp	0	9	0	0	9	F, D
	<i>Prionospio cf. salzi</i> Laubier, 1970	0	0	1	0	1	D
	<i>Prionospio multibranchiata</i> Berkeley, 1927	1	0	0	0	1	D
	<i>Scolecopsis tridentata</i> (Southern, 1914)	1	0	0	0	1	D
	<i>Spio filicornis</i> (O.F. Müller, 1776)	0	1	0	0	1	D
	<i>Spiophanes bombix</i> (Claparède, 1870)	1	0	0	0	1	D
Magelonidae	<i>Magelona minuta</i> Eliason, 1962	0	0	1	0	1	H, C, D
Cirratulidae	<i>Caulleriella bioculata</i> (Keferstein, 1862)	1	0	0	0	1	D
	Cirratulidae sp I	0	0	5	0	5	D
	Cirratulidae sp II	0	0	1	0	1	D
	Cirratulidae sp III	0	0	0	1	1	D
	Cirratulidae cf sp III	0	0	0	1	1	D
	<i>Chaetozona gibber</i> Woodham & Chambers, 1994	0	0	2	0	2	D
Onuphidae	<i>Hyalinoecia bilineata</i> (Baird, 1870)	0	10	23	29	62	H, C, D
	<i>Nothria britannica</i> (McIntosh, 1903)	0	0	0	1	1	H, C, D
Eunicidae	<i>Eunice vittata</i> (Delle Chiaje, 1828)	6	14	31	28	79	H, C
	<i>Marphysa bellii</i> (Audouin & Milne-Edwards, 1833)	0	0	1	1	2	H, C, D
Lumbrineridae	<i>Nematonereis unicornis</i> Schmarda, 1861	1	1	0	0	2	C, D
	<i>Lumbrineris acuta</i> (Verrill, 1875)	0	0	3	0	3	H, C, D
	<i>Lumbrineris cf acuta</i> (Verrill, 1875)	0	3	0	0	3	H, C, D
	<i>Lumbrineris latreilli</i> (Audouin & Milne-Edwards, 1833)	0	10	7	1	18	H, C, D
	<i>Lumbrineris paradoxa</i> Saint-Joseph, 1888	0	0	4	7	11	H, C, D
Dorvillidae	<i>Protodorvillea kefersteini</i> (McIntosh, 1869)	15	2	8	29	54	C
	<i>Schistomeringos caeca</i> (Webster & Benedict, 1887)	0	1	0	0	1	C
	<i>Schistomeringos neglecta</i> (Fauvel, 1923)	0	0	1	0	1	C
Flabelligeridae	<i>Diplocirrus cf glaucus</i> (Malmgren, 1867)	0	0	3	1	4	D
	<i>Pherusa eruca</i> (Claparède, 1869)	1	2	1	2	6	D
Capitellidae	<i>Capitella</i> sp.	0	0	1	0	1	D
	<i>Decamastus</i> sp.	0	1	0	0	1	D
	<i>Mediomastus</i> sp.	2	7	11	14	34	D
	<i>Notomastus</i> sp.	0	14	3	0	17	D
	Capitellidae indeterminado	1	3	0	0	4	D
Opheliidae	Opheliidae indeterminado	0	1	0	0	1	D
Sabellariidae	<i>Chone acustica</i> (Claparède, 1869)	2	0	0	2	4	F
	<i>Chone duneri</i> Malmgren, 1867	1	0	0	0	1	F
	<i>Jasmineira elegans</i> Saint-Joseph, 1894	0	0	1	0	1	F
	<i>Fabricinae</i> spp	1	4	1	0	6	F
Terebellidae	<i>Pista cristata</i> (O.F. Müller, 1776)	0	2	2	2	6	D
	<i>Polycirrus</i> sp.	0	3	0	1	4	D
	Thelepodinae indeterminado	1	0	0	0	1	F
	Terebellidae indeterminado	0	1	0	1	2	D
	(Terebellida indeterminado)	0	0	0	6	6	F
Sabellidae	Sabellidae indeterminado	0	0	1	0	1	F
Serpulidae	<i>Hydroides stoichadon</i> Zibrowius, 1971	4	3	11	1	19	F
	<i>Pomatoceros triqueter</i> (Linnaeus, 1767)	1	0	3	2	6	F
	<i>Semivermilia cf torulosa</i> (Delle Chiaje, 1822)	0	0	0	2	2	F
	<i>Serpula massiliensis</i> Zibrowius, 1967	0	0	0	1	1	F
	<i>Vermiliopsis cf striaticeps</i> (Grube, 1862)	0	0	1	0	1	F
	Serpulidae indeterminado	2	0	3	0	5	F
Total		266	307	298	247	1118	

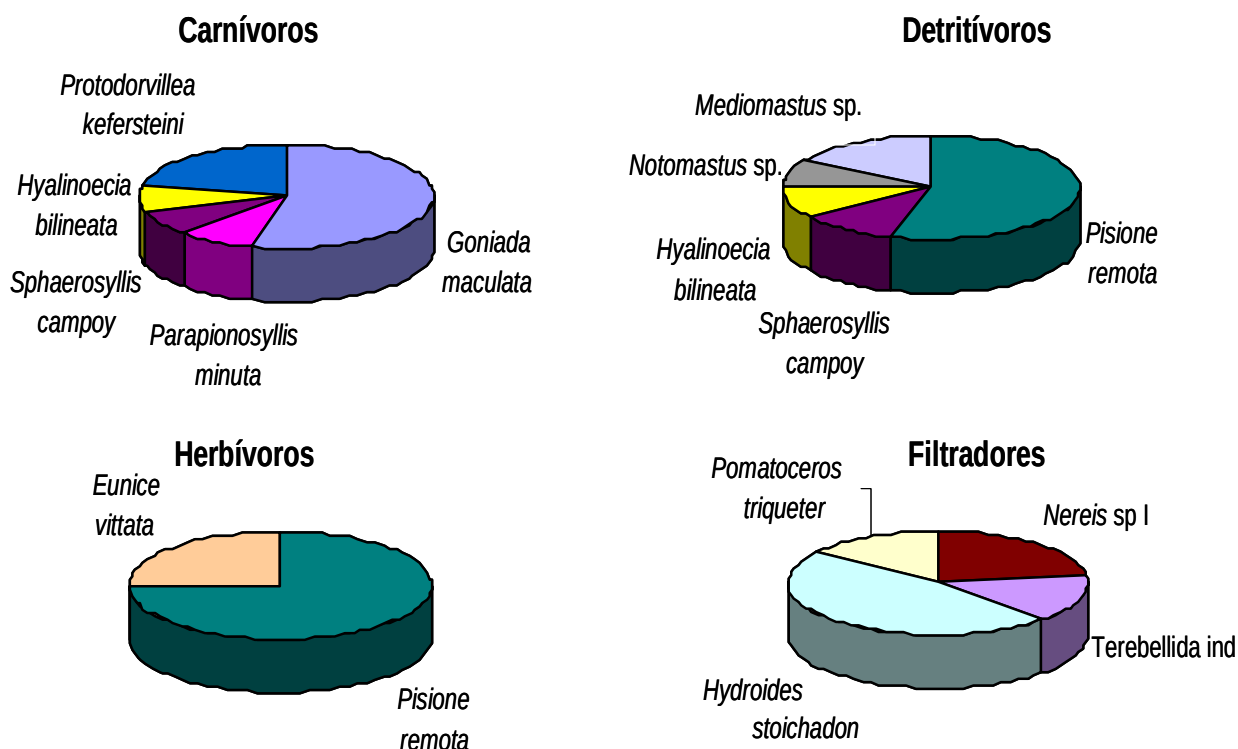


Figura 6. Representação das espécies que primeiro contribuem para 60% da abundância dos grupos tróficos encontrados na zona do Ancão.

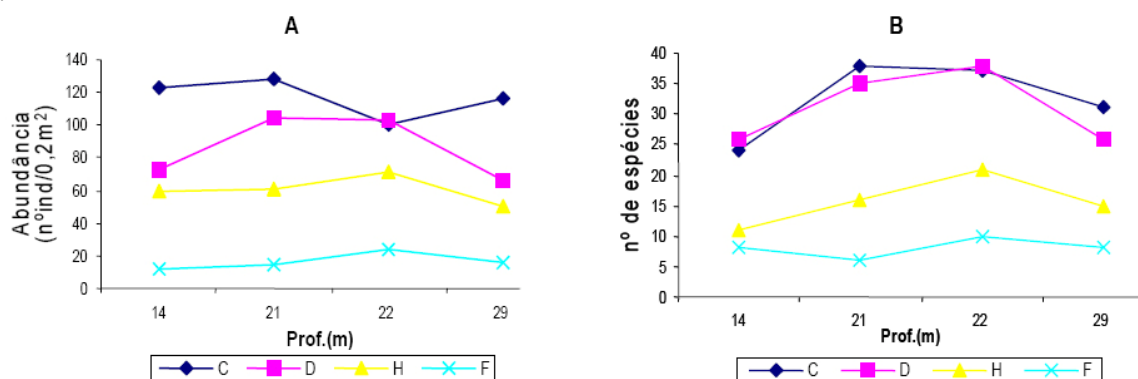


Figura 7 – Abundância em número de indivíduos (A) e de espécies (B) dos principais grupos tróficos para as diferentes profundidades amostradas na zona do Ancão.

Apesar do elevado número de espécies encontradas, poucas foram as que contribuíram para 60% da abundância total de cada função trófica (Figura 6). Nos “carnívoros” *Goniada maculata* foi responsável por 29,2% desta função. *Pisione remota*, que pode ser detritívora e herbívora, foi a espécie mais representada nestes grupos, contribuindo para cada um deles com 32,3% e 46,2%, respectivamente. Nos “filtradores” destacou-se *Hydroides stoichadon* que representou 29,4% da abundância total desta função.

As quatro funções tróficas estão representadas em todas as profundidades amostradas (Figura 7). O padrão de ocorrência de “filtradores”, “detritívoros” e “herbívoros” foi semelhante: verificou-se uma tendência crescente da abundância destes três grupos até aos 22 m, profundidade a que

se registaram os máximos de abundância (24, 103 e 71 indivíduos respectivamente), e a partir da qual houve um decréscimo dos valores.

A função “carnívoros” dominou em todos os locais amostrados, com exceção dos 22 m (100 indivíduos), com dominância de “detritívoros” (Figura 7A). Tendo por base o número de espécies recolhidas que integram cada uma das funções tróficas (Figura 7B), verificou-se que “carnívoros” aumentam até aos 21 m e “detritívoros” e “herbívoros” até aos 22 m seguidos por um decréscimo. O menor número da função “filtradores” registou-se aos 21 m e o maior aos 22 m.

A representatividade da função “carnívoros” aos 14, 21 e 22 m de profundidade deveu-se fundamentalmente à espécie *Goniada maculata* (51%, 27%, 17% respectivamente). Aos 29 m a

espécie com maior contribuição para esta função foi *Protodorvillea kefersteini*, seguida por *Goniada maculata*. Outras espécies com contribuições importantes foram: aos 21 m *Parapionosyllis minuta* e aos 22 m *Eunice vittata*. *Pisione remota* foi a espécie mais representada nas funções tróficas “detritívoros” e “herbívoros” em todas as profundidades.

Outras espécies cuja contribuição foi importante para “detritívoros” foram: *Notomastus* sp. (14%) aos 21 m e *Mediomastus* sp. aos 22 m. Aos 29 m a grande contribuição de *Mediomastus* sp. juntou-se a de *Hyalinoecia bilineata*. Para a função “herbívoros” *Sphaerosyllis campoy*, *Eunice vittata* e *Hyalinoecia bilineata* foram predominantes aos 21 m, 22 m e 29 m, respectivamente. A função trófica “filtradores” aos 14 m e 22 m foi desempenhada principalmente por *Hydroides stoichadon*, aos 21 m por *Polydora* spp e aos 29 m por Terebellida indeterminados.

Análise univariada

Os valores obtidos para os diferentes índices univariados às várias profundidades (Tabela III) mostram que: i) O valor de N mais elevado se registou aos 21 m com um total de 307 indivíduos; ii) este valor diminuiu com o aumento da profundidade, tendo um mínimo aos 29 m (247 ind.), com valores intermédios aos 14 e 22 m (266 e 298 indivíduos, respectivamente); iii) aos 14 m registou-se o menor valor de S (41), que aumentou até aos 22 m (59), diminuindo de novo aos 29 m (49); iv) os valores mais baixos de H' e J' registaram-se à menor profundidade (3,4 e 0,6 respectivamente); v) nas restantes estações os valores da diversidade oscilaram entre 4,5 e 4,8, mantendo-se constantes os valores da equitabilidade ($\approx 0,8$); vi) para a totalidade dos poliquetas foi obtido um índice de diversidade de 4,36 bits e um índice de equitabilidade de 0,77. Para N, S e J' não foram encontradas diferenças significativas em função da profundidade (respectivamente $F=0.195$, $F=1.691$ e $F=2.533$, $p>0.05$ – one way ANOVA).

Para H', a mesma análise revelou a existência de diferenças significativas ($F= 4.186$, $p<0.05$) devidas ao valor registado na estação menos profunda que apresentou diferenças significativas com todas as outras ($p<0.05$); não se registaram diferenças significativas entre as restantes três profundidades.

Os valores dos índices de diversidade de Shannon-Wiener (H'_trof) e equitabilidade (J'_trof) de Pielou relativos às funções tróficas obtidos para as diferentes profundidades representadas neste estudo (Tabela III) revelaram que a diversidade de interações tróficas e a respectiva equitabilidade aumentaram até aos 22 m, profundidade a que se registaram os valores máximos (1,85 e 0,92 respectivamente) e diminuindo para os 29 m. Os valores mais baixos para estes índices foram obtidos aos 14 m de profundidade (1,70 e 0,85 respectivamente). Os valores globais para toda a área de estudo foram, respectivamente, de 1,75 bits e de 0,88.

Análise multivariada

Relação entre os parâmetros do sedimento

A análise de classificação hierárquica dos descritores do ambiente sedimentar estudados (cf. Tabela I) permitiu a separação de três grupos (Figura 8). No primeiro, os subgrupos Prof e Vasa, e %MO e %H₂O, foram os que apresentaram a correlação positiva mais forte, estando também muito relacionados entre si ($p<0.001$). O subgrupo Cascalho e %Degradação apresentou uma correlação positiva igualmente forte, encontrando-se, por sua vez, muito relacionado ($p<0.001$) com o índice de diversidade pigmentar de Margalef (I_Margalef). Os dois primeiros subgrupos correlacionaram-se positivamente com este terceiro ($p<0.05$).

O segundo grupo foi formado pelos pigmentos Carot e Feop, que se correlacionaram positivamente ($p<0.001$). Os parâmetros do terceiro grupo - Areia, Cl_a e I_Moss – apresentaram também uma forte correlação positiva entre si ($p<0.001$).

Tabela III. Valores de riqueza específica (S), abundância (N), diversidade (H'), equitabilidade (J') e diversidade (H'_trof) e equitabilidade (J'_trof) das funções tróficas referentes às espécies de anelídeos poliquetas e respeitantes às estações estudadas na zona do Ancão.

Descritor	Estações / Profundidade (m)				Total	Média	Desvio Padrão
	A/14	B/21	C/22	D/29			
S	41	57	59	49	112	-	-
N	266	307	298	247	1118	279,5	27,91
H' (bit)	3,42	4,71	4,84	4,48		4,36	0,65
J'	0,64	0,81	0,82	0,8		0,77	0,09
H'_trof (bit)	1,7	1,72	1,85	1,74		1,75	0,07
J'_trof	0,85	0,86	0,92	0,87		0,88	0,03

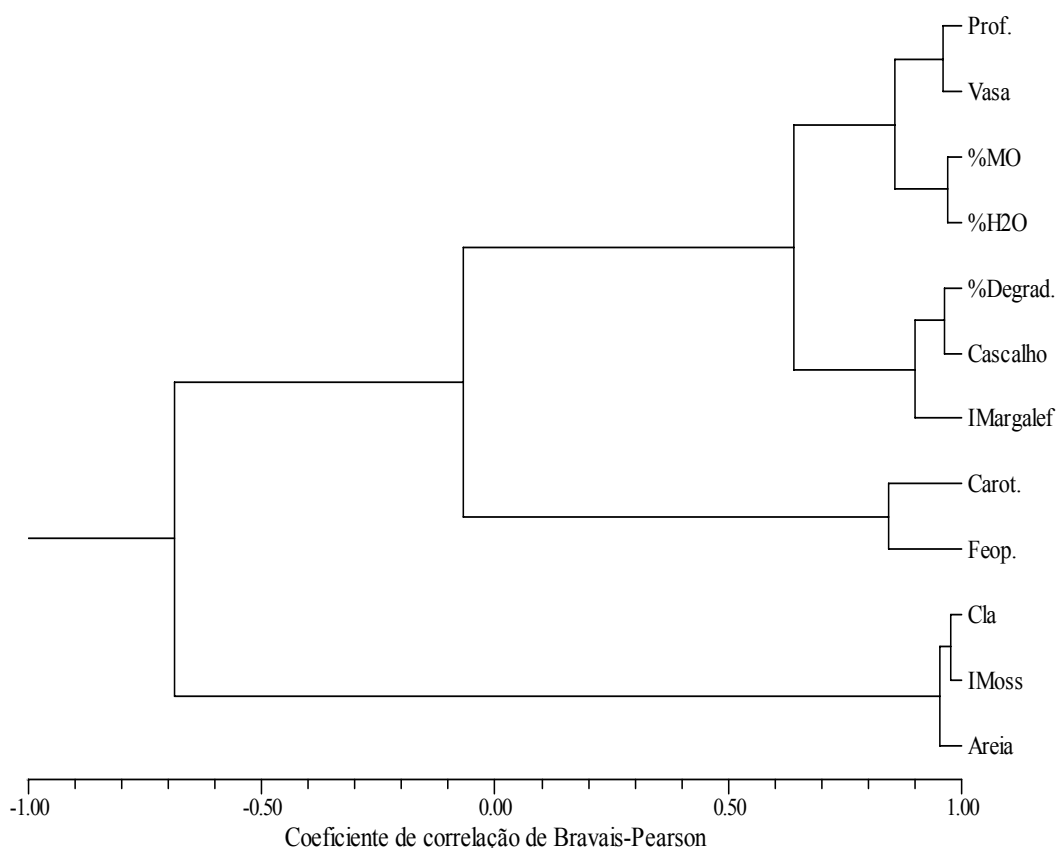


Figura 8. Dendrograma de similaridade entre os descritores do ambiente sedimentar utilizando o coeficiente de correlação de Bravais-Pearson (análise em modo R). Códigos explicados no texto.

Ao aumento da profundidade associou-se assim o aumento da fracção fina no sedimento bem como o aumento das percentagens de matéria orgânica e água. Com a profundidade aumentaram também a fracção de cascalho no sedimento, a percentagem de degradação e o índice de Margalef. Carotenos e feopigmentos variaram em conjunto mas não apresentaram uma correlação significativa com os parâmetros dos outros grupos.

O conjunto dos dois primeiros grupos relacionou-se negativamente com o terceiro ($p < 0.05$) reflectindo que, com o aumento da profundidade o sedimento comportou uma menor fracção de areia, diminuindo também os valores da clorofila a e do

índice de Moss.

Relação entre os descritores relativos aos Polychaeta

Os valores de similaridade de Bray-Curtis entre estações foram calculados a partir da soma das abundâncias (espécies de poliquetas) dos quatro replicados amostrados em cada local. A matriz simétrica obtida serviu de ponto de partida às análises hierárquica (dendrograma) e de ordenação (MDS) subsequentes. Partindo de um nível de similaridade de 60% foi evidenciada a presença de quatro grupos distintos, correspondendo a cada uma das profundidades amostradas (Figura 9). A um

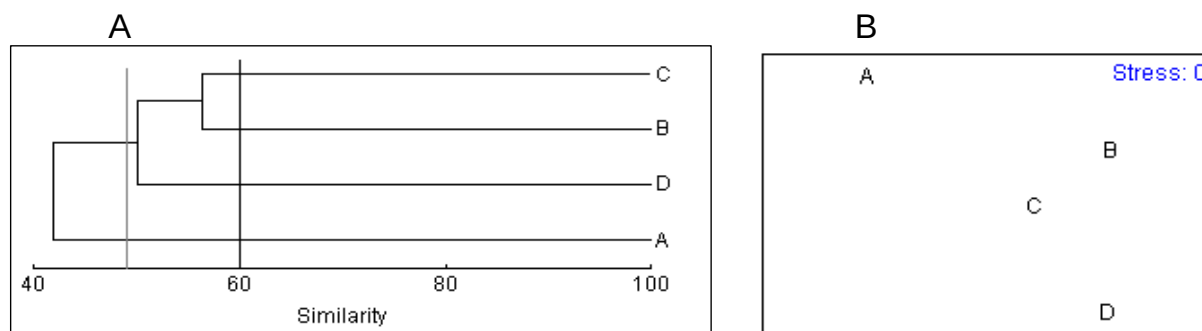


Figura 9. Dendrograma (A) e MDS (valor crítico: 0,00) (B) de similaridades entre locais (índice de Bray-Curtis), calculados a partir da soma das abundâncias (espécies de Polychaeta) dos quatro replicados amostrados em cada local, transformados com raiz quadrada.

Tabela IV. Análise SIMPER: Espécies de anelídeos poliquetas que contribuem para uma similaridade média de 52,2% no Grupo 1 (espécies que primeiro contribuem para aprox. 50% da abundância).

Espécies	Grupo 1		Contrib%	Cum.%
	Abund. méd.	Sim méd.		
<i>Pisione remota</i>	43,00	5,62	10,77	10,77
<i>Goniada maculata</i>	24,67	4,20	8,04	18,81
<i>Eunice vittata</i>	24,33	4,15	7,95	26,76
<i>Hyalinoecia bilineata</i>	20,67	3,62	6,93	33,69
<i>Sphaerosyllis campoy</i>	19,67	3,58	6,85	40,53
<i>Nereis</i> sp. I	10,67	2,94	5,64	46,17
<i>Mediomastus</i> sp.	10,67	2,79	5,35	51,52

Tabela V. Análise SIMPER: Espécies de anelídeos poliquetas que contribuem para uma dissimilaridade média entre o Grupo 1 e o Grupo 2 de 58,9% (espécies que primeiro contribuem para aprox. 50% da abundância).

Espécie	2º Grupo	1º Grupo	Diss. méd.	Contrib.%	Cum.%
	Abund. méd.	Abund. méd.			
<i>Hyalinoecia bilineata</i>	0,00	20,67	2,52	4,33	4,33
<i>Pisione remota</i>	94,00	43,00	1,83	3,14	7,48
<i>Goniada maculata</i>	62,00	24,67	1,67	2,87	10,35
<i>Hesionura elongata</i>	11,00	0,33	1,66	2,86	13,21
<i>Eunice vittata</i>	6,00	24,33	1,37	2,35	15,56
<i>Nephtys caeca</i>	12,00	1,33	1,31	2,25	17,82
<i>Lumbrineris latreilli</i>	0,00	6,00	1,25	2,15	19,97
<i>Sphaerosyllis campoy</i>	5,00	19,67	1,17	2,02	21,99
<i>Parapionosyllis minuta</i>	0,00	7,33	1,13	1,94	23,93
<i>Mediomastus</i> sp.	2,00	10,67	1,03	1,78	25,71
<i>Notomastus</i> sp.	0,00	5,67	0,99	1,70	27,42
<i>Sphaerosyllis</i> spp.	0,00	3,33	0,97	1,66	29,08
<i>Protodrilus kefersteini</i>	15,00	13,00	0,94	1,61	30,69
<i>Lumbrineris paradoxa</i>	0,00	3,67	0,89	1,53	32,23
<i>Pseudomystides limbata</i>	0,00	2,33	0,82	1,41	33,63
<i>Pista cristata</i>	0,00	2,00	0,79	1,37	35,00
<i>Nephtys cirrosa</i>	2,00	0,00	0,79	1,37	36,37
<i>Syllidae</i> sp I	2,00	0,00	0,79	1,37	37,74
<i>Glycera mimica</i>	2,00	0,00	0,79	1,37	39,10
<i>Typosyllis cornuta</i>	0,00	3,33	0,79	1,36	40,47
<i>Sphaerosyllis taylori</i>	12,00	5,00	0,78	1,34	41,81
<i>Exogone verugera</i>	0,00	2,33	0,67	1,16	43,02
<i>Paradoneis lira</i>	0,00	2,33	0,67	1,16	44,18
<i>Malmgrenia</i> cf. <i>Andreapolis</i>	0,00	2,33	0,67	1,16	45,34
<i>Kefersteinia cirrhata</i>	0,00	1,33	0,64	1,10	46,43
<i>Sphaerosyllis histrix</i>	2,00	0,33	0,62	1,06	47,49
<i>Sphaerosyllis</i> sp I	2,00	0,33	0,61	1,06	48,55
<i>Sigambra tentaculata</i>	0,00	1,67	0,60	1,03	49,58
<i>Serpulidae</i> indeterminado	2,00	1,00	0,60	1,03	50,61

nível de 45%, que pode considerar-se reflectir ainda uma similaridade significativa entre os agrupamentos, temos a individualização de dois grupos (Figura 9A):

- 1º Grupo, formado pelas estações B, C e D onde as estações B e C são aglomeradas com uma similaridade de 56%, juntando-se-lhes a estação D, a um nível de similaridade de aproximadamente 50%.

- 2º Grupo, formado apenas pela estação A.

A disposição gráfica das quatro estações revelada pela análise MDS (Figura 9B) foi convergente com os agrupamentos resultantes da classificação hierárquica. O valor crítico encontrado (Stress=0) indica que esta análise não apresenta qualquer risco de induzir interpretações incorrectas (Clark & Warwick 1994).

De todas as espécies de poliquetas

identificadas, a análise SIMPER (Tabelas IV e V) indicou que:

- no primeiro grupo as espécies *Eunice vittata*, *Sphaerosyllis campoy*, *Mediomastus* sp. foram dominantes e a espécie *Hyalinoecia bilineata* exclusiva;
- no segundo grupo dominaram as espécies *Pisone remota* e *Goniada maculata*.

Esta análise permitiu ainda identificar outras espécies:

- que só existem no 1º Grupo (B, C, D) - *Lumbrineris latreilli*, *Parapionosyllis minuta*, *Notomastus* sp., *Sphaerosyllis* spp, *Lumbrineris paradoxa*, *Pseudomystides limbata*, *Pista cristata*, *Typosyllis cornuta*, *Exogone verugera*, *Paradoneis lyra*, *Malmgrenia* cf. *andrapolis*, *Kefersteinia cirrhata*, *Sigambra tentaculata*;
- que só existem no 2º Grupo (A) - *Nephtys cirrosa*, *Sillyidae* sp I, *Glycera mimica*;
- dominantes no 2º Grupo (A) - *Hesionura elongata*, *Nephtys caeca*, *Protodorvillea kefersteini*, *Sphaerosyllis taylori*, *Sphaerosyllis histrix*, *Sphaerosyllis* spI, *Serpulidae* indeterminado.

Relação entre os parâmetros do sedimento e os índices univariados

Juntando à matriz dos descritores do ambiente sedimentar os índices univariados calculados (cf. Tabela III) para as comunidade de poliquetas, a PCA efectuada revelou que a ordenação dos pontos de amostragem se mantém a mesma, tal como a estrutura de associação dos descritores (Figura 10).

H' e J' agruparam-se com I_Margalef, e este grupo associou-se, por sua vez, ao Cascalho e à %Degradação. Este conjunto de descritores foi o que mais contribuiu para a parte negativa do eixo 1 da PCA.

N agrupou-se com um dos parâmetros do sedimento que integravam o segundo grupo (Carot); o outro desses parâmetros (Feop), associou-se à riqueza específica (S), que surgiu relacionada com a diversidade e equitabilidade das funções tróficas (H'_trof; j'_trof), sendo este o conjunto de descritores que mais condicionou a estação C. A estação D apareceu associada aos descritores Prof, Vasa, %MO e %H₂O.

A parte positiva do eixo 1 foi totalmente determinada pelos descritores Areia, I_Moss e Cl_a, que condicionaram a posição da estação A. Este grupo opôs-se claramente aos restantes grupos, pelo que o número de espécies presentes e os valores dos índices de diversidade e de equitabilidade se associaram aos parâmetros do ambiente sedimentar

mais condicionados pela profundidade. Os valores de N e S aparecem associados aos parâmetros do sedimento (carotenos e feopigmentos) mais relacionados com as profundidades intermédias, mas também com os índices H'_trof e J'_trof.

A estação B apareceu no centro da distribuição, em posição intermédia relativamente aos grupos de parâmetros que determinaram o eixo 1 da PCA.

A aplicação do método BIOENV permitiu seleccionar ($r_{\text{Spear}} = 0.53$, $p < 0.01$) I_Margalef, N, Prof, J', Vasa, Cl_a, I_Moss e H' como o grupo de parâmetros que melhor explica a ordenação das estações de modo consistente com ambas as categorias de descritores utilizados: faunísticos por um lado (MDS), e ambientais e índices univariados ou de comunidade por outro (PCA).

Discussão

Parâmetros do sedimento

Ainda que todas as estações sejam caracterizadas por um tipo de sedimento grosseiro, a estação A, localizada a menor profundidade (14 m), não possui qualquer conteúdo em vasa, indicativo da existência de hidrodinamismo acentuado. Este parâmetro apresenta geralmente valores mais elevados perto da costa, pela acção de correntes e ondulação, impedindo aí a deposição de sedimentos finos que se verifica em regiões mais afastadas da costa e com hidrodinamismo mais fraco (Snelgrove & Butman 1994), como é o caso da estação D, situada a maior profundidade (29 m), onde se registou a maior percentagem de vasa no sedimento, o que sugere a ocorrência de deposição.

Os valores de Cl_a presente no sedimento diminuem com a profundidade das diferentes estações o que se deve certamente à atenuação da luz que provoca uma baixa do microfitobentos. A clorofila a absorve maioritariamente comprimentos de onda do espectro electromagnético superiores a 600nm enquanto os pigmentos acessórios absorvem os inferiores a 600 nm. Como a maioria da luz que penetra em profundidade se encontra na região entre 400 nm e 600 nm, é clara a importância dos pigmentos acessórios na absorção da energia necessária ao processo fotossintético, com a profundidade (Parsons *et al.* 1984), daí que com o aumento desta se registre uma diminuição no desempenho da função clorofilina, e o aumento no teor de carotenoides que passam a intervir mais activamente na fotossíntese e dos quais esta se torna dependente.

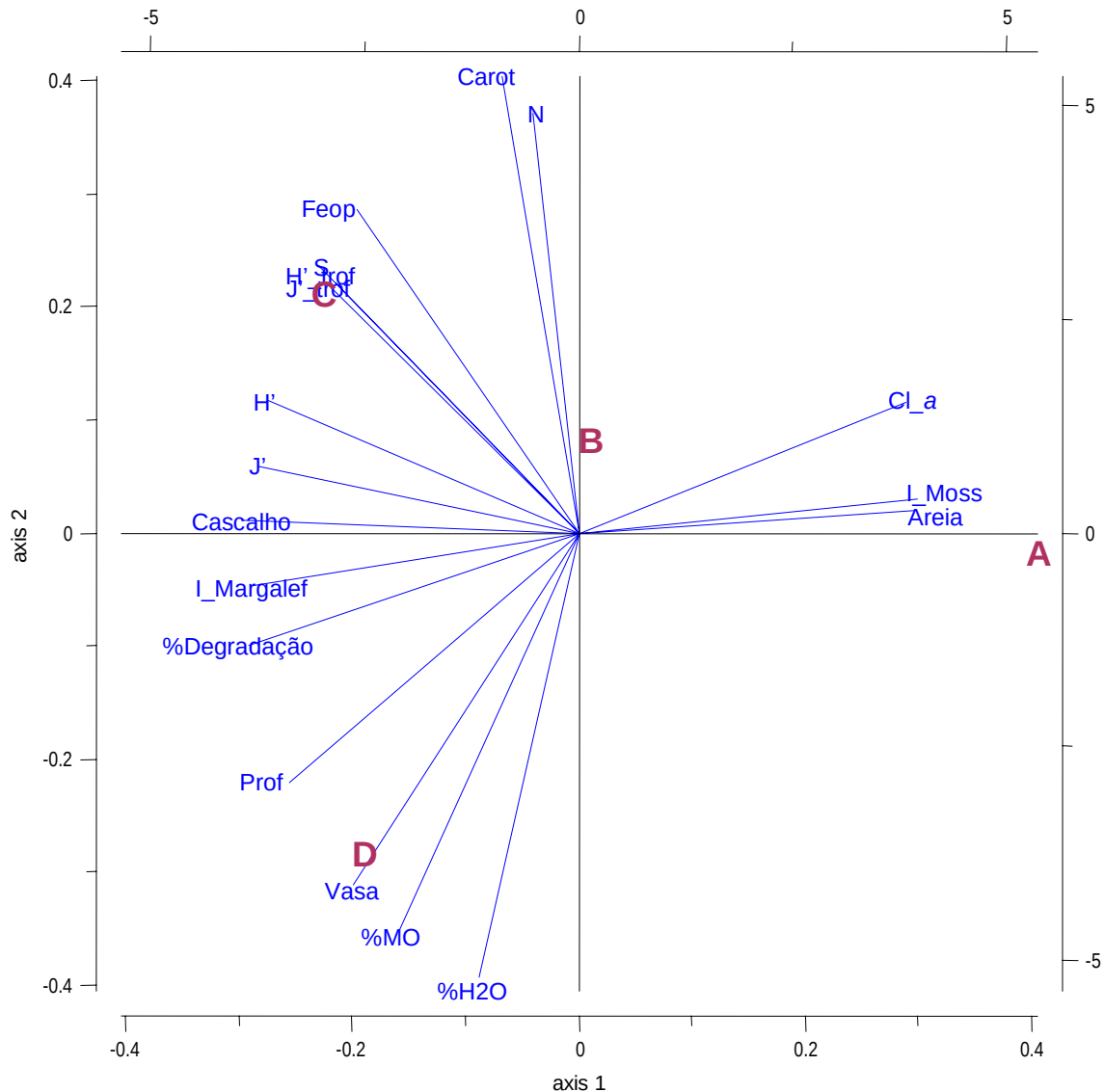


Figura 10. PCA com base nos descritores (ambiente sedimentar e índices univariados) calculados para as comunidades amostradas (projecção dos descritores - a azul - e das estações amostradas no plano definido pelas 1ª e 2ª componentes principais). Códigos explicados no texto. (eixos 1 e 2 retêm 92.81% da variância).

A clorofila a vai sendo degradada e convertida em feopigmentos, daí que a acompanhar a diminuição desta se verifique o aumento do conteúdo em feopigmentos (cf. Cancela da Fonseca *et al.* 1987). A partir dos 22 m há uma diminuição no teor de feopigmentos e carotenoides, que associada ao aumento de matéria orgânica no sedimento parece indicar que a origem desta não deverá ser predominantemente vegetal.

Índices univariados

No que diz respeito aos Polychaeta, e apesar do elevado número de espécies encontradas, mais de 50% da abundância total depende de apenas seis espécies. O maior valor de abundância foi encontrado na estação B (21 m), havendo uma diminuição deste valor com o aumento da profundidade, e registando-se a menor abundância

na estação D. O valor de diversidade mais baixo (3.42 bits) tem lugar na estação A, a que corresponde o menor número de espécies (41) e em que *Pisione remota* e *Goniada maculata* detêm em conjunto 58% da abundância. A dominância destas espécies é evidenciada pelo baixo valor obtido para a equitabilidade (0,6).

A riqueza de espécies, a diversidade e equitabilidade aumentam até aos 22 m, indicando que o ambiente físico se torna mais favorável para este grupo. Com o aumento da profundidade, a estabilidade do sedimento aumenta (Snelgrove & Butman 1994), permitindo a existência de comunidades mais bem estruturadas e equilibradas (Margalef 1991).

Aos 29 m há uma diminuição da abundância e riqueza específica e ainda que pouco acentuada, da diversidade; no entanto o valor da equitabilidade

mantém-se igual ao obtido para as outras estações (21 e 22 m), indicando que a estabilidade da comunidade se mantém, dado os valores de J' traduzirem em si um maior ou menor equilíbrio das comunidades (Pielou 1966, Magurran 1988, Margalef 1991).

Funções tróficas

A organização trófica da comunidade de anelídeos poliquetas na área de estudo tem a ver com a dominância da função “carnívoros”, tanto em efectivo, como em número de espécies, o que não é de estranhar dada a preferência deste grupo por substratos arenosos (Boaventura *et al.* 1999, Cancela da Fonseca *et al.* 2001). O baixo valor obtido para o índice de diversidade trófica global reflecte essa dominância relativamente às outras funções tróficas existentes.

Analisando a distribuição espacial das funções tróficas, os carnívoros dominam em todas as estações exceptuando a situada a 22 m, na qual são ligeiramente ultrapassados pelos detritívoros. A dominância dos carnívoros está na origem dos baixos valores de diversidade registados naquelas estações, assistindo-se ao aumento da diversidade com a diminuição da representatividade desta função trófica. A distribuição mais homogénea das funções tróficas na estação situada a 22 m de profundidade traduz-se numa diversidade das funções tróficas mais elevada, indicativa da existência de uma multiplicidade de níveis tróficos e interacções biológicas (Massé 1972, Gray 1974, Santos & Simon 1980). Esta estação é a que regista maior número de espécies às quais foi atribuída mais do que uma função trófica.

Segundo Pearson & Rosenberg (1978) a capacidade de muitas espécies variarem os seus métodos de alimentação de forma a adaptarem-se às alterações de alimento potencial, constitui um dos processos homeostáticos fundamentais para a estabilidade de uma comunidade. Esta estabilidade da comunidade é reflectida pelo registo dos valores mais elevados, quer para o índice de diversidade das funções tróficas, quer para a respectiva equitabilidade. O valor deste último ($J'_{\text{trof}} = 0,92$), dá-nos a indicação que a diversidade registada se aproxima muito da diversidade máxima que poderia ocorrer (Pielou 1966, Magurran 1988) numa situação em que todas as funções tróficas fossem igualmente representadas.

A alteração de importância dos grupos tróficos a que se assiste nesta estação indica-nos que a estrutura da comunidade se altera, o que pode estar relacionado com a variação de alguns parâmetros ambientais, ou de interacções biológicas (Santos &

Simon 1980, Snelgrove & Butman 1994). De facto, foi nesta profundidade que se registou o maior teor em feopigmentos, indicando uma maior disponibilidade de alimento para os detritívoros, sendo esta a função maioritária a este nível batimétrico.

Análise multivariada

A análise multivariada efectuada entre locais amostrados considerando as espécies de poliquetas, evidenciou uma clara separação em termos de afinidades faunísticas entre a estação A e um grupo formado pelas estações B, C e D. Há uma distinção espacial evidente, sugerindo uma variação das comunidades bentónicas em função da profundidade.

A área de estudo pode assim ser dividida em duas zonas de localização e composição variáveis:

- Zona da estação A, caracterizada por um sedimento com maior concentração de clorofila a, inexistência de vasa e baixos valores de cascalho e matéria orgânica, localizada mais próxima da costa e que devido à sua situação de menor profundidade, é mais afectada pelo hidrodinamismo, o qual induz maior perturbação nas comunidades, tornando-as mais empobrecidas, instalando-se espécies mais tolerantes e melhor adaptadas o que também impede o recrutamento com sucesso de muitas formas bentónicas (Orth 1977, Santos & Simon 1980, Snelgrove & Butman 1994). O povoamento é caracterizado pelas espécies de Anelídeos Poliquetas, *Pisione remota* e *Goniada maculata*. Encontram-se também espécies exclusivas, como *Nephtys cirrosa*, *Sillyda sp I*, *Glycera mimica*;
- Zona das estações B, C e D onde a população se encontra mais estabilizada e com uma composição específica complexa, caracterizada pela dominância da família Capitellidae e sendo as famílias Onuphidae e Lumbrineridae exclusivas; pelas espécies de poliquetas *Eunice vittata*, *Sphaerosyllis campoy*, *Mediomastus sp.* dominantes e a *Hyalinoecia bilineata* exclusiva.

A PCA efectuada confirma os grupos anteriormente referidos e permite separar a estação B como a principal estação de transição, incaracterística e não afectada maioritariamente por nenhum dos principais descritores individualizados na análise BIOENV.

Observando o MDS obtido verificamos que as estações B e C se encontram mais próximas em termos de afinidades faunísticas e cujos sedimentos possuem 1% de vasa, partilhando todavia uma grande similaridade com a estação D, em que o

sedimento possui 2% de vasa e a maior concentração de matéria orgânica registada. A estação B, embora se encontre mais próxima da D em termos geográficos, apresenta-se mais similar à estação que mais dela se aproxima em termos batimétricos, a C.

Assim, podemos distinguir nesta zona (estações B, C e D) dois conjuntos:

- Um, localizado entre a menor e a maior profundidade amostrada (profundidades intermédias; estações B e C), onde a população se diversifica e estão representadas espécies de poliquetas dos dois povoamentos vizinhos, encontrando-se aqui exclusivamente espécies de poliquetas como: *Parapionosyllis minuta*, *Notomastus* sp., *Typosyllis cornuta*, *Paradoneis lyra*;
- Outro localizado a maior profundidade (estação D), onde já existe alguma acumulação de sedimentos finos, caracterizado pelo ligeiro empobrecimento em espécies de poliquetas, sendo no entanto caracterizada por uma diversidade, equitabilidade e riqueza específica superiores às registradas na menor profundidade amostrada e pela presença de espécies exclusivas, como *Terebellida* ind. e *Syllis* spIII.

Relação entre os parâmetros do sedimento e os relativos aos Polychaeta

A alteração dos descritores sedimentares com o aumento profundidade traduz-se desde logo no aumento da percentagem de elementos finos, o parâmetro do sedimento que se apresenta mais positivamente correlacionado com a profundidade. A percentagem de matéria orgânica e de água no sedimento aumentam também, sendo parâmetros que apresentam habitualmente um comportamento semelhante (Cancela da Fonseca *et al.* 1987, 2006). Quanto maior a energia hidrodinâmica, maior a velocidade, maior a quantidade de partículas do sedimento que são transportadas pela água, depositando-se em ambientes de baixa energia, sendo as de maior tamanho deixadas para trás (Bergen *et al.* 2001). Com o aumento da profundidade, os efeitos da energia da onda no fundo diminuem havendo um aumento da quantidade de elementos finos e de matéria orgânica que se depositam no sedimento.

O aumento da profundidade está associado à maior estabilidade do sedimento (menor ressuspensão dos sedimentos e transporte pela energia da onda e correntes de maré) permitindo a ocorrência de populações mais bem estruturadas e equilibradas, daí a profundidade estar associada aos índices de diversidade e de equitabilidade. Estes apresentam igualmente uma relação positiva com o

índice de Margalef ou índice de diversidade pigmentar, indicando-nos o aumento do valor deste índice com o aumento da profundidade o envelhecimento e/ou senescência dos organismos microfítobentónicos, pelo que as comunidades microfítobentónicas se vão tornando mais envelhecidas e logo menos produtivas. O mesmo é também traduzido pela relação positiva entre a CI_a e o índice de Moss, considerado um bom indicador (para valores ≥ 1) da predominância dos processos produtivos (Moss 1967, Cancela da Fonseca *et al.* 1987). Com o aumento da profundidade, a luz que atinge o fundo vai-se tornando insuficiente para a realização da fotossíntese, havendo uma diminuição do microfítobentos e, certamente, da produtividade primária do sistema.

O número de indivíduos surge em oposição à profundidade (ao longo do eixo 2 da PCA), pois a maior estabilidade do sedimento que se vai fazendo sentir com o aumento da profundidade permite a ocorrência de espécies com ciclos de vida mais longos e menores taxas de reprodução, e que estão por isso representadas por um menor número de indivíduos (Orth 1977, Santos & Simon 1980, Snelgrove & Butman 1994).

Pérès & Picard (1964) definiram, para o domínio bentónico, a noção de andar que pressupõe que cada um destes espaços é ocupado por povoamentos característicos, cuja distribuição é determinada por diversos factores abióticos e bióticos, e cujos limites são definidos pela mudança das espécies que os caracterizam.

Face às características das comunidades das estações estudadas, podemos associá-las aos andares infralitoral (14 m) e circalitoral (21, 22 e 29 m), sendo estes definidos com base nas diferenças nos parâmetros sedimentares, bem como nos diferentes agrupamentos faunísticos que se encontram em cada um deles, frequentemente dependentes da luminosidade disponível (Pérès & Picard 1964, Saldanha 1974, Pérès 1976). A separação destes grupos de estações foi acentuada pelos dois métodos de ordenação utilizados (MDS e PCA). O decaimento da clorofila a reforça esta interpretação.

Estão representadas três comunidades. Uma situada no seio do andar infralitoral, correspondendo algumas espécies de poliquetas às descritas por Monteiro-Marques (1987) como características da biocenose de areias infralitorais, por Pérès & Picard (1964) como da biocenose de areias grosseiras e gravilhas sob influência de correntes de fundo e por Glémarec (1969) como preferenciais de areias. A povoar o sedimento das profundidades intermédias (21 e 22 m) encontram-se muitas espécies definidas por Monteiro-Marques (1987) na biocenose do

detrítico costeiro e que ocupa justamente uma zona entre a parte inferior do andar infralitoral e a superior do circalitoral.

Os valores de diversidade aplicados às funções tróficas corroboram a ideia de mudança que ocorre na comunidade aos 22 m. A variação dos teores de fitopigmentos (Cl_a, Feop e Carot) permite a mesma interpretação.

Não podemos no entanto considerar a presença destas biocenoses na área de estudo pois estas definem-se com base em associações de espécies pertencentes a diversas categorias taxonómicas (Bayed & Glémarec 1987), sendo aqui apenas consideradas espécies de poliquetas. Contudo, face às características das estações estudadas (diferenças nos seus parâmetros sedimentares e agrupamentos faunísticos), podemos associá-las aos andares infralitoral (estação A) e circalitoral (restantes

estações), detectando-se um gradiente de transição para este último ambiente representado, respectivamente, pelas estações B, C e D.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio recebido por parte dos técnicos do CRIP Sul (INRB/IPIMAR) e da tripulação do “NI Donax” durante os trabalhos de mar. Agradecem ainda a M. Lurdes Inácio e a Cristina Martins pelo apoio na realização das análises dos fitopigmentos e ao CIACOMAR (Centro de Investigação dos Ambientes Costeiros e Marinhos da Universidade do Algarve) e ao seu técnico, Júlio Cunha, as análises da granulometria dos sedimentos. Aos dois revisores anónimos agradecem as críticas e sugestões relevantes para a melhoria do manuscrito.

Referências

- Aller, R. C. & Dodge, R. E. 1974. Animal-sediment relation in a tropical lagoon. Discovery Bay. Jamaica. **Journal of Marine Research**, 32: 209-231.
- Bachelet, G. 1981. Données préliminaires sur l'organisation trophique d'un peuplement benthique marin. **Vie Milieu**, 31: 205-213.
- Bachelet, G. Montaudouin, X. & Dauvin, J. C. 1996. The quantitative distribution of subtidal macrozoobenthic assemblages in Arcachon Bay in relation to environmental factors: A multivariate analysis. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 42: 371-391.
- Bayed, A. & Glémarec, M. 1987. La plate-forme continentale atlantique nord-marocaine: bionomie et zoogéographie. **Oceanologica Acta** 10: 111-121.
- Bergen, M., Weisberg, S. B., Smith, R. W., Cadien, D. B., Dalkey, A., Montagne, D. E., Stull, J. K., Velarde, R.G. & Ranasinghe, J. A. 2001. Relationship between depth, sediment, latitude, and the structure of benthic infaunal assemblages on the mainland shelf of southern California. **Marine Biology**, 138: 637-647.
- Boaventura, D., Cancela da Fonseca, L. & Teles-Ferreira, C. 1999. Trophic structure of macrobenthic communities in the Portuguese Coast. A review on lagoonal, estuarine and rocky littoral habitats. **Acta Oecologica**, 20: 407-415.
- Buller, A. T. & McManus, J. 1979. Sediment sampling and analysis. Pp. 87-130. In: Dyer, K. R. (Ed). **Estuarine hydrography and sedimentation. A handbook**. Cambridge Univ. Press, London, 230 p.
- Cancela da Fonseca, L., Costa, A. M., Bernardo, J. M & Fonseca, R. 1987. Lagoa de Santo André (SW Portugal): Phytopigments as sedimentary tracers. **Limnetica**, 3: 299-306.
- Cancela da Fonseca, L., Duarte, P. & Pombo Gaspar, F. 2001. Trophic group patterns of macrobenthos in brackish coastal systems. **Boletim do Museu Municipal do Funchal**, Sup.nº6, 139-165.
- Cancela da Fonseca, L., Pereira, P., Gaspar, M. B., Moura, A., Carvalho, S., Leitão, F., Drago, T. & Falcão, M. 2006. Macrozoobentos e ambiente sedimentar da Lagoa de Óbidos (Costa Oeste de Portugal): um estudo de referência. **Actas do 1º Seminário sobre Sistemas Lagunares Costeiros**. Instituto da Conservação da Natureza/Cezh, Lisboa: 24-42.
- Clarke, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. **Australian Journal of Ecology** 18:117-143
- Clarke, K. R. & Ainsworth, M. 1993. A method of linking multivariate community structure to environmental variables. **Marine Ecology Progress Series**, 92: 205-219.
- Clarke, K. R. & Warwick, R. M. 1994. **Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation**. Natural Environment Research Council, UK, 144 p.
- Fauchald K. & Jumars, P. 1979. The diet of worms: a study of the polychaete feeding guilds. **Oceanography and Marine Biology: An**

- Annual Review**, 17: 193-284.
- Gambi, M. C., Castelli, A. & Guizzardi, M. 1997. Polychaete populations of the shallow soft bottoms of Terra Nova Bay (Ross Sea, Antarctica): Distribution, diversity and biomass. **Polar Biology**, 17: 199-210.
- Gaston, G. R., Brown, S. S., Rakocinski, C. F., Heard, R. W. & Summers, J. K. 1995. Trophic structure of macrobenthic communities in northern gulf of Mexico estuaries. **Gulf Research Reports**, 9: 111-116.
- Glémarec, M. 1969. Les peuplements benthiques du plateau continental Nord-Gascogne. **Thèse de Doctorat d'État es Sciences Naturelles**. Faculté des Sciences de Brest. 167 p.
- Gray, J. S. 1974. Animal-sediment relationships. **Oceanography and Marine Biology: An Annual Review**, 12, 223-261.
- Gray, J. S. 1997. Marine biodiversity: patterns, threats and conservation needs. **Biodiversity and Conservation**, 6: 153-175.
- Josefson, B. 1986. Temporal heterogeneity in deep-water soft-sediment – an attempt to reveal temporal structure. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 23: 147-169.
- Krebs, C. J., 1994. **Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance** (4th ed.). Harper Collins College Publishers, 801 p.
- Krebs, C. J., 1989. **Ecological Methodology**. Harper Collins Publishers, New York, 654 p.
- Legendre, L. & Legendre, P. 1984. **Écologie Numérique. I. – Le traitement multiple des données écologiques. II – La structure des données écologiques.** (2^{ème} ed.). Masson Ed. Paris. 260 p; 335 p.
- Lorenzen, C. J. 1967. Determination of Chlorophyll and Phaeo pigments: spectrophotometric equations. **Limnology & Oceanography**, 12: 343-346.
- Magurran, A. E. 1988. **Ecological diversity and its measurement**. Chapman and Hall. Princeton University Press, USA, 179 p.
- Margalef, R. 1991. **Ecologia** (7^a ed.) Ediciones Omega. Barcelona, 951 p.
- Massé, H. 1972. Contribution à l'étude de la macrofaune des peuplements des sables fins infralittoraux des côtes de Provence. Discussion, comparaison et interprétation des données quantitatives. **Téthys**, 4(2): 397-422.
- Moita, I. 1986. **Plataforma continental – Carta dos sedimentos superficiais: Notícia explicativa da Folha SED 7 e 8, Cabo de S. Vicente ao Rio Guadiana**. Publ. Instituto Hidrográfico, Lisboa, 18 p.
- Monteiro Marques, V. 1987. A Plataforma Continental do Algarve: Definição qualitativa das biocenoses de substrato móvel. **Documentos Técnicos do Instituto Hidrográfico**, 31: 1-204.
- Moss, B. 1967. A spectrophotometric method for the estimation of percentage degradation of chlorophylls to pheopigments in extracts of algae. **Limnology & Oceanography**, 12: 335-340.
- Orth, R. J. 1977. The importance of sediment stability in seagrass communities. Pp. 281-300 *In*: Coull, B.C. (Ed.) **Ecology of Marine Benthos**. University of South Carolina Press, 467 p.
- Pagola-Carte, S., Urkiaga-Alberdi, J., Bustamante, M. & Saiz-Salinas, J. I. 2002. Concordance degrees in macrozoobenthic monitoring programmes using different sampling methods and taxonomic resolution levels. **Marine Pollution Bulletin**, 44: 63-70.
- Parsons, T. R., Takahashi, M. & Hargrave, B. 1984. **Biological Oceanographic Processes** (3th ed.). Pergamon Press, GB, 330 p.
- Pearson TH, Rosenberg R (1978) Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. **Oceanography and Marine Biology: An Annual Review**, 16: 229-311.
- Pérès, J. M. 1976. **Précis d'océanographie biologique**. Presses Universitaires de France, Paris, 246 p.
- Pérès, J. M. & Picard, J. 1964. Nouveau Manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. **Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume**, 31: 5-137.
- Pielou, E. C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. **Journal of Theoretical Biology**, 13: 131-144.
- Plante-Cuny, M. R. 1974. Évaluation par spectrophotométrie des teneurs en chlorophylle "a" fonctionnelle et en phéopigments des substrats meubles marins. **Documents Scientifiques de la Mission. O.R.S.T.O.M. Nosy-Bé**, 45: 1-76.
- Plante-Cuny, M. R., 1978. Pigments photosynthétiques et production primaire des fonds meubles néritiques d'une région tropicale (Nosy-Bé, Madagascar). **Journal de Recherche Oceanographique**, 3: 1-14.
- Rohlf, F. J. 1998. **NTSYS-pc: Numerical taxonomy and multivariate analysis system. Program manual**. Exeter Software.

- New York.
- Saldanha, L., 1974. Estudo do povoamento dos horizontes superiores da rocha litoral da costa da Arrábida (Portugal). **Arquivos do Museu Bocage**, 5(2): 1-382.
- Santos, S. L. & Simon, J. L. 1980. Marine soft-bottom community establishment following annual defaunation: larval or adult recruitment? **Marine Ecology Progress Series**, 2: 235-241
- Snelgrove, P. V. R. & Butman, C. A. 1994. Animal-sediment relationships revisited: cause versus effect. **Oceanography and Marine Biology: An Annual Review**, 32: 111-117.
- Sousa Reis, C., Guerreiro, J., Monteiro, A., Castro, J., Duarte, P., Raimundo, L. & Santos, A. 1985. Contribuição para o estudo da Bionomia Bentónica da “Ria” Formosa (zona da Ilha de Tavira) - I. Dados preliminares. **Text et Res. Sémin. “Systèmes Lagunaires - Ria Formosa”**. Institut Franco-Portugais. Lisboa.
- Sprung, M. 1994. Macrobenthic secondary production in the intertidal zone of Ria Formosa – a lagoon in southern Portugal. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 38: 539-558.
- Tenore, K. R., Zajac, R. N., Terwin, J., Andrade, F., Blanton, J., Boynton, W., Carey, D., Diaz, R., Holland, A. F., Lopez-Jamar, E., Montagna, P., Nichols, F., Rosenberg, R., Queiroga, H., Sprung, M. & Whitlatch, R. B. 2006. Characterizing the role benthos plays in large coastal seas and estuaries: a modular approach. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 330: 392-402
- Underwood, A. J. 1997. **Experiments in Ecology: Their Logical Design and Interpretation Using Analysis of Variance**. Cambridge University Press, Cambridge. 504p.
- Vasconcelos, M. S. 2002. **A Condição Humana e os Oceanos. Breviário de Meditação**. IPIMAR, Lisboa, 370 p.
- Warwick, R. M. 1993. Environmental impact studies on marine communities: pragmatical considerations. **Australian Journal of Ecology**, 18: 63-80.
- Zar, J. H. 1984. **Biostatistical analysis** (2nd edn.) Prentice-Hall International, New Jersey, 718 p.
- Zuur, A., 2003. **Brodgar v. 2.06**. Highland Statistics, Ltd. Aberdeen. Uk.

Received July 2007

Accepted July 2008

Published online August 2008