

# Caracterização das Comunidades Subtidais de Macroinvertebrados Bentônicos de Substrato Rochoso da Ilha de São Vicente, Cabo Verde

Tiago A. Peixoto<sup>1</sup>, Sandra Correia<sup>2</sup>, Carlos A. Assis<sup>1</sup>

**Abstract:** The Cape Verde Archipelago location and its biogeographical features are of special interest for Marine Ecology. However, there's a lack of knowledge regarding the composition of the coastal ecosystems in this region, especially about benthic macroinvertebrates subtidal communities. Between August and October of 2007, eight locations around the island of São Vicente were sampled. Within each of those spots, fragments of substratum were collected and throughout the processing of the collected data, a total of 4032 individuals were counted, which belong to 81 different species. Shannon's Entropy and Gini-Simpson's diversity index were calculated, as the real number of species each one represented. By comparing the results, differences between sampling stations and between indices within the same sampling station were found. With the purpose of clustering the sampled locations according to the number of collected organisms by species, a dendrogram was elaborated and a principal component analysis was carried out. The considered sampling stations didn't reveal significant differences according to the composition of their benthic macroinvertebrates subtidal communities in terms of great taxonomic groups or functional groups. It's assumed that they differ only by minute traits.

**Keywords:** subtidal communities; benthic macroinvertebrates; SCUBA; diversity indices; Cape Verde; Sao Vicente

## Introdução

A presente contribuição foi desenvolvida na ilha de São Vicente, Cabo Verde, onde, salvo raros estudos publicados (e.g. Moses *et al.* 2003) e alguns trabalhos de alunos locais, o conhecimento acerca das comunidades de macroinvertebrados subtidais é incipiente. Assim, pretende-se incrementar o conhecimento acerca da composição e características destas comunidades, bem como levar a cabo o mapeamento da biodiversidade que encerram. Para isso serão elaboradas listas faunísticas até ao nível taxonómico mais baixo possível, serão estimados alguns parâmetros ecológicos como riqueza específica, abundância e diversidade, os quais integrar-se-ão juntamente com dados ambientais em análises uni e multivariadas.

## Metodologia

O presente estudo foi realizado na Ilha de São Vicente, entre Agosto e Outubro de 2007. Durante esse período foram

prospectadas 8 estações em redor da ilha: Baía (B), Salamansa (SM), Calhau (C), Saragarça (SG), Calheta (CLT), São Pedro (SP), Praia da Galé (PG) e Láginha (LG) (figura 1). As estações foram assim definidas de modo a cobrir de forma aproximadamente uniforme o perímetro da ilha e tendo em conta várias situações no que se refere aos diferentes tipos de impactos verificados.



**Figura 1** – Distribuição das estações de amostragem em redor da ilha de São Vicente, Cabo Verde.

Em cada uma delas delinear-se-ão 3 transeptos perpendiculares à costa (aos quais se atribuiu a designação de T1, T2 e T3 em cada local), com 20 metros cada

um e a uma profundidade entre 2 e 7 metros. De 2 em 2 metros, ao longo de cada transepto, usaram-se *quadrats* de 25 cm x 25 cm para efectuar a recolha integral da fauna associada ao substrato rochoso, que foram acomodados em sacos de plástico previamente etiquetados. Os procedimentos descritos foram levados a cabo por dois investigadores, com recurso à técnica de mergulho com escafandro autónomo. Complementarmente, procedeu-se ainda à caracterização de cada local através da avaliação empírica do grau de impacto, declive, influência da areia e exposição ao hidrodinamismo.

Os sacos contendo as amostras foram transportados para os laboratórios do Instituto Nacional de Desenvolvimento das Pescas (INDP), onde foram mantidos em água do mar durante uma noite, permitindo que os organismos crípticos fossem amostrados sem incorrer no risco da sua destruição parcial ou total. No dia seguinte procedeu-se a um exame mais cuidadoso dos pedaços de substrato recolhidos usando pinça, agulha e escova, numa tentativa de retirar todos os organismos que ainda se encontrassem associados à rocha. Após a passagem das amostras por um sistema de três crivos com malhagens de 1 mm, 0,5 mm e 63 µm, respectivamente, estas foram colocadas numa solução de formol salino a 5%, durante 5 dias em frascos devidamente identificados. Findo esse período procedeu-se à sua lavagem em água e transferência para álcool a 70%. A identificação dos exemplares foi maioritariamente feita à lupa (Nikon SMZ/1000) e a olho nu. Com recurso a guias faunísticos e chaves dicotómicas tentou-se chegar ao nível taxonómico mais baixo possível. Procedeu-se ainda à contagem de todos os indivíduos amostrados.

Com o intuito de caracterizar as comunidades de macroinvertebrados bentónicos subtidais de substrato rochoso foi elaborada uma matriz com o número de indivíduos contados por cada local e por grupo taxonómico. Com base nessa lista, calcularam-se a Entropia de Shannon ( $H'$  - figura 2), o Índice de Diversidade de Gini-Simpson (1-D - figura 3) e o Índice de Equitabilidade de Pielou ( $J'$  - figura 4). De seguida, segundo o proposto por Jost (2006), converteu-se o valor de cada índice de diversidade no número de espécies que representam, de acordo com os respectivos factores de conversão (figuras 2 e 3), visando a comparação dos resultados dos índices.

Os vários locais amostrados foram comparados em termos da quantidade de indivíduos e do número de espécies presentes em cada um. Adicionalmente, os dados empíricos provenientes da caracterização de cada local foram introduzidos numa matriz “característica vs. local”.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i ; e^H$$

**Formula 1:** Entropia de Shannon e respectivo facto de conversão para diversidade real.

$$1 - D = 1 - \frac{\sum_{i=1}^S n_i (n_i - 1)}{N(N - 1)} ; \frac{1}{1 - D}$$

**Formula 2:** Índice de Diversidade de Gini-Simpson e respectivo factor de conversão para diversidade real.

$$J' = \frac{H'}{H_{max}} , \text{ onde } H_{max} = \ln S$$

**Formula 3:** Índice de Equitabilidade de

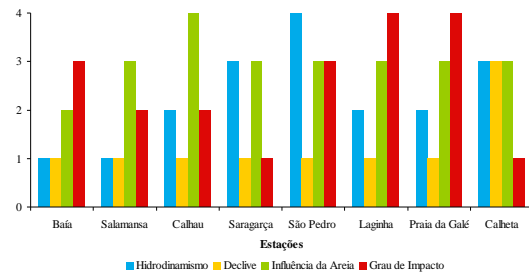
Pielou.

Através de análises de agrupamento, usando distâncias euclidianas e UPGMA, foram construídos dendrogramas que traduzem o agrupamento das várias estações de amostragem em função das suas semelhanças no que se refere à fauna e às características ambientais (na construção deste último dendrograma foi necessário recorrer a uma árvore de consenso). Além disso, foi realizada uma análise de componentes principais (PCA) a fim de evidenciar a relação entre as estações de amostragem em função da abundância de cada uma das espécies recolhidas.

Os dados foram tratados no programa Microsoft Excel (Microsoft) e as análises de classificação e ordenação foram realizadas com recurso ao programa NTSYS-PC v2.0.2h (Rohlf, 1998).

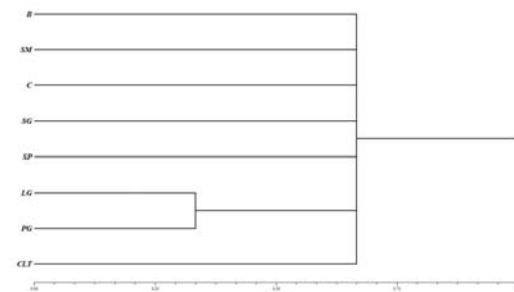
## Resultados

Com excepção da Calheta, que possui um declive acentuado, todas as estações possuem um declive baixo (figura 5). No que concerne ao hidrodinamismo, destacam-se São Pedro, Saragarça e Calheta como as estações mais expostas à acção das ondas. Calhau é o local em que a influência da areia é muito acentuada, em contraposição com Baía onde essa influência é mais reduzida. Em termos do grau de impacto, Laginha e Praia da Galé são as mais afectadas, ao passo que Saragarça e Calheta são consideradas neste estudo como encontrando-se num estado quase selvagem.



**Figura 5** – Comparação de estações relativamente às características ambientais (1: Baixo; 2: Razoável; 3: Acentuado; 4: Muito Acentuado).

O dendrograma de consenso produzido a partir dos dados empíricos ambientais (figura 6) indica somente que Laginha (LG) e Praia da Galé (PG) se assemelham mais que qualquer uma das outras estações levadas em conta na análise



**Figura 6** – Dendrograma de consenso resultante do agrupamento das estações de acordo com as características ambientais, usando distância euclidiana e UPGMA (Coeficiente de Correlação Cofenética = 0,57).

A partir da recolha de amostras de substrato, identificou-se um total de 4032 indivíduos, pertencentes a 81 espécies, 10 classes e 5 filos diferentes (tabela I). A maioria dos indivíduos pertence ao filo Arthropoda (69,0%) e à classe Crustacea (68,6%) (figuras 7.1 e 7.2).

**Tabela I** – Número de indivíduos apturados, por grupo taxonómico e por estação (B: Baía; SM: Salamansa; C: Calhau; SG: Saragarça; SP: São Pedro; LG: Laginha; PG: Praia da Galé; CLT: Calheta; n.i.: indivíduo não identificado)

	Código	B	SM	C	SG	SP	LG	PG	CLT
Filo SIPUNCLA									
Classe Phascolosomatidea									
Ordem Phascolosomatida									
Família Phascolosomatidae									
<i>Phascolosoma granulatum</i> Leuckart, 1828	Pgra	18	8	0	2	0	4	0	1
Ordem Aspidosiphona									
Família Asipodiphonidae									
<i>Aspidosiphon muelleri</i> <i>Diesing, 1851</i>	Amue	5	7	0	6	21	21	10	14
Filo ANELLIDA									
Classe Polichaeta									
Polichaeta A	PoliA	51	75	10	2	1	9	6	3
Polichaeta B	PoliB	14	2	0	0	0	0	0	0
Polichaeta C	PoliC	3	7	0	0	0	0	0	2
Polichaeta D	PoliD	1	2	8	5	2	7	2	16
Polichaeta E	PoliE	0	1	0	0	0	0	0	0

	Código	B	SM	C	SG	SP	LG	PG	CLT
Polichaeta F	PoliF	1	0	0	0	0	0	0	0
Polichaeta G	PoliG	2	0	0	0	0	0	0	0
Polichaeta H	PoliH	1	2	0	0	0	0	0	0
Polichaeta I	PoliI	0	0	0	0	9	0	0	0
Ordem Eunicida									
Família Eunicidae									
Eunicidae n.i.	Euni	0	2	0	0	0	1	1	3

Classe Malacostraca										
Ordem Amphipoda										
Amphipoda n.i.	Amph	87	51	294	124	98	44	6	148	
Família Parianbidae										
<i>Parianbus typicus</i> (Kroyer, 1844)	Ptyp	2	1	0	2	0	0	0	1	
Ordem Decapoda										

Família Alpheidae									
<i>Alpheus macrocheles</i> (Hailstone, 1835)	Amac	6	4	18	2	0	0	0	5
<i>Athanas nitescens</i> (Leach, 1814)	Anit	1	0	0	0	0	0	0	0
Família Grapsidae									
<i>Pachygrapsus</i> sp.	Pachy	0	0	0	0	1	0	0	0
Família Majidae									
<i>Maja capensis</i> Ortmann, 1894	Mcap	17	18	35	32	16	4	2	23
Família Diogenidae									
<i>Clibanarius erythropus</i> (Latreille, 1818)	Cery	28	11	1	33	4	20	4	1
Família Palaemonidae									
<i>Typton spongicola</i> (Costa, 1844)	Tspo	1	6	0	0	0	0	0	0
Família Upogebiidae									
<i>Upogebia stellata</i> (Montagu, 1808)	Uste	2	0	3	0	0	3	2	0
Família Xanthidae									
<i>Monodaeus couchi</i> (Couch, 1851)	Mcou	5	4	2	8	3	3	0	5
<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1761)	Phir	1	0	4	15	1	3	0	6
Família n.i.									
Decapoda n.i. 1	Dec1	0	0	0	0	1	0	0	0
Família n.i.									
Decapoda n.i. 2	Dec2	0	0	0	0	0	0	0	1

<i>Janira maculosa</i> Leach, 1814	Jmac	24	2	5	2	3	0	0	0
<i>Microjaera anisopoda</i> Bocquet & Levi, 1955	Mani	1	0	0	0	0	0	0	0
Família Sphaeromatidae									
<i>Sphaeroma</i> sp.	Spha	0	0	10	6	54	0	0	3
Ordem Stomatopoda									
Stomatopoda n.i.	Stom	3	1	1	0	0	0	1	2
Ordem Tanaidacea									
Família Apseudidae									
<i>Apseudes talpa</i> (Montagu, 1808)	Atal	181	126	69	37	6	20	79	45
Família Paratanaidae									
<i>Leptochelia savignyi</i> (Kroyer, 1842)	Lsav	26	40	20	17	11	5	2	19
Família Tanaidae									
<i>Tanais dulongii</i> (Audouin, 1826)	Tdul	101	84	83	90	45	24	0	0
Classe Maxillopoda									
Ordem Thoracica									
Família Balanidae									
Balanidae n.i.	Baln	0	0	0	0	5	0	0	7
Classe Pycnogonida									
Pycnogonida n.i.	Pycn	1	1	0	0	0	0	0	3
Filo MOLLUSCA									
Classe Bivalvia									
Bivalve n.i. A	Biv1	5	5	3	42	10	4	3	5
Bivalve n.i.B	Biv2	2	6	4	38	0	3	1	6
Ordem Arcoida									
Família Arcidae									
<i>Arca afra</i> Gmelin, 1790	Aafr	0	1	2	5	3	0	2	5
<i>Arca tetragona</i> Poli, 1795	Atet	0	0	0	2	1	0	0	4
<b>Tabela I</b> – Número de indivíduos capturados, por grupo taxonómico e por estação (B: Baía; SM: Salamansa; C: Calhau; SG: Saragarça; SP: São Pedro; LG: Láginha; PG: Praia da Galé; CLT: Calheta; n.i.: indivíduo não identificado) (cont.)									
	Código	B	SM	C	SG	SP	LG	PG	CLT
Ordem Mytiloida									
Família Mytilidae									

<i>Modiolus verdensis</i> Cosel, 1995	Mver	0	2	0	2	6	4	0	11
Família Isognomonidae									
<i>Isognomon</i> sp.	Isog	0	3	0	1	0	0	0	2
Ordem Ostreoida									
Família Pectinidae									
<i>Chlamys multistriata</i> (Poli, 1795)	Cmul	0	0	0	0	1	0	0	0
Ordem Veneroida									
Família Lucinidae									
<i>Ctena decussata</i> (Costa O. G., 1829)	Cdec	3	3	0	1	0	0	1	3
Classe Gastropoda									
Ordem Archaeogastropoda									
Família Fissurellidae									
<i>Fissurella nubecula</i> (Linnaeus, 1758)	Fnub	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Fissurella</i> sp.	Fiss	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Diodora</i> sp.	Diod	1	2	6	5	7	0	0	11
Família Trochidae									
<i>Calliostoma</i> sp.	Call	0	44	23	38	5	1	43	2
<i>Gibbula senegalensis</i> Menke, 1853	Gsen	0	0	0	0	1	0	0	0
Família Acmaeidae									
<i>Tectura virginea</i> (O. F. Mueller, 1776)	Tvir	0	3	0	24	0	0	3	1
Ordem Cephalaspidea									
Família Retusidae									
<i>Retusa obtusa</i> (Montagu, 1803)	Robt	0	1	0	0	0	0	0	0
Ordem Mesogastropoda									
Família Triphoridae									
<i>Monophorus perversus</i> (Linné, 1758)	Mper	0	2	1	4	0	0	0	2
Família Calyptraeidae									
<i>Crepidula porcellana</i> Linnaeus, 1758	Cpor	0	0	0	0	0	0	0	1
Família Cerithiidae									
<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa, 1778)	Bret	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cerithium atratum</i> (Borm, 1778)	Catr	0	0	4	11	0	0	1	1
Família Epitoniidae									

Epitoniidae n.i.	Epit	2	20	23	32	0	0	0	9
------------------	------	---	----	----	----	---	---	---	---

**Tabela I** – Número de indivíduos capturados, por grupo taxonómico e por estação (B: Baía; SM: Salamansa; C: Calhau; SG: Saragarça; SP: São Pedro; LG: Laginha; PG: Praia da Galé; CLT: Calheta; n.i.: indivíduo não identificado) (cont.)

	Código	B	SM	C	SG	SP	LG	PG	CLT
Família Littorinidae									
<i>Littorina</i> sp.	Litt	0	0	5	0	1	0	0	0
Família Rissoidae									
<i>Alvania</i> sp.	Alvn	4	38	4	2	2	0	0	0
<i>Rissoa</i> sp.	Riss	2	13	3	9	5	1	0	10
Rissoidae n.i.	Riss1	0	0	0	0	0	0	9	0
Família Turritellidae									
<i>Turritella</i> sp.	Turr	0	0	1	0	3	1	0	2
Família Triviidae									
<i>Erato voluta</i> (Montagu, 1803)	Evol	1	0	0	0	0	0	0	0
Ordem Neogastropoda									
Família Bucinidae									
<i>Eutria</i> sp.	Eutr	1	3	2	1	1	2	1	0
Família Columbellidae									
<i>Columbella</i> sp.	Colu	0	2	1	4	0	1	2	1
Família Conidae									
<i>Conus</i> sp.	Conu	0	0	0	0	2	0	0	0
Família Coralliophilidae									
<i>Coralliophila babelis</i> (Requien, 1848)	Cbab	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Coralliophila meyendorffii</i> (Calcara, 1845)	Cmey	1	1	0	1	0	0	0	0
Família Fascicolariidae									
Fascicolariidae n.i. 1	Fasc1	0	1	5	6	0	3	4	1
Fascicolariidae n.i. 2	Fasc2	0	0	2	4	0	2	0	1
<i>Latirus triserialis</i> Lamarck, 1822	Ltri	1	0	0	0	1	0	0	0
Família Harpidae									
<i>Harpa doris</i> Roding, Hdor		0	0	0	1	0	0	0	0



## Família Cysticidae

<i>Gibberula miliaria</i> (Linné, 1758)	Gmil	0	0	0	0	1	0	2	5
---	------	---	---	---	---	---	---	---	---

## Família Marginellidae

<i>Marginella corallina</i> (Bavay, 1910)	Mcor	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Marginella</i> sp.	Marg	0	1	1	2	0	1	0	2
<i>Persicula</i> sp.	Pers	0	0	1	0	0	0	0	0

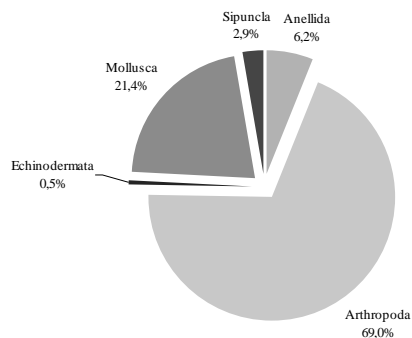
## Ordem Heterostropha

## Família Pyramidellidae

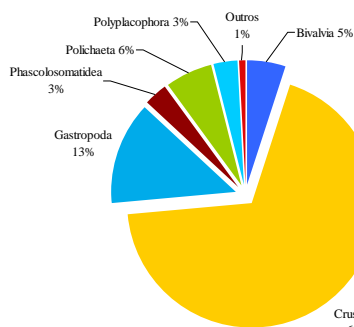
<i>Pyramidella dolabrata</i> (Linnaeus, 1758)	Pdol	0	1	0	0	0	0	0	0
---	------	---	---	---	---	---	---	---	---

**Tabela I** – Número de indivíduos capturados, por grupo taxonómico e por estação (B: Baía; SM: Salamansa; C: Calhau; SG: Saragaça; SP: São Pedro; LG: Laginha; PG: Praia da Galé; CLT: Calheta; n.i.: indivíduo não identificado) (cont.)

	Código	B	SM	C	SG	SP	LG	PG	CLT
Ordem <i>n.i.</i>									
Gastropode n.i.	Gast	0	0	0	0	1	0	0	0
Classe Polyplacophora									
Ordem Neoloricata									
Quítones	Quit	19	27	25	24	13	3	3	8
Filo ECHINODERMATA									
Classe Echinoidea									
Ordem Diadematoida									
Família Toxopneumastidae									
<i>Sphaerechinus granularis</i> (de Lamarck, 1816)	Sgra	0	0	0	0	3	0	0	0
Classe Ophiuroidea									
Ordem Ophiurida									
Ophiurida n.i.	Ophi	3	0	1	2	0	0	0	10



**Figura 7.1** – Importância relativa de cada filo (%), em função do número de indivíduos capturados.

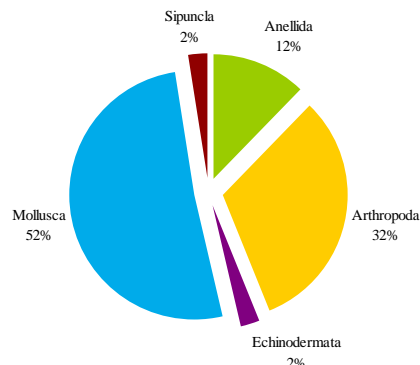


**Figura 7.2** – Importância relativa de cada classe (%), em função do número de indivíduos capturados. ('Outros' engloba as Classes Echinoidea, Maxillopoda, Ophiuroidea e Pycnogonida).

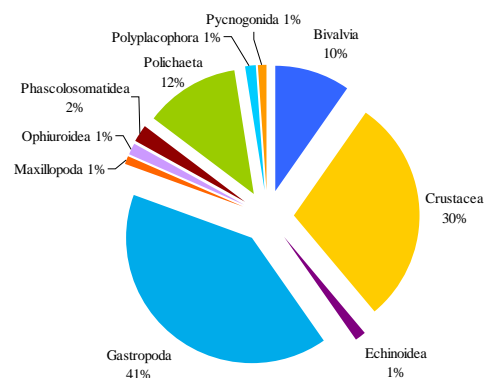
No final da contagem e identificação dos indivíduos capturados verificou-se que existem grupos presentes em todas as estações. Estes são: duas espécies de poliqueta, PoliquetaA e PoliquetaB; os organismos registados como Amphipoda n.i.; *Maja capensis*; *Clibanarius erythropus*; *Apseudes talpa*; *Leptochelia savignyi*; Quítones e uma espécie de bivalve (Bivalve n.i. 1). Por outro lado, a grande maioria dos indivíduos identificados registados só para uma estação pertence ao filo Mollusca.

Considerando a diversidade específica, Mollusca é o filo mais representado (52%), seguido do filo Arthropoda

(32%). Gastropoda é a classe que encerra o maior número de espécies (41%), seguida de Crustacea (30%) (figuras 8.1 e 8.2).



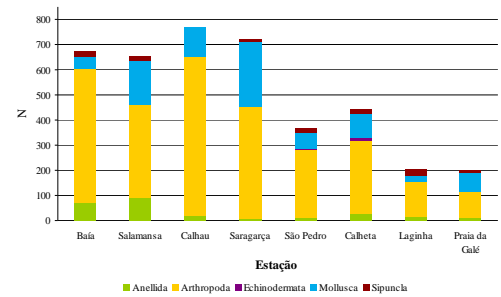
**Figura 8.1** – Importância relativa de cada filo (%), em função do número de espécies capturadas.



**Figura 8.2** – Importância relativa de cada classe (%), em função do número de espécies capturadas.

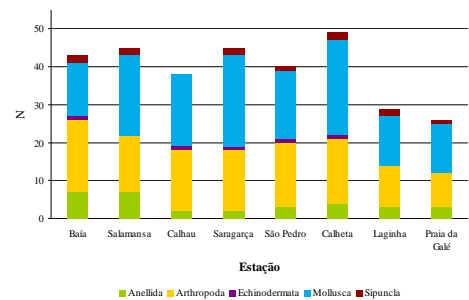
Comparando-se as 8 estações em relação à quantidade de indivíduos contados, Calhau e Saragarça são as que aparecem em primeiro lugar, sendo Laginha e Praia da Galé as menos abundantes (figura 9). Artrópodes, moluscos e anelídeos estão presentes em todas as estações, sendo os artrópodes os mais abundantes em todas elas (entre 50% e 82%), especialmente em Calhau onde

são responsáveis por cerca de 82% da fauna amostrada.



**Figura 9** – Número de indivíduos capturados e identificados por estação e por Filo (N – Número de indivíduos).

No que toca à riqueza específica por estação (figura 10), Calheta, Salamansa e Saragarça são as que apresentam maior número de espécies, enquanto mais uma vez Laginha e Praia da Galé surgem em último lugar. O filo Mollusca é o mais representado, assumindo entre 30 e 50% do número de espécies em cada local.



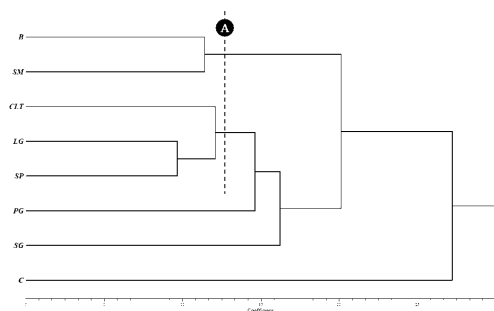
**Tabela II** – Valores dos índices de diversidade utilizados. (N: Número de indivíduos; S: Riqueza Específica; H': Entropia de Shannon; 1-D: Índice de Gini-Simpson; J': Índice de Equitabilidade de Pielou).

	N	S	H'	1 - D	J'	$e^{H'}$ (X)	1/(1-D) (Y)	X - Y
<b>Baía</b>	673	43	2.58	0.87	0.69	13.20	7.93	5,27
<b>Salamansa</b>	654	45	2.84	0.91	0.75	17.17	11.27	5.90
<b>Calhau</b>	769	38	2.40	0.82	0.66	11.08	5.60	5.48
<b>Saragarça</b>	722	45	3.04	0.93	0.83	20.87	14.11	6.76
<b>São Pedro</b>	371	40	2.75	0.88	0.75	15.70	8.60	7.10
<b>Laginha</b>	204	29	2.73	0.91	0.81	15.35	10.65	4.71
<b>Praia da Galé</b>	201	26	2.21	0.79	0.68	9.11	4.84	4.27
<b>Calheta</b>	440	49	2.85	0.86	0.73	17.30	7.37	9.93

**Figura 10** – Número de espécies identificadas por estação e por filo (N – Número de indivíduos).

Na tabela II encontram-se os valores dos índices de diversidade analisados relativos a cada local e o número real de espécies que o valor de cada índice representa (X e Y). Para a Entropia de Shannon ( $H'$ ) destacam-se Salamansa, Saragarça e Calheta com os valores mais elevados e Praia da Galé e Calhau com os valores mais baixos. As estações que apresentaram valores mais elevados para o Índice de Equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) foram Saragarça e Laginha, enquanto os menores valores se verificaram em Praia da Galé, Calhau e Baía. No que concerne ao Índice de Diversidade de Gini-Simpson (1-D), os valores mais elevados referem-se às estações de Saragarça, Salamansa e Laginha e os mais baixos às estações de Praia da Galé e Calhau. No que toca à comparação do número real de espécies que cada valor do respectivo índice representa (X – Y), verificam-se as maiores diferenças para as estações de São Pedro e Calheta.

Examinando o dendrograma que agrupa as estações prospectadas de acordo com os organismos amostrados (figura 11), verifica-se que, no geral, as estações estão bastante próximas entre si, com excepção de Calhau (C). Abaixo da linha de corte A podemos distinguir dois grupos, um deles composto por Baía (B) e Salamansa (SM) e outro por Calheta (CLT), Laginha (LG) e São Pedro (SP).



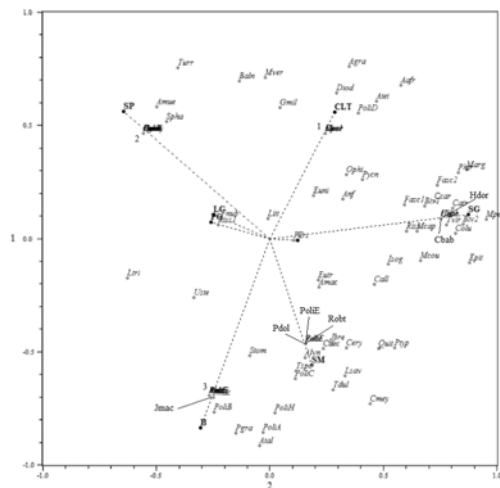
**Figura 11** – Dendrograma resultante do agrupamento das estações de acordo com a fauna presente usando distâncias euclidianas e UPGMA (Coeficiente de Correlação Cofenética = 0,88).

Da Análise de Componentes Principais (PCA) efectuada com recurso ao número de indivíduos de cada grupo identificado, capturados em cada uma das estações prospectadas seleccionaram-se os três primeiros componentes. São aqueles que explicam maior quantidade de variância na análise com 23.81%, 21.94% e 16.29%, respectivamente, totalizando 62.03% da variância total. Por uma questão de simplificação, considerar-se-ão apenas os dois primeiros componentes (figura 12) (1º componente representado nas ordenadas e 2º nas abcissas). A forma como as estações se apresentam distribuídas pelo espaço é indicadora da existência de um grande afastamento entre a maior parte delas no que se refere à composição específica e

justifica a proximidade entre a porção da variância total explicada pelas principais componentes. Do conjunto de estações analisadas, Calhau (C) é aquela que se encontra mais próxima da origem, muito provavelmente por ser influenciada igualmente pelos dois componentes em causa. Por outro lado, Calheta (CLT) encontra-se fortemente influenciada de forma positiva por ambos os componentes, o que é comprovado pela sua posição no segundo quadrante do gráfico bidimensional. São Pedro (SP) também sofre uma influência forte de ambos os primeiros componentes, embora difira de Calheta por estar negativamente relacionado com o segundo componente, encontrando-se por isso no primeiro quadrante. O facto de Salamansa (SM) se encontrar próximo do eixo das ordenadas revela que a sua posição se deve principalmente à acção do primeiro componente. Calheta é influenciada positivamente ao contrário de Salamansa em que essa influência é negativa. No que diz respeito a Saragarça (SG), Praia da Galé (PG) e Laginha (LG) observa-se uma situação análoga à anterior, diferindo apenas no eixo que influencia a distribuição. Neste último caso, as estações sofrem maioritariamente a acção do segundo componente, com Saragarça a ser muito influenciada positivamente e Praia da Galé e Laginha a sofrerem influência negativa por parte deste componente.

Atendendo aos pontos que representam as espécies capturadas, na figura 12 é possível observar que a maioria se encontra positivamente relacionada com o segundo eixo e que se verificam várias sobreposições junto das estações, muito próximo dos seus vectores (1, 2, 3, *Pdol*, *PoliE*, *Robt*, *Hdor*, *Cbab*, *Fnub*, *Rissl* e *Pers* na figura 12). Estes casos

compreendem as espécies que são exclusivas da estação de que se encontram mais próximo. É ainda possível ainda constatar uma maior aglomeração de espécies em torno das estações Calheta (CLT), Saragarça (SG) e Salamansa (SM). Esses grupos são constituídos por: *Fasc1*, *Biv1*, *Fasc2*, *Marg*, *Hdor*, *Cbab*, *Catr*, *Mper*, *Epit*, *Colu*, *Tvir*, *Biv2*, *Ccar* e *Phir* para Saragarça (SG); *PoliC*, *PoliE*, *Pdol*, *Robt*, *Tspo*, *Alv*, *Lsav* para Salamansa (SM) e *PoliD*, *Gmil*, *Diod*, *Atet*, *Fiss*, *Cpor*, *Mcor*, *Dec2* para Calheta (CLT). Relativamente a esta última estação é ainda possível verificar que a sua posição é bastante influenciada pela presença de *Baln* e de *Mver*.



**Figura 12** – Análise de Componentes Principais evidenciando a distribuição das estações de acordo com o número de indivíduos capturados e segundo apenas os dois primeiros componentes (B: Baía, SM: Salamansa, C: Calhau, SG: Saragarça, LG: Laginha, PG: Praia da Galé, CLT: Calheta. Código das espécies referido na Tabela I. 1: *Fiss*, *Cpor*, *Mcor*, *Dec2*; 2: *Dec1*, *Pachy*, *Gsen*, *Conu*, *Sgra*, *PoliI*; 3: *PoliF*, *Anit*, *Mani*, *Bret*, *Evol*, *PoliF*).

## Discussão

O substrato que encerra as comunidades subtidais de macroinvertebrados bentónicos nos vários locais prospectados em redor da ilha de São Vicente compõe-se essencialmente de areia e rocha vulcânica e encontra-se totalmente coberto por fragmentos dessa rocha, com dimensão variável. Durante os mergulhos para recolha de amostras, não se verificaram diferenças expressivas relativamente à cobertura do substrato entre os vários transeptos de cada estação, pelo que se pode assumir uma certa homogeneidade. Entre as várias estações também não se observaram diferenças evidentes neste aspecto. Os locais amostrados também não apresentaram diferenças substanciais em termos de temperatura da água, que rondava os 27° C. De entre os factores abióticos aferidos empiricamente, o grau de impacto foi considerado *a priori* como o principal responsável pela distinção entre estações. As estações de Baía, Salamansa, Calhau e São Pedro encontram-se junto a vilas cuja principal actividade é a pesca artesanal. Crê-se que o despejo de lixo indiferenciado e a presença humana nestes locais também possa influenciar a composição faunística dos pontos de amostragem, embora com diferentes graus de intensidade. Saragarça e Calheta são consideradas como estações onde a influência humana é quase nula, excepto alguma pesca ocasional, mas sem grande expressão. Contrariamente, Laginha e Praia da Galé têm-se como estações especialmente impactadas por se encontrarem nas imediações do maior aglomerado populacional da ilha (a cidade de Mindelo), pelas actividades portuárias e de navegação que se observaram (particularmente em Laginha) e pelos emissários de resíduos

(sobretudo em Praia da Galé) presentes nestes pontos de amostragem.

A figura 6 ilustra a árvore de consenso resultante do agrupamento das estações de acordo com as características ambientais. No entanto, apenas se distingue a associação de Laginha (LG) com Praia da Galé (PG), muito provavelmente pelo facto de ter sido identificado um elevado grau de impacto humano em ambas (figura 5). As restantes estações estão todas agrupadas ao mesmo nível uma vez que os dados usados nesta análise não são suficientemente robustos para permitir a sua divisão.

Relativamente às medidas de diversidade empregues neste estudo (tabela II), observam-se algumas discrepâncias. Para todas as estações o número de espécies real obtido através do Índice de Gini-Simpson (coluna Y) é menor que o obtido através da Entropia de Shannon (coluna X). O exposto acontece porque o Índice de Gini-Simpson atribui maior importância às espécies dominantes por usar a soma dos quadrados das frequências (figura 3), o que vai resultar num valor ainda mais reduzido nas frequências mais baixas. Assim, as espécies incomuns contribuem muito pouco para a soma total. Por seu lado, a Entropia de Shannon (figura 2) pesa as espécies apenas pela sua frequência e assim não favorece espécies dominantes nem espécies raras ou incomuns (Jost, 2006). Calheta, Saragarça e São Pedro são as estações onde a diferença entre os dois índices é mais notória (coluna X – Y da tabela II), provavelmente por serem as estações onde as espécies raras (com frequência abaixo de 5%) assumem uma maior preponderância na comunidade (51%, 43% e 41%, respectivamente).

Atentando aos valores atribuídos a Laginha e Praia da Galé, verifica-se que

são semelhantes para o número de indivíduos capturados (N) e riqueza específica (S). No entanto, o resultado dos índices testados é diferente, obtendo Laginha maiores valores quer para a Entropia de Shannon quer para o Índice de Gini-Simpson. Isto deve-se essencialmente ao maior desequilíbrio verificado na comunidade de Praia da Galé, o qual é constatado através do baixo valor de  $J'$  em relação a Laginha. Considerando as frequências de cada espécie, cerca de 61% da comunidade de Praia da Galé é composta por apenas duas espécies, enquanto em Laginha, para se atingir tal valor, são necessárias cinco espécies diferentes.

Através dos valores da tabela II, verifica-se que o Índice de Equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) está positivamente correlacionado com a Entropia de Shannon (Smith & Smith, 2001). Atentando aos valores de Saragarça e Salamansa, verifica-se que ambas as estações possuem valores idênticos para o número de espécies presentes. Contudo, Saragarça apresenta um valor mais elevado de  $J'$ , o que lhe confere um valor mais elevado para a Entropia de Shannon.

Da análise do gráfico que discrimina o número de indivíduos capturados por número e por filo (figura 9) destaca-se uma grande diferença na quantidade de artrópodes capturados em Calhau e nas restantes estações. Atentando na lista taxonómica (tabela I), os grupos de artrópodes que são responsáveis por essa discrepância são essencialmente Amphipoda n.i. e uma espécie de isópode: *Joeropsis brevicornis*. Isto pode ser explicado pelo facto de Calhau ser a estação sob maior influência da areia, habitat onde podemos encontrar maiores densidades destes indivíduos.

Uma observação mais cuidada do dendrograma produzido através dos

dados quantitativos provenientes da identificação e contagem dos organismos (figura 11) indica que, no geral, as estações são bastante próximas e que o agrupamento se deve provavelmente a semelhanças pontuais partilhadas entre determinadas estações. Verifica-se, no entanto, uma excepção para Calhau que se destaca das demais estações. O facto que se pensa ter maior peso neste caso consiste na inexistência de indivíduos pertencentes ao filo Sipuncula entre os organismos amostrados. Outros factores que se considera contribuírem para essa segregação consistem na grande abundância de anfípodes em relação às outras estações e na presença exclusiva de *Persicula* sp. A linha de corte A permite destacar dois agrupamentos distintos: um com Baía (B) e Salamansa (SM) e outro englobando Laginha (LG), Calheta (CLT) e São Pedro (SP). Crê-se que Baía e Salamansa se juntam nesta análise devido ao seguinte conjunto de ocorrências: são as únicas estações em que se regista a presença de *Poliqueta* e de *Typton spongicola*; ao contrário das outras estações, não foram encontrados exemplares de *Anthura gracilis*; ambas as estações apresentam a maior abundância de *Apseudes talpa* e de *Leptochelia savignyi*; e, salvo Calheta, também são as únicas onde se recolheram picnogonídeos. Presume-se que a reunião entre Laginha, Calheta e São Pedro se deve ao facto de serem as estações que apresentam maiores abundâncias de *Aspidosiphon muelleri*, de *Turritella* sp. e de *Modiolus verdensis*. Adicionalmente, São Pedro e Calheta são as únicas estações onde se encontraram indivíduos identificados como Balanidae. A presença destas duas últimas espécies pensa-se que esteja fortemente relacionada com o facto de

todos esses locais possuírem um elevado grau de exposição ao hidrodinamismo.

A figura 12 representa a distribuição das estações no espaço de acordo com o número de espécies registado. Mais uma vez, a falta de padrões claros na relação entre as estações, aponta para que estas encerram comunidades de composição semelhante e que apenas se distinguem por diferenças pontuais em termos de presença ou ausência de determinada(s) espécie(s) ou pela preponderância de cada uma no seio da comunidade. O anterior está em conformidade com o dendrograma produzido na figura 11, a partir do qual também se retirou a mesma conclusão. Com efeito, quer durante os mergulhos para colheita de amostras quer durante a triagem e identificação de indivíduos, não foram detectadas diferenças expressivas a nível de grandes grupos taxonómicos ou grupos funcionais. É possível destacar a separação, demarcada pelo eixo das ordenadas, das estações consideradas com maior grau de impacto (Baía, Praia da Galé, Laginha e São Pedro – figura 5) das restantes, avaliadas como tendo um grau “baixo” ou “razoável” (Salamansa, Calhau, Calheta e Saragarça – figura 5). Esta divisão também se coaduna com os valores obtidos para a Entropia de Shannon, sendo que as estações com menor grau de impacto apresentam os valores mais elevados, com excepção de Calhau. Esta excepção deve-se à grande dominância de Amphipoda n.i. na comunidade (cerca de 38%) provavelmente pelo facto de ser um local muito influenciado pela presença de areia (figura 5).

Ao examinar a figura 12 é ainda possível constatar a grande proximidade das estações Laginha (LG) e Praia da Galé (PG), em função dos dois componentes principais escolhidos. Isto indica que são de facto estações muito

semelhantes no que toca à composição das suas comunidades, quer pela presença de espécies (o facto de se encontrarem 20 espécies comuns às duas estações, significa que Laginha e Praia da Galé partilham, respectivamente, 69% e 77% das espécies) quer pela ausência comum de espécies encontradas noutros locais. Como referido no início da discussão, estas são estações onde se considerou existir o maior grau de impacto (figura 5), o que pode estar na base da afinidade entre a composição das comunidades subtidais de macroinvertebrados bentónicos destes locais.

Ao cruzar-se a informação da tabela I (número de indivíduos capturados por espécie e por local) com as espécies que se juntam em volta de determinadas estações, é possível obter um indício de quais as que exercem maior influência na distribuição de cada uma dessas estações quer pela sua exclusividade quer pela sua abundância relativa. Saragarça (SG) sofre a acção de várias espécies de moluscos, nomeadamente *Biv1*, *Catr*, *Tvir*, *Biv2*, *Hdor* e *Cbab*, sendo as duas últimas exclusivas deste local. Em termos de número de indivíduos (figura 9) é a estação com maior proporção de organismos pertencentes ao filo Mollusca, embora não seja o filo mais abundante dentro dessa mesma estação. No que respeita ao número de espécies encontradas (figura 10), constituem cerca de 53% das espécies dessa estação, proporção que é a mais elevada relativamente a todos os pontos amostrados. Salamansa (SM), além das suas espécies exclusivas (*Pdol*, *PoliE* e *Robt*) é também influenciada em maior grau por *Alvn*, *Tspo* e *Lsav*. Quanto a Calheta, verificou-se que além das espécies que lhe são exclusivas (*Fiss*, *Cpor*, *Mcor* e *Dec2*) não sofre uma acção distinta por

parte das espécies que se agrupam em seu redor. No entanto, constata-se que as espécies *Mver* e *Baln* são importantes no posicionamento desta estação, no sentido em que a aproxima de São Pedro segundo a primeira coordenada. A proximidade entre estas estações pela influência das espécies mencionadas pode reflectir o elevado grau de exposição ao hidrodinamismo a que estão sujeitas uma vez que tanto *Mver* como *Baln* são espécies características de ambientes costeiros expostos.

Uma observação cuidada da posição de Calhau na figura 12 indica que a representação ortogonal desta estação se situa precisamente no centro de um eixo criado pelas espécies *Amue* e *Pgra*. Tal caso deve-se ao facto de ser igualmente influenciada por estas duas espécies na medida em que não foi registada nenhuma delas na composição da sua comunidade. Isto deve-se ao facto do principal biótopo destas espécies de sipunculídeos escavadores, pertencentes às famílias Phascolosomatidae (*Phascolosoma granulatum*) e Aspidosiphonidae (*Aspidosiphon muelleri*), ser formado por fragmentos de coral morto (Murina, 1984), que não existem na estação Calhau (Tommy Melo, *com. pess.*).

De uma maneira geral, as análises efectuadas com os dados recolhidos das comunidades subtidais de macroinvertebrados bentónicos de substrato rochoso na ilha de São Vicente apontam no mesmo sentido. Todas elas indicam que as várias estações prospectadas se encontram próximas no que respeita à composição das comunidades estudadas, não sendo possível identificar padrões na distribuição de algumas componentes faunísticas, diferenças expressivas com significado ecológico em termos de grupos taxonómicos hierarquicamente



mais elevados ou grupos funcionais. Possivelmente a principal causa da distinção dos vários pontos amostrais deve-se a diferenças pontuais entre si e às particularidades de cada um. Tendo em conta o período de amostragem desta contribuição, este poderá ter sido demasiado curto para ser passível a aferição de diferenças nos povoamentos amostrados. No entanto, tendo em conta um conhecimento empírico prévio das estações visitadas, todas elas pareciam albergar de facto biótopos semelhantes, não se encontrando disparidades significativas entre as estações. Sugere-se então a continuação deste trabalho, especialmente tendo em conta que foi uma experiência pioneira para a área de estudo, no âmbito das comunidades subtidais de macroinvertebrados bentónicos.

### **Agradecimentos**

Um agradecimento especial ao dr. Tommy Melo pelo apoio nas campanhas de amostragem e na discussão de metodologias práticas. Gostaria também de deixar um “obrigado” ao dr. Rui Freitas e ao Albertino “Cabol” Gomes pela participação na recolha de amostras. Expresso igualmente o meu agradecimento a todos os que me ajudaram de alguma forma na triagem e identificação dos indivíduos recolhidos.

### **Referências Bibliográficas**

Jost, L. 2006. Entropy and Diversity. *Oikos*. 113 (2): 363-375

Moses, C. S., Helmle, K. P., Swart, P. K., Dodge, R. E., Merino, S. E. 2003. Pavement of *Siderastrea radians* on Cape Verde reefs. *Coral Reefs*. Vol.22, 4: 506.

Murina, G. V. 1984. Ecology of Sipuncla. *Marine Ecology Progress Series*. 17: 1-7.

Rohlf, F. J. 1998. NTSYS-PC: Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis Systems, version 2.02. Exeter Publishing. Setauket, New York.

Smith, R. L. & Smith, T. M. 2001. *Ecology & Field Biology*. Benjamin Cummings, Nova Iorque, 766 págs.