

VI-224 – COBERTURA DE MACROALGAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS: SUBSÍDIOS PARA ESTUDOS AMBIENTAIS

Anderson Dominique Faria de Sá⁽¹⁾

Biólogo e Mestre em Engenharia Ambiental pela Escola Politécnica/Escola de Química (PEA/UFRJ), Laboratório Integrado de Ficologia, Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, UFRJ.

Cristina Aparecida Gomes Nassar

Bióloga, Doutora, Professora associada do Departamento de Botânica da UFRJ e Membro permanente do Programa de pós-graduação em Engenharia Ambiental (PEA/UFRJ), Laboratório Integrado de Ficologia (LIFIC), Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, UFRJ.

Endereço⁽¹⁾: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Ciências da Saúde, Instituto de Biologia, Departamento de Botânica, Laboratório Integrado de Ficologia. Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro. Av. Pau Brasil 211, Prédio do CCS, Bloco A, Ilha do Fundão CEP. 21941-902 - Brasil - Tel: (21) 3938-6331 - e-mail: andersondomenique@poli.ufrj.br

RESUMO

A Baía do Espírito Santo (BES) está localizada em um importante trecho do litoral brasileiro, principalmente, pelos portos e indústrias situados em seu entorno. Este estudo teve como objetivos listar as macroalgas e caracterizar quanto à abundância relativa (cobertura) os táxons mais representativos da região entre marés da BES e adjacências e ainda, relacionando-os com o substrato onde ocorrem, em duas épocas do ano. No inverno de 2009 e verão de 2010 foram visitados oito pontos na BES e adjacências: Praia da Costa e de Carapebus, Ilha do Boi, Ilha do Frade e Praia de Camburi (Camburi 1 e 2 e Péres 1 e 2). Na região entre marés foi delimitado um domínio amostral de 2m de largura e 10m de comprimento em cada ponto, onde foram realizadas coletas por busca e observações da porcentagem de cobertura. Foram identificadas 77 espécies de macroalgas. Praia de Carapebus (inverno), localizada fora da BES, foi o ponto mais rico (25 espécies), enquanto a Ilha do Boi (inverno) foi o mais pobre (9 espécies). A análise de agrupamento com base nos dados de cobertura formaram três grandes grupos. O grupo I (Formação Barreiras) apresentou o grupo de algas calcárias articuladas ($78\% \pm 9,3$) como o mais representativo. O grupo II (Costões Rochosos) apresentou como espécies mais abundantes *Sargassum* spp ($36,1\% \pm 20,7$) e algas calcárias articuladas ($35,7\% \pm 16,2$). Já o grupo III reuniu os pontos localizados nos péres 1 e 2 (Praia de Camburi), onde as maiores coberturas foram de espécies de *Caulerpa* spp ($25,4\% \pm 18,9$), *Grateloupia* spp ($21,9\% \pm 8,5$) e *Chondracanthus* spp ($16,8\% \pm 17,4$). Dentre os diversos fatores analisados, somente a estrutura do substrato – local e transportado e o tipo do substrato – costões, barreiras e péres foram significativos (ANOSIM). Considerando o pequeno trecho do litoral e o domínio amostral, foi identificado um número elevado de espécies e observada uma marcante heterogeneidade nas comunidades de macroalgas, mais fortemente relacionada com o substrato onde ocorrem do que com a época do ano ou a presença de minério de ferro.

PALAVRAS-CHAVE: Espírito Santo; Baía do Espírito Santo; Macroalga; Estrutura de Comunidades; Cobertura.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas o aumento das atividades portuárias e industriais, bem como a urbanização crescente, tem resultado em graves problemas de poluição, afetando de forma negativa os ecossistemas costeiros (Oliveira & Yaobin, 2003).

A Baía do Espírito Santo (BES) se destaca na economia brasileira por abrigar portos e indústrias em seu entorno. O acelerado crescimento econômico trouxe impactos ambientais para a região, em especial, pelo lançamento de esgoto doméstico e industrial (Mitchell *et al.*, 1990; Nassar, 2001).

Fatores como exposição às ondas, profundidade próxima da costa, salinidade, influencia da areia, sombreamento, tipo de rocha e atividades humanas podem afetar a distribuição e a abundância das espécies que participam da estrutura da comunidade (Murray *et al.*, 2006).

A descrição da estrutura de comunidades de macroalgas deve levar em consideração aspectos qualitativos, como a composição de espécies (Taouil & Yoneshingue-Valentin, 2002), e aspectos quantitativos, como a abundância relativa destas espécies (Puentes & Juanes, 2008). Essa abundância pode ser estimada pela densidade, biomassa ou cobertura (Matteucci & Colma, 1982). Puente e Juanes (2008) afirmam que a avaliação de campo, com base na cobertura dos táxons mais representativos, é uma alternativa confiável para a avaliação do estado das comunidades de macroalgas e, além disso, esse procedimento permite que a avaliação possa ocorrer em uma ampla escala espacial.

A diversidade de espécies de macroalgas no litoral do estado do Espírito Santo é considerada uma das mais altas do Brasil, possivelmente, devido aos efeitos combinados da posição geográfica, condições oceanográficas, climáticas e a grande diversidade de habitats marinhos (Guimarães, 2003 e 2006). O litoral do Espírito Santo é considerado como transicional, pois está entre a costa tropical e subtropical brasileira (Horta *et al.*, 2001).

Diversos estudos sobre a taxonomia (Guimarães, 2006) e abundância de macroalgas (Pereira, 1999; Nassar, 2001; Barbosa *et al.*, 2008) foram realizados em diversos trechos do litoral do Estado do Espírito Santo e, especificamente, na região da Baía do Espírito Santo (Mitchell *et al.*, 1990; Arantes *et al.*, 1995; Nassar, 2001). No entanto, nenhum deles relaciona a ocorrência e abundância das espécies ao substrato no qual elas ocorrem.

OBJETIVO

Este estudo teve como objetivos listar as macroalgas e caracterizar quanto à abundância relativa (cobertura) os táxons mais representativos da região entre marés da BES e adjacências e ainda, relacionando-as com o substrato onde ocorrem, em duas épocas do ano.

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no litoral do Estado do Espírito Santo (Brasil) entre as longitudes: 20° 20' 2,1" e 20° 14' 40,9" S. Esse trecho engloba três municípios com alta taxa de ocupação urbana: Serra, Vila Velha e Vitória (Figura 1).

A região costeira caracteriza-se por profundidades inferiores a 20 m e a presença de recifes nas porções mais rasas. Na Praia da Costa, Carapebus, Ilha do Boi e Ilha do Frade os costões rochosos naturais são formados por gnaisse. Já na Praia de Camburi, o substrato possui características distintas. Em Camburi 1 e 2 o substrato é formado por rochas lateríticas denominadas de “Formação Barreiras”. Nos Píeres 1 e 2 a coleta foi realizada sobre aglomerados de matacões de gnaisse transportados, apresentando uma superfície descontínua e irregular. Esses blocos de rocha foram posicionados com o propósito de conter a encosta, evitar erosões e reter o sedimento na praia.

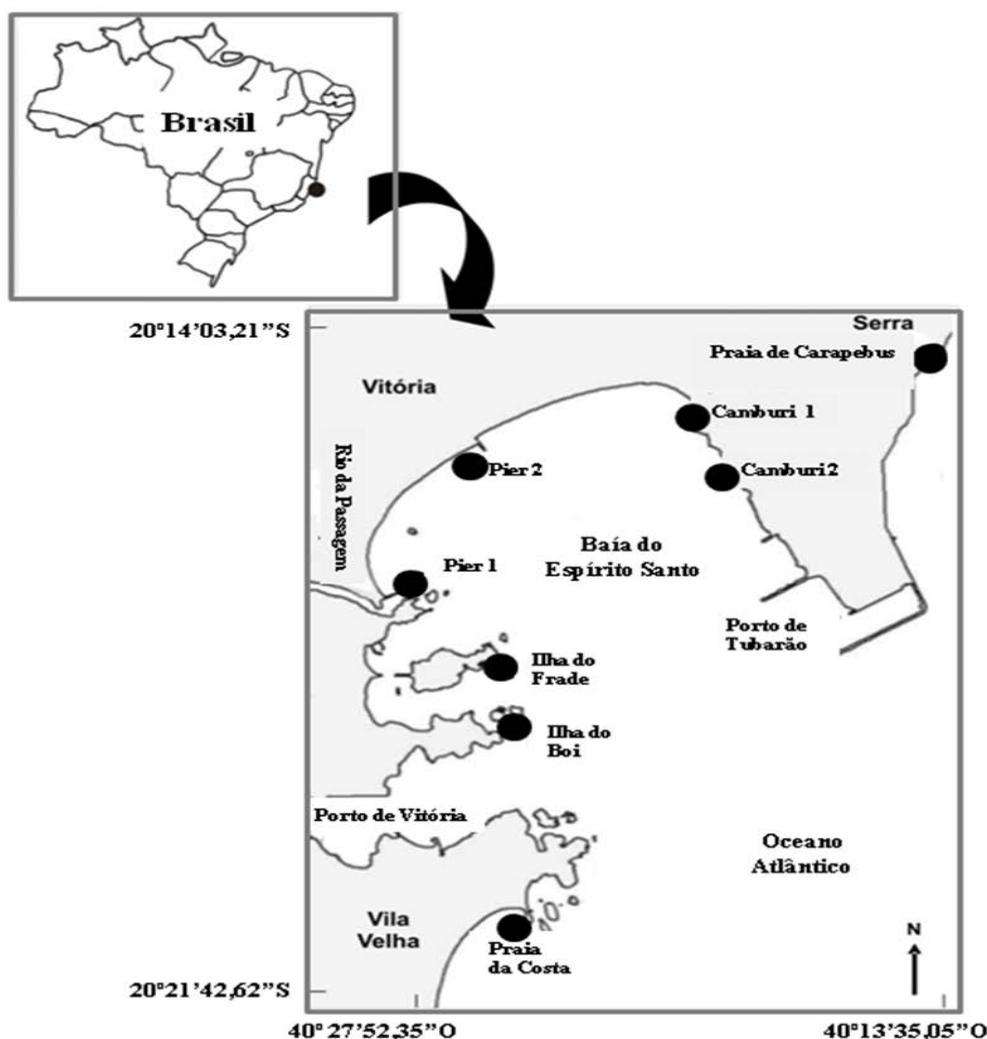


Figura 1: Localização dos pontos de coleta na Baía do Espírito Santo e adjacências.

METODOLOGIA

Em setembro de 2009 (inverno) e janeiro de 2010 (verão), oito pontos de estudo foram visitados na BES e adjacências (Figura 1). Em todos os pontos foi delimitado, na região entre marés ou eulitorânea (Coutinho & Zalmon, 2009), um domínio amostral de 2m de largura e 10m de comprimento.

A região sublitorânea não foi amostrada devido à alta turbidez da água, ao grande depósito de sedimento sobre o substrato e a falta de balneabilidade de alguns dos pontos. A orla litorânea (ou supralitoral) também não foi utilizada, pois as poucas espécies de macroalgas que habitam esta região do costão apresentam grande flutuação (presença e abundância) ao longo do ano (observação pessoal).

Para a riqueza de espécies foram realizadas coletas no interior do domínio amostral, por busca intensiva, nos oito pontos. As macroalgas coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas para transporte. Duas horas antes de serem manipuladas, as amostras eram retiradas do freezer.

Para o estudo de abundância relativa (cobertura) da comunidade foi posicionado um transecto transversal à linha d'água e lançados, aleatoriamente, dez quadrados (25 x 25 cm). A percentagem de cobertura dos táxons (amostragem não-destrutiva) foi estimada através da técnica de interseção (Meese & Tomich, 1992), onde foram observados 50 pontos aleatórios no interior de cada quadrado.

A identificação taxonômica tomou por base o trabalho de Joly (1965), atualizado por Guimarães (1990), Bula-Meyer (1997), Fernandes e Guimarães (1998), Crispino (2000), Moura (2000), Guimarães *et al.* (2004), Barata (2004), Guimarães (2006), Barreto *et al.* (2006), Nunes *et al.* (2008) e Coto e Pupo (2009). A atualização da nomenclatura das macroalgas seguiu a revisão proposta por Wynne (2011) e a identificação taxonômica dos macroinvertebrados seguiu a nomenclatura apresentada no site <http://www.itis.gov>.

A percentagem de cobertura dos táxons foi comparada através de análises multivariadas (Análise de Agrupamento e Escalonamento Multidimensional – MDS) com base no índice de similaridade de Bray-Curtis. O percentual de cobertura dos táxons que mais contribuíram para a formação dos grupos na análise de agrupamento foi testado através da Análise de Variância (ANOVA) para verificar a existência de diferenças significativas entre as coberturas no inverno e verão.

Os índices ecológicos de Diversidade de *Shannon-Wiener* (H') e Equitabilidade de *Pielou* (J') foram calculados, com base nos dados de cobertura, nas duas épocas do ano. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa Primer-6.

Diversos fatores relacionados aos pontos de estudo foram observados durante a coleta (*a priori*), conforme Tabela 1. Tais fatores foram posteriormente testados, em relação à abundância relativa, pelo Percentual de Similaridade (SIMPER) e pela Análise de Similaridade (ANOSIM).

Tabela 1: Fatores relacionados aos pontos de estudo observados durante as coletas

	Praia de Carapebus	Praia da Costa	Ilha do Boi	Ilha do Frade	Pier 1	Pier 2	Camburi 1	Camburi 2
Minério de ferro no sedimento	ausente	ausente	ausente	ausente	presente	presente	presente	presente
Localização na BES	externa	externa	intermediária	intermediária	interna	interna	interna	interna
Estrutura do substrato	local	local	local	local	transportado	transportado	local	local
Tipo de substrato	costão rochoso continental	costão rochoso continental	costão rochoso insular	costão rochoso insular	matacões sobrepostos	matacões sobrepostos	formação barreiras	formação barreiras
Exposição as ondas	exposto	exposto	exposto	exposto	exposto	exposto	protegido	protegido

RESULTADOS

RIQUEZA DE ESPÉCIES

Foram identificadas 77 espécies de macroalgas bentônicas (Tabela 2). O maior número de espécies foi encontrado no filo Rhodophyta (48 espécies), seguido de Chlorophyta (17 espécies) e Heterokontophyta (12 espécies).

O ponto Carapebus (inverno), localizado fora da BES, foi o mais rico com 25 espécies, enquanto o ponto Ilha do Boi (inverno) foi o mais pobre, com apenas nove espécies (Tabela 2). Em sete dos oito pontos estudados a maior riqueza de espécies ocorreu no verão.

Tabela 2: Espécies encontradas nos pontos de estudo nas duas épocas do ano.

Táxons	Costa i	Costa v	Carapebus i	Carapebus v	Boi i	Boi v	Frade i	Frade v	Pier 1 i	Pier 1 v	Pier 2 i	Pier 2 v	Camburi 1 i	Camburi 1 v	Camburi 2 i	Camburi 2 v
RHODOPHYTA																
<i>Acrosorium ciliolatum</i>								+								
<i>Aglaothaminiun cordatum</i>	+												+			
<i>Aglaothaminiun uruguayense</i>									+	+	+	+				
<i>Amphiroa beauvoisii</i>					+											
<i>Amphiroa fragilissima</i>														+		
<i>Amphiroa rigida</i>					+	+									+	
<i>Anotrichium furcelatum</i>		+								+		+				
<i>Arthrocardia variabilis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+								+
<i>Asparagopsis taliformis</i>													+	+		
<i>Centroceras clavulatum</i>		+		+		+		+	+	+	+	+				
<i>Ceramium brasiliense</i>										+						
<i>Ceramium brevizonatum</i>				+						+		+				
<i>Ceramium tenerrimum</i>						+						+				
<i>Ceratodictyon planicaule</i>														+	+	
<i>Ceratodictyon variabile</i>																+
<i>Champia compressa</i>	+				+		+						+	+	+	
<i>Champia parvula</i>			+	+												
<i>Champia taironensis</i>						+										
<i>Compsothamnion thuyoides</i>		+														
<i>Condracanthus acicularis</i>							+	+					+	+	+	+
<i>Condracanthus teedei</i>									+	+	+	+				
<i>Corallina officinalis</i>	+	+	+			+	+	+						+		
<i>Cryptonemia seminervis</i>			+	+												
<i>Clyptopleura ramosa</i>			+				+	+								
<i>Erythrotrichia carnea</i>		+														
<i>Gayliella</i> sp.	+	+	+	+		+	+		+	+	+		+			
<i>Gracilaria cervicornis</i>												+				
<i>Gracilaria mammillaris</i>																+
<i>Gracilaria</i> sp.			+								+					
<i>Gelidium floridanum</i>				+						+						+

Táxons	Costa i	Costa v	Carapebus i	Carapebus v	Boi i	Boi v	Frade i	Frade v	Pier 1 i	Pier 1 v	Pier 2 i	Pier 2 v	Camburi 1 i	Camburi 1 v	Camburi 2 i	Camburi 2 v
<i>Grateloupia filicina</i>												+				+
<i>Grateloupia turuturu</i>			+						+	+	+	+				
<i>Gymnogongrus griffithsiae</i>										+					+	+
<i>Herposiphonia secunda</i>						+										
<i>Herposiphonia tenella</i>			+	+				+								
<i>Hypnea musciformis</i>	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+				+
<i>Hypnea spinella</i>										+					+	
<i>Jania crassa</i>			+	+				+					+	+	+	+
<i>Jania subulata</i>			+													
<i>Laurencia dendroidea</i>				+												
<i>Neosiphonia howei</i>											+	+				
<i>Ochtodes secundiramea</i>			+				+									
<i>Plocaminium brasiliense</i>	+	+	+	+			+						+	+	+	+
<i>Polysiphonia subtilissima</i>										+						
<i>Pterocladia capillacea</i>		+					+	+	+						+	+
<i>Rhodomenia pseudopamata</i>									+	+	+	+				+
<i>Wrangelia argus</i>	+		+	+								+		+	+	+
<i>Wrangelia penicillata</i>		+				+										
HETEROKONTOPHYTA																
<i>Chnoospora minima</i>	+			+		+										
<i>Colpomenia sinuosa</i>	+	+	+	+	+	+										
<i>Dictyopteris delicatula</i>	+		+	+			+	+					+		+	+
<i>Dictyota mertensii</i>			+	+												
<i>Feldmania irregularis</i>				+												
<i>Hincksia mitchellie</i>								+								
<i>Levringia brasiliensis</i>		+														
<i>Padina gymnospora</i>			+	+		+										
<i>Sargassum cymosum</i>							+	+								
<i>Sargassum filipendula</i>	+	+	+	+												
<i>Sargassum vulgare</i>					+	+										
<i>Zonaria tournefortii</i>			+													
CHLOROPHYTA																
<i>Anadyomene stellata</i>	+	+													+	+
<i>Boodleopsis vaucheroidea</i>													+			
<i>Bryopsis pennata</i>					+			+								

Táxons	Costa i	Costa v	Carapebus i	Carapebus v	Boi i	Boi v	Frade i	Frade v	Pier 1 i	Pier 1 v	Pier 2 i	Pier 2 v	Camburi 1 i	Camburi 1 v	Camburi 2 i	Camburi 2 v
<i>Bryopsis plumosa</i>						+										
<i>Caulerpa cupressoides</i>			+	+												
<i>Caulerpa racemosa</i>														+		
<i>Caulerpa scalpelliformis</i>									+	+	+	+				
<i>Chaetomorpha antennina</i>		+				+	+	+								
<i>Cladophora brasiliiana</i>						+										
<i>Cladophora prolifera</i>																+
<i>Cladophora vagabunda</i>		+														
<i>Codium intertextum</i>		+	+					+								
<i>Halimeda cuneata</i>			+	+												
<i>Ulva fasciata</i>				+			+	+				+				
<i>Ulva flexuosa</i>										+						
<i>Ulva lactuca</i>	+	+	+		+	+			+	+	+		+			+
<i>Ulva rigida</i>														+	+	
Total de espécies por ponto	14	19	25	23	9	18	13	17	10	17	11	15	10	11	13	17

Houve uma variação no número de espécies em função do tipo de substrato. O substrato com maior número de espécies foi o “costão rochoso continental” (43 espécies), seguido do “costão rochoso insular” (34 espécies), da “formação barreiras” (29 espécies) e dos “matações sobrepostos” (25 espécies). Quarenta espécies só ocorreram em um tipo de substrato, sendo que o maior número foi exclusivo dos “costões rochosos continentais” (14 espécies), seguido dos “costões rochosos insulares” (10 espécies), da “formação barreiras” (nove espécies) e dos “matações sobrepostos” (sete espécies).

As espécies *Gayliella* sp., *Hypnea musciformis* e *Ulva lactuca* ocorreram em 87,5% das amostras, seguida por *Centroceras clavulatum* que ocorreu em 75% das amostras. Por outro lado, 25 espécies ocorreram apenas uma única vez, 21 delas no verão e quatro no inverno.

Das espécies que ocorreram em mais de um ponto, *Anotrichium furcelatum*, *Ceramium brevizonatum*, *Ceramium tenerrimum*, *Gelidium floridanum*, *Grateloupia filicina* e *Wrangelia penicillata* ocorreram somente no verão. A espécie *Occhodes secundiramea* foi a única que ocorreu apenas no inverno.

Existe uma predominância de algas do filo Rhodophyta em todos os pontos de estudo (Figura 2). *Dictyopteris delicatula* foi a única espécie do filo Heterokontophyta encontrada na Praia de Camburi (“Formação Barreiras”). Nos píeres não foram encontradas espécies de algas do filo Heterokontophyta.

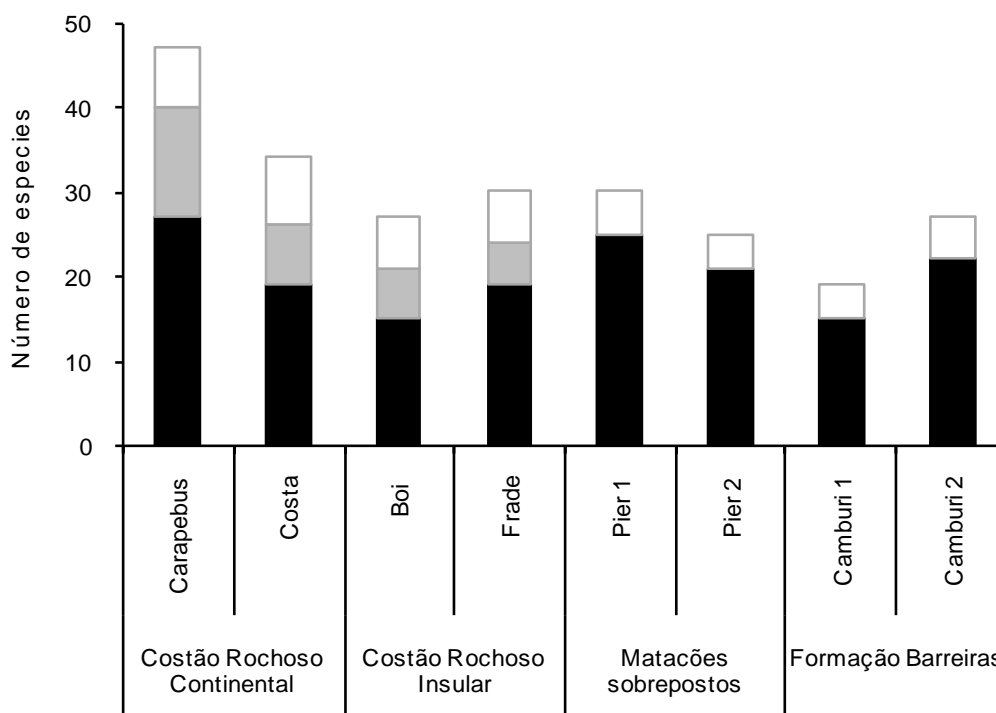


Figura 2: Espécies distribuídas por filo e pontos de estudo nas duas épocas do ano (coluna preta = Rhodophyta, coluna cinza = Heterokontophyta e coluna branca = Chlorophyta).

ABUNDÂNCIA RELATIVA (COBERTURA)

Foram identificados 32 táxons de macroalgas e quatro de invertebrados no interior dos quadrados. O Filo Rhodophyta (48,5%) teve o maior número de espécies, seguido de Chlorophyta (24%) e Heterokontophyta (13,5%). Dentre os invertebrados, os únicos encontrados neste estudo foram representados por *Plexaurella* sp., *Echinometra lucunter* Lamarck, 1816, *Palythoa caribaeorum* Duchassaing & Michelotti, 1860 e *Perna perna* (Linnaeus) 1758.

Dos táxons observados, dez ocorreram uma única vez e oito ocorreram apenas duas vezes durante o estudo. O ponto Praia de Carapebus (inverno), localizado fora da BES, foi o mais representativo com 14 táxons de macroalgas, enquanto, o ponto Ilha do Frade (inverno) apresentou apenas quatro táxons no interior dos quadrados.

A análise de agrupamento formou três grandes grupos (Figura 3). O grupo I, caracterizado por “formação barreiras” (Praia de Camburi 1 e 2) apresentou as algas calcárias articuladas como o grupo de espécies mais abundante ($78\% \pm 9,3$). O grupo II, caracterizado por costões rochosos (Praia da Costa e Praia de Carapebus, Ilha do Boi e Ilha do Frade) apresentou como táxons mais representativos *Sargassum* spp ($36,1\% \pm 20,7$) e as calcárias articuladas ($35,7\% \pm 16,2$). Já o grupo III reuniu os Píeres 1 e 2 (matacões sobrepostos) localizados na Praia Camburi, onde as maiores coberturas foram de *Caulerpa scalpelliformes* ($25,4\% \pm 18,9$), *Grateloupia filicina* e *G. turuturu* ($21,9\% \pm 8,5$) e *Chondracanthus teedei* ($16,8\% \pm 17,4$).

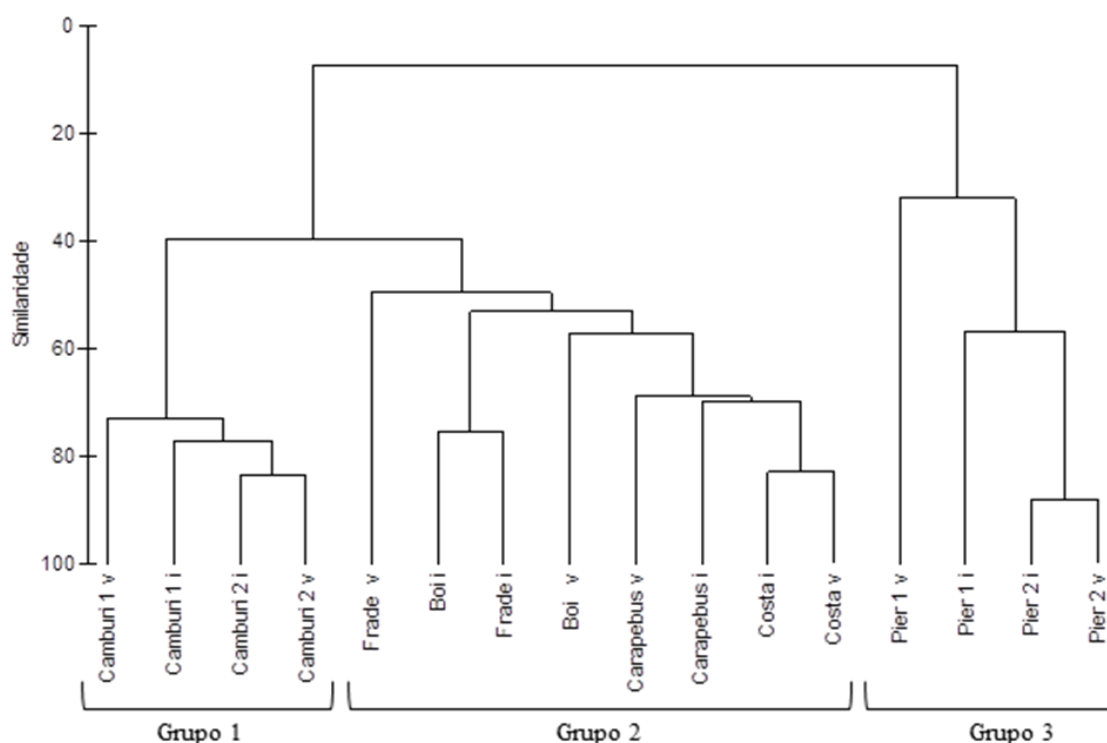


Figura 3: Análise de agrupamento entre os pontos de estudo no inverno (i) e no verão (v), baseada na porcentagem de cobertura das macroalgas.

No presente estudo, as espécies de *Sargassum* variaram em relação aos pontos de coleta, sendo que a espécie *S. filipendula* ocorreu na Praia da Costa e Carapebus (fora da BES), *S. cymosum* na Ilha do Frade e *S. vulgare* na Ilha do Boi (pontos intermediários na BES) (Tabela 2). A Figura 4 compara os percentuais de cobertura entre o verão e inverno. Não foram observadas diferenças significativas no percentual de cobertura de *Sargassum* spp, entre as duas épocas do ano nos pontos externos a BES. Nas Ilhas do Boi e Frade o maior percentual de cobertura de *Sargassum* foi observado no inverno. Enquanto, nas Praias da Costa e Carapebus a maior cobertura dessa macroalga ocorreu no verão.

A Análise de Variância (ANOVA) mostrou diferenças significativas na abundância para os seguintes táxons entre o inverno e verão: *Ulva* spp na Ilha do Frade ($F = 25,29$; $p = 0,0001$); *Sargassum* spp nas Ilhas do Boi ($F = 8,89$; $p = 0,004$) e do Frade ($F = 8,89$; $p = 0,0003$); *Caulerpa scalpelliformis* ($F = 4,18$; $p = 0,006$) e *Chondracanthus* spp no Pier 1 ($F = 11,46$; $p = 0,0003$). Calcárias articuladas, *Grateloupia* spp e *Plocamium brasiliense* não apresentaram diferenças significativas entre os pontos de estudo nas duas épocas do ano (Figura 4).

A espécie *Caulerpa scalpelliformis*, considerada espécie exótica no Brasil, foi observada em todos os píeres da Praia de Camburi e na Ilha do Boi. Essa espécie também foi uma das que mais influenciaram na formação do grupo III (píeres da Praia de Camburi).

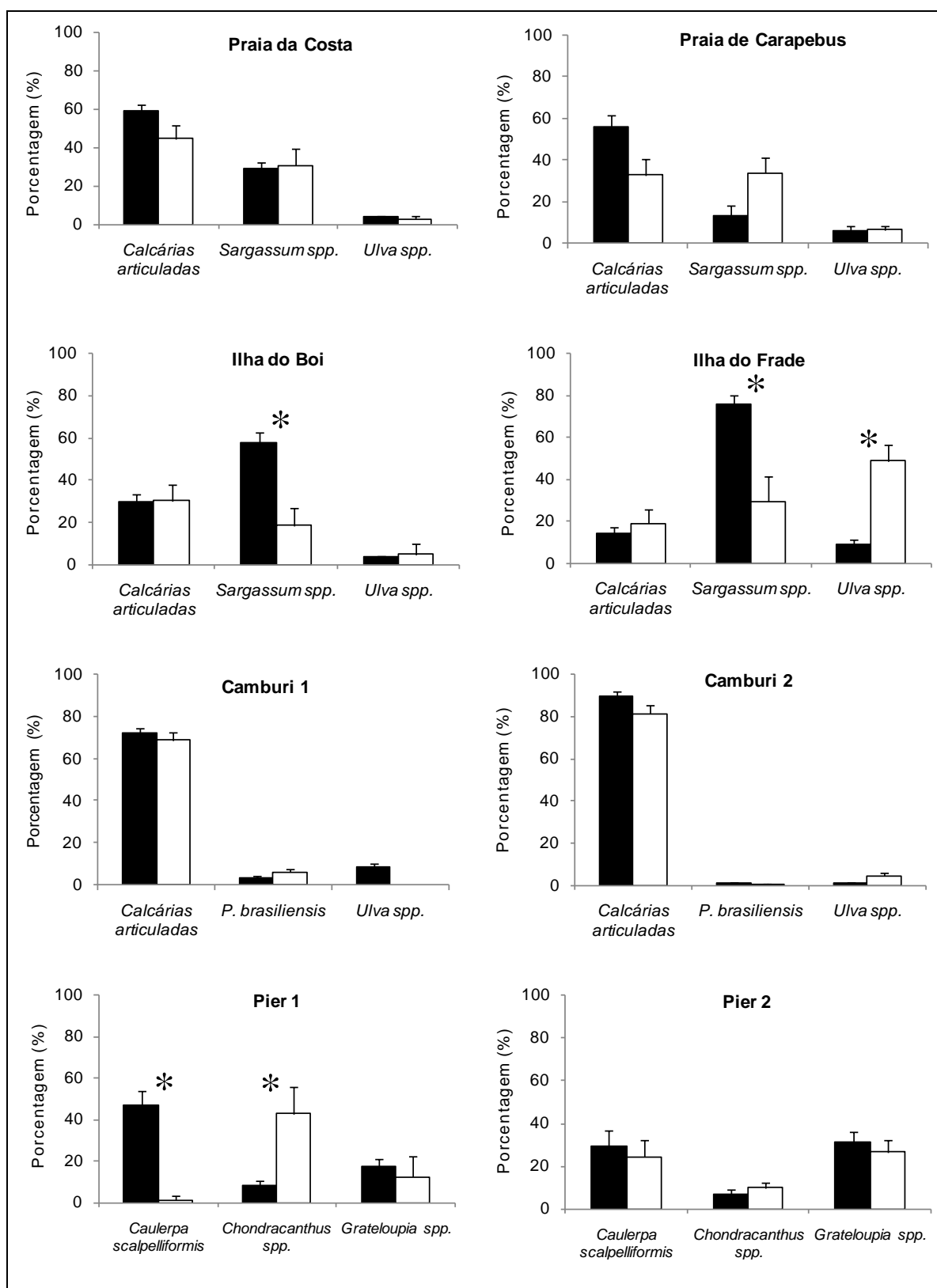


Figura 4: Média e Desvio-padrão da cobertura (%) das espécies que mais contribuíram para a formação dos grupos na análise de agrupamento por ponto de coleta (coluna preta = inverno e coluna branca = verão). * = Diferenças significativas entre as épocas do ano para as principais espécies por ponto de coleta (ANOVA).

Cinco fatores (Tabela 1) foram testados para explicar a abundância das macroalgas: presença de minério no sedimento da praia; época do ano; localização na BES; estrutura do substrato; tipo de substrato; exposição às ondas. No entanto, apenas dois foram significativos pelo teste ANOSIM (Figura 5). A análise indica que houve significância (0,2%; $R=0,992$) no fator “estrutura dos substratos” onde foram reunidas as amostras provenientes dos substratos locais (barreiras e costão) com 50,4% de similaridade, em oposição ao substrato transportado (píeres), com 49,6% de similaridade. A correlação também foi alta (0,1%; $R=0,843$) no fator “tipo de substrato” onde foram formados grupos separando as amostras dos matacões sobrepostos - píeres (49,6%), dos costões rochosos (57,5%) e da formação barreiras (76%).

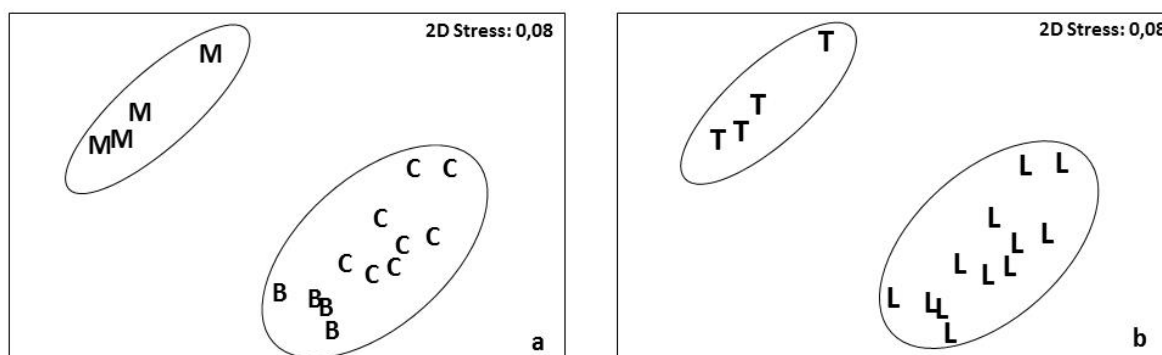


Figura 5: Escalonamento Multidimensional – MDS dos pontos de estudo com base no índice de similaridade de Bray-Curtis: a = Tipo de substrato (B = Formação Barreiras, C = Costão Rochoso, M = matacões sobrepostos - píeres); b = Estrutura do substrato (L = Local, T = transportado).

A Tabela 3 apresenta o percentual de similaridade (SIMPER) dos fatores analisados e as espécies que mais contribuíram para a formação dos grupos em relação ao substrato onde ocorrem.

Tabela 3: Valores médios do percentual de similaridade (SIMPER) para os fatores analisados.

Fatores	SIMPER	Maior valor de abundância para os organismos
Estrutura do substrato		
Local	50,4%	Calcária articulada, <i>Sargassum</i> spp e <i>Ulva</i> spp
Transportado	49,6%	<i>Grateloupia</i> spp, <i>Caulerpa</i> spp, <i>Chondracanthus</i> spp, <i>R. pseudopalmata</i> e <i>Ulva</i> spp
Tipo de substrato		
Costão rochosos	57,5%	Calcária articulada, <i>Sargassum</i> spp e <i>Ulva</i> spp
Matacões sobrepostos (píeres)	49,6%	<i>Grateloupia</i> spp, <i>Caulerpa</i> spp, <i>Chondracanthus</i> spp, <i>R. pseudopalmata</i> e <i>Ulva</i> spp
Formação Barreiras	76,0%	Calcária articulada

Os maiores valores dos índices de diversidade (H') e equitabilidade (J') foram calculados para a Ilha do Boi ($H' = 1,86$ e $J' = 0,78$) e Píer 2 ($H' = 1,69$ e $J' = 0,87$), no verão. Enquanto, os menores valores foram observados em Camburi 4 ($H' = 0,47$ e $J' = 0,24$) no inverno (Figuras 6 e 7).

Os valores médios de diversidade foram 0,87, 1,33 e 1,60 e os de equitabilidade foram 0,41, 0,61 e 0,76, respectivamente, para o grupo I (formação barreiras), II (costões rochosos = continente + ilhas) e III (matacões sobrepostos = píeres). Analisando as duas épocas do ano observa-se a tendência aos maiores índices ecológicos serem observados no verão.

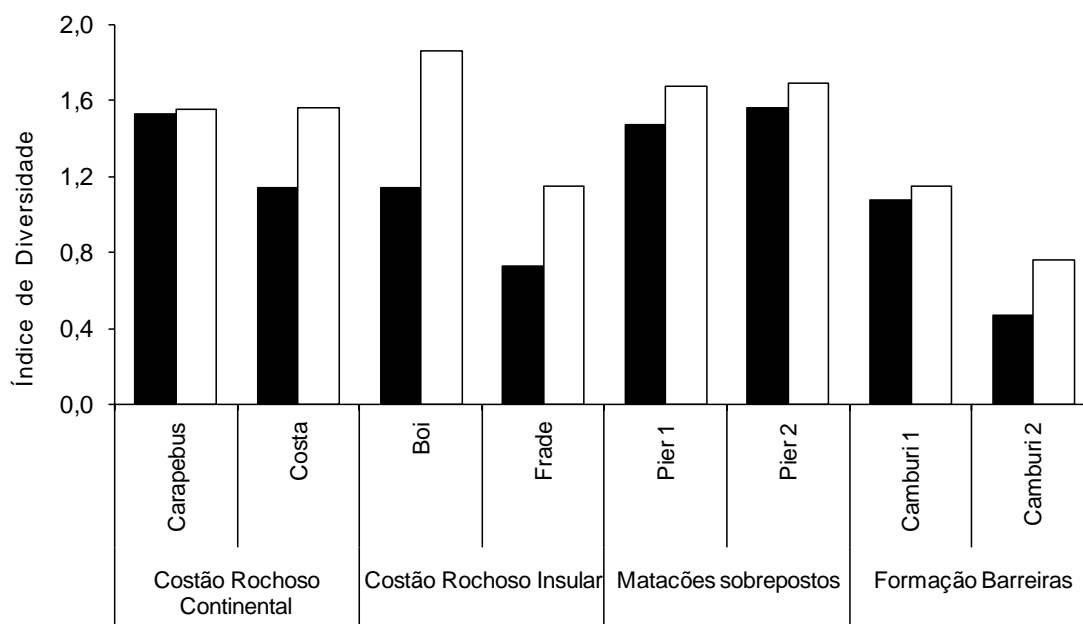


Figure 6: Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') para cada local estudado (coluna preta = inverno e coluna branca = verão).

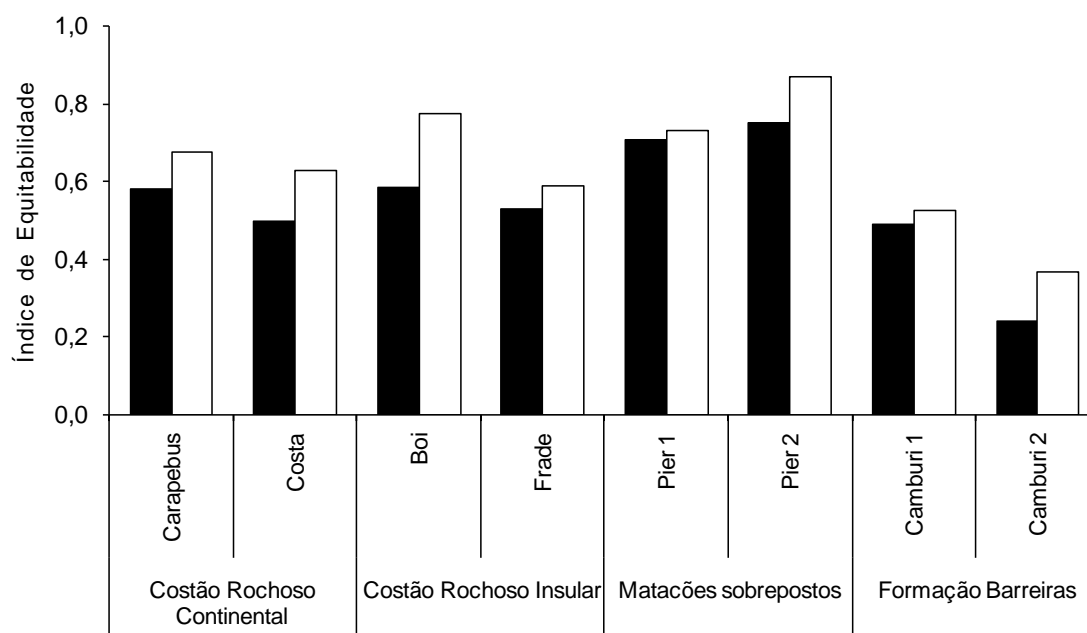


Figure 7: Índice de equitabilidade de Pielou (J') para cada local estudado (coluna preta = inverno e coluna branca = verão).

DISCUSSÕES

O número de espécies de macroalgas presente neste estudo é inferior ao observado por Mitchell *et al.* (1990) para a praia de Camburi na BES (119 táxons de macroalgas). No entanto, esses autores coletaram desde o supralitoral até a zona submersa, através de busca intensiva. Se for considerada a área amostrada (20 metros quadrados) e o posicionamento do domínio amostral (região entre marés), o número de espécies aqui encontrado pode ser considerado expressivo e representativo da flora local.

Arantes *et al.* (1995) que coletaram na mesma faixa do costão na Praia de Camburi, encontraram a maior riqueza de espécies nos meses de inverno.

Algumas das espécies mais abundantes de macroalgas identificadas no presente estudo foram: *U. fasciata*, *U. flexuosa*, *G. turuturu*, *C. teedii*, *C. clavulatum* e *A. beauvoisii*. Essas espécies foram destacadas por Oliveira e Yaobin (2003) como abundantes ao longo do estudo na Baía de Santos, o que indicava elevada capacidade dessas espécies de tolerar a poluição.

Algumas espécies ocorreram em apenas uma época do ano e em um único ponto. Segundo Wells e Wilkinson (2003), a presença de espécies efêmeras pode resultar em uma variação na composição de espécies entre meses, estações do ano e mesmo anualmente. Tais variações podem ocorrer sem que tenha relação com qualquer influência antrópica.

Com exceção de *Champia taironensis*, *Boodleopsis vaucheriaidea* e *Cladophora brasiliana*, espécies pela primeira vez citadas para o estado, as demais espécies de rodofíceas (Guimarães, 2006), feofíceas (Crispino, 2000) e clorofíceas (Mitchell & Shindo, 1977; Barata, 2004) foram previamente mencionadas para o estado do Espírito Santo.

Apenas sete espécies de algas pardas foram identificadas na BES. Por outro lado, Nassar *et al.* (1989) citaram a ocorrência de 28 espécies de feofíceas para o litoral norte do Espírito Santo (nove para BES). Esses autores sugeriram que o reduzido número de espécies de algas pardas na BES se devia a influência da poluição por efluentes provenientes da cidade de Vitória, aliado a grande quantidade de material em suspensão (minério de ferro) proveniente das indústrias de pelletização de minério de ferro e do porto. É possível que a sinergia desses distúrbios possa afetar tanto a diversidade quanto a cobertura das macroalgas, comprometendo toda a comunidade da região.

A estimativa da abundância relativa (percentual de cobertura), baseada em níveis hierárquicos superiores a espécies (gênero e grupos de espécies), possibilitou uma análise rápida da comunidade fitobentônica. Puente e Juanes (2008) utilizaram um método para o monitoramento de macroalgas como indicador biológico baseado em níveis taxonômicos superiores e no uso de táxons representativos. Seus resultados mostraram que comunidades de macroalgas apresentam resultados robustos à agregação dos táxons. A robustez dos dados obtidos na BES e arredores permitem que a metodologia empregada possa ser aplicada a outros estudos de monitoramento ambiental em regiões costeiras.

O gênero *Sargassum* foi o que mais contribuiu nas amostras que reuniram os costões rochosos. Em locais onde há disponibilidade de luz e ausência de distúrbios *Sargassum* é o organismo dominante (Széchy & Paula, 2000) em comunidades bentônicas de costões rochosos do litoral sudeste do Brasil. A baixa cobertura nas Ilhas do Boi e Frade no verão pode estar relacionada ao maior aporte de água doce na BES no período de maior pluviosidade (verão). No litoral brasileiro alguns autores descrevem uma variação sazonal da abundância relativa de *Sargassum* utilizando diversas metodologias. Os estudos de Széchy e Paula (2000), Godoy e Coutinho (2002), Amado Filho *et al.* (2003), Almada *et al.* (2008) e Széchy e Sá (2008) indicaram maior abundância, de diferentes espécies do gênero, no verão.

O táxon *Sargassum* não foi observado nos pontos no interior da BES (Praia de Camburi) neste estudo. Mitchell *et al.* (1990) também não observaram este táxon na mesma região a cerca de duas décadas. As espécies dominantes com ciclo de vida longo e crescimento lento, como *Sargassum*, indicam ambientes com produtividade alta e grau de distúrbios baixo (Steneck & Dethier, 1994). Essa situação foi observada nos pontos localizados nas Ilhas do Boi e do Frade e nas praias fora da BES. Taouil e Yoneshigue-Valentin (2002) na Baía de Guanabara-RJ e Oliveira e Yaobin (2003) na Baía de Santos-SP destacaram a sensibilidade à poluição das algas pardas e afirmam que estas podem servir como bons indicadores para avaliar futuras mudanças ambientais antropogênicas. Dessa forma, os pontos no interior da BES seriam os expostos as maiores pressões, principalmente, pela grande presença de minério no fundo (Nassar & Yoneshigue-Valentin, 2005) e pelo aporte de matéria orgânica oriundos do Canal Passagem (Jesus *et al.*, 2004) e das lagoas no continente.

A espécie *C. scalpelliformis* é considerada espécie exótica invasora no Brasil (Lopes *et al.*, 2009). Esta espécie tem potencial para aumentar sua área de distribuição rapidamente e deslocar as espécies antes dominantes, como observado por Falcão e Széchy (2005), na Baía da Ilha Grande para *Sargassum vulgare*. Na área de estudo *C. scalpelliformis* não aparenta ter um comportamento que indique a possibilidade de dano permanente, pois Mitchell *et al.* (1990) já haviam observado a ocorrência da mesma espécie na BES. Desde aquela época, não houve ampliação da ocorrência da espécie na BES. No entanto, devido ao seu potencial de invasão, a espécie deve ser monitorada.

Na análise de agrupamento, o Píer 1 (verão) se distanciou das demais amostras dos píeres, devido à maior abundância dos táxons *Chondracanthus* e *Ulva*. Esse ponto é bastante influenciado pela proximidade do Canal da Passagem que, recebe o lançamento dos efluentes da estação de tratamento de esgoto da companhia de saneamento local, além do aporte de esgotos domésticos, em sua maioria in natura, provenientes de vários bairros da Cidade de Vitória (Jesus *et al.*, 2004). Novamente, o aporte de água doce, aliado aos esgotos domésticos e industriais, pode ter interferido na abundância dessas espécies.

Fatores como exposição às ondas, profundidade próxima à costa, salinidade, influência da areia, sombreamento, tipo de rocha e uso humano podem afetar a distribuição e abundância das espécies que participam da estrutura da comunidade (Murray *et al.*, 2006; Hewitt *et al.*, 2008). Na BES e adjacências a estrutura do substrato (local ou transportado) e o tipo de substrato (costão rochoso, formação barreira e matacões sobrepostos - píer) influenciaram na abundância dos grupos de organismos observados. Barbosa *et al.* (2008) citam o tipo de substrato, a turbidez e a hidrodinâmica local, como fatores que, possivelmente, mais influenciam a estrutura da comunidade local em um ponto ao norte da BES, onde predomina a formação barreiras. No entanto, não foi objetivo desse trabalho determinar as causas da preferência por um determinado substrato.

Também Mitchell *et al.* (1990) mencionaram a alta abundância de algas calcárias articuladas e *Ulva* spp na região entre marés da Praia de Camburi, com valores médios de 93,2% e 62,4%/225cm², respectivamente. Segundo Moura (2000), a baixa intensidade luminosa, os ambientes de águas movimentadas e os curtos períodos de exposição aérea, são fatores que contribuem para o crescimento das calcárias articuladas do nosso litoral.

Os maiores valores dos índices ecológicos encontrados na BES e adjacências ocorreram no verão. Reis (2009) na Baía de Sepetiba (RJ), também encontrou os maiores índices de diversidade e equitabilidade no verão. Os menores valores desses índices foram encontrados nos pontos Camburi 1 e 2, localizados no interior da BES. Amado Filho *et al.* (2003) também mencionam a tendência da diminuição da diversidade e equitabilidade em direção a região mais interna da Baía de Sepetiba. Na Baía de Guanabara (RJ), local conhecido pela alta exposição a vários tipos de poluição, inclusive portos e estaleiros, os menores valores de diversidade e equitabilidade foram encontrados na Ilha do Careca, região totalmente degradada (Teixeira *et al.*, 1987). Os índices de diversidade e equitabilidade nas comunidades sobre a formação barreiras foram mais baixos do que nas comunidades sobre os demais substratos. Esses valores também foram baixos em uma praia ao norte da BES (Barbosa *et al.*, 2008), onde foram observado valores inferiores a 1,0 e 0,4 para diversidade e equitabilidade, respectivamente.

CONCLUSÕES

Considerando o pequeno trecho do litoral e o domínio amostral estudado na BES e adjacências, foi identificado um número elevado de espécies e observada uma marcante heterogeneidade na abundância dessas espécies. As variações foram mais fortemente relacionadas ao tipo e a estrutura do substrato onde ocorrem as espécies, do que com a época do ano em que foram coletadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMADA, C.H.B.A.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y.; NASSAR, C.A.G. Aspectos populacionais de *Sargassum vulgare* C. Agardh (Ochrophyta, Fucales) na Ponta do Arpoador - Rio de Janeiro. *Oecologia Brasiliensis*, v.12, n.2, p.291-298. 2008.
2. AMADO FILHO, G.M.; BARRETO, M.B.B.B.; MARINS, B.V.; FÉLIX, C. & REIS, R.P. Estrutura de comunidades fitobentônicas do infralitoral da Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v.26, p.329-342. 2003.
3. ARANTES, P.V.S.; NASSAR, C.A.G.; GESTINARI, L.M.S. Comunidades de algas calcárias. *Nerítica*, Curitiba, Ed. da UFPR, v.9, n.1-2, p. 33-48. 1995.
4. BARATA, D. Clorófitas Marinhas Bentônicas do Estado do Espírito Santo. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 210p. 2004.
5. BARBOSA, S.O.; FIGUEIREDO, M.A.O.; TESTA, V. Estrutura e dinâmica de comunidades bentônicas dominadas por macrófitas na zona intramareal da Praia de Jacaraípe, Espírito Santo, Brasil. *Hoehnea*, v.35, n.4, p.563-575. 2008.
6. BARRETO, M.B.B.; MCIVOR, L.; MAGGS, C.A.; FERREIRA P.C.G. Molecular systematics of *Ceramium* and *Centroceras* (Ceramiales, Rhodophyta) from Brazil. *Journal of Phycology*, v.42, n.4, p.905-921. 2006.
7. BULA-MEYER, G. Las especies de *Champia* (Rhodophyta: Champiaceae) de talo aplanado y una nueva del Caribe colombiano. *Caldasia*, v.19, n.1-2, p.83-90. 1997.
8. COTO, A.C.S.P.; PUPO, D. Flora ficológica do estado de São Paulo. Volume 3 - Ulvophyceae. Editora Rima, São Paulo, 76p. 2009.
9. CRISPINO, L.M.B. Feofíceas do Litoral do Estado do Espírito Santo. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 192p. 2000.
10. FALCÃO, C.; SZÉCHY, M.T.M. Changes in shallow phytobenthic assemblages in southeastern Brazil, following the replacement of *Sargassum vulgare* (Phaeophyta) by *Caulerpa scalpelliformis* (Chlorophyta). *Botanica Marina*, v.48, p.208-217. 2005.
11. FERNANDES, S.; GUIMARÃES, S.M.P.B. Estudos taxonômicos de Gelidiales (Rhodophyta) do Estado do Espírito Santo, Brasil. In: DE-PAULA, E.J.; CORDEIRO-MARINO, M.; PUPO, D.; PLASTINO, E.M.; FUJII, M.T.; YOKOYA, N.S. Anais do IV Congresso Latino-Americano de Ficologia. São Paulo: Sociedade Ficológica da América Latina e Caribe, 1998, v. 2, p. 181-202. 1998.
12. GODOY, E.A.S.; COUTINHO, R. Can artificial beds of plastic mimics compensate for seasonal absence of natural beds of *Sargassum furcatum*? *ICES Journal of Marine Sciences*, v.59, p.111-115. 2002.
13. GUIMARÃES, S.M.P.B. Rodofíceas Marinhas Bentônicas do Estado do Espírito Santo: Ordem Cryptonemiales. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências/USP, 275p. 1990.
14. GUIMARÃES, S.M.P.B. Uma análise da diversidade da flora marinha bentônica do Estado do Espírito Santo, Brasil. *Hoehnea*, v.30, p.11-19. 2003.
15. GUIMARÃES, S.M.P.B. A revised checklist of benthic marine Rhodophyta from the State of Espírito Santo, Brazil. *Boletim do Instituto de Botânica*, São Paulo, n.17, p.145-194. 2006.
16. GUIMARÃES, S.M.P.B.; FUJII, M.T.; PUPO, D.; YOKOYA, N.S. Reavaliação das características morfológicas e suas implicações taxonômicas no gênero *Polysiphonia sensu lato* (Ceramiales, Rhodophyta) do litoral dos Estados de São Paulo e Espírito Santo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v.27, n.1, p.163-183. 2004.
17. HEWITT, J.E.; THRUSH, S.F.; DAYTON, P.K. Habitat variation, species diversity and ecological functioning in a marine system. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v.366, p.116-122. 2008.
18. HORTA, P.A.; AMÂNCIO, E.; COIMBRA, C.S.; OLIVEIRA, E.C. Considerações sobre a distribuição e origem da flora de macroalgas marinhas brasileiras. *Hoehnea*, n.28, p.243-265. 2001.
19. JESUS, H.C.; COSTA, E.A.; MENDONÇA, A.S.F.; ZANDONADE, E. Distribuição de metais pesados em sedimentos do sistema estuarino da Ilha de Vitória-ES. *Química Nova*, USP - São Paulo, v.27, n.3, p.378-386. 2004.
20. JOLY, A.B. Flora marinha do litoral norte do Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Botânica*, São Paulo, n.21, p.1-393. 1965.
21. LOPES, R.M.; VILLAC, M.C.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Capítulo 1 - Introdução. In: MMA - Ministério do Meio Ambiente. Informe sobre as Espécies Exóticas Invasoras Marinhas no Brasil. Série Biodiversidade, 33. Brasília - DF, 2009. Disponível em

- http://www.mma.gov.br/estruturas/174/_publicacao/174_publicacao16032010050723.pdf. Acesso em 21 de junho de 2010. 2009.
22. MATTEUCCI, S.D.; COLMA, A. Metodologia para el estudio de la vegetacion. Série Biologia - Monografia, 22. Washington: The General Secretariat of the Organization of American States. 167p. 1982.
 23. MEESE, R.J.; TOMICH, P.A. Dots on the rocks: a comparison of percent cover estimation methods. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v.165, n.1, p.59-73. 1992.
 24. MITCHELL, G. J. P.; NASSAR, C. A. G.; MAURAT, M. C. S. & FALCÃO, C. Tipos de vegetação marinha da Baía do Espírito Santo sob a influência da poluição - Espírito Santo (Brasil). In: Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Estrutura, Função e Manejo. São Paulo, Anais. ACIESP, v.1, p.202-214. 1990.
 25. MITCHELL, G. J. P.; SHINDO, N. Notas sobre as algas marinhas bentônicas de Santa Cruz, Espírito Santo - I. Chlorophyta. *Leandra*, anos VI-VII, n.7, p.49-61. 1977.
 26. MOURA, C.W.N. Coralináceas com genículo (Rhodophyta, Corallinales) do litoral do Brasil. Tese (Doutorado), Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 264p. 2000.
 27. MURRAY, S. N.; AMBROSE, R. F.; DETHIER, M. N. *Monitoring Rocky Shores*. Berkeley: Ed. University of California Press, 220p. 2006.
 28. NASSAR, C.A.G. Influência do Minério de Ferro Particulado sobre as Macroalgas Marinhas. Tese de Doutorado, UFRJ/IB, Rio de Janeiro, 159p. 2001.
 29. NASSAR, C.A.G.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y. Retenção de minério de ferro particulado e sua influência na fotossíntese líquida das macroalgas. In: Reunião Brasileira de Ficologia, 2004. Salvador. Formação de Ficólogos: um compromisso com a sustentabilidade dos recursos aquáticos. Anais, Rio de Janeiro: Museu Nacional. Sociedade Brasileira de Ficologia (Série Livros, 10), p.411-421. 2005.
 30. NASSAR, C.A.G.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y.; MAURAT, M.C.S.; FALCÃO, C.; MITCHELL, G.J.P. Feofíceas do litoral norte do Estado do Espírito Santo. *Ínsula*, v.19, p.143-168. 1989.
 31. NUNES, J.M.; BARRETO, M.B.B.; GUIMARÃES, S.M.P.B. A família Ceramiaceae (Ceramiales, Rhodophyta) no estado da Bahia, Brasil. In: SENTÍES, A.G.; DRECKMANN, K.M. *Monografias Ficológicas*, v.3, p.75-159. 2008.
 32. OLIVEIRA, E.C.; YAOBIN, Q. Decadal changes in a polluted bay as seen from its seaweed flora: the case of Santos Bay in Brazil. *Ambio*, v.32, n.6, p.403-405. 2003.
 33. PEREIRA, A.P.V. Análise espaço-temporal da comunidade de algas marinhas bentônicas sobre coraças lateríticas na praia da Baleia-Manguinhos-Serra (ES). Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas, UFES, Espírito Santo. 123p. 1999.
 34. PUENTE, A.; JUANES, J.A. Testing taxonomic resolution, data transformation and selection of species for monitoring macroalgae communities. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v.78, p.327-340. 2008.
 35. REIS, R.P. Caracterização da assembléia fitobentônica da Praia do Katuca, Ilha da Marambaia, Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, v.23, n.2, p.297-304. 2009.
 36. STENECK, R.S.; DETHIER, M.N. A functional group approach to the structure of algal dominated communities. *Oikos*, v.69, p.476-498. 1994.
 37. SZÉCHY, M. T. M.; PAULA, E. J. Padrões Estruturais Quantitativos de Bancos de *Sargassum* (Phaeophyta, Fucales) do litoral dos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v.23, n.2, p.121-132. 2000.
 38. SZÉCHY, M.T.M.; SÁ, A.D.F. Variação Sazonal do Epifitismo por Macroalgas em uma População de *Sargassum vulgare* C. Agardh (Phaeophyceae, Fucales) da Baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro. *Oecologia Brasiliensis*, v.12, n.2, p.299-314. 2008.
 39. TAOUIL, A.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y. Alterações na composição florística das algas da Praia de Boa Viagem (Niterói, RJ). *Revista Brasileira de Botânica*, v.25, n.4, p.405-412. 2002.
 40. TEIXEIRA, V.L.; PEREIRA, R.C.; MARQUES JR., A.N.; LEITÃO FILHO, C.M.; RAMOS-E-SILVA, C.A. Seasonal variations in infralittoral seaweed communities under a pollution gradient in Baía de Guanabara, Rio de Janeiro (Brazil). *Ciência e Cultura, SBPC*, São Paulo, v.39, p.423-428. 1987.
 41. WELLS, E.; WILKINSON. Intertidal seaweed biodiversity of Orkney. *Coastal Zone Topics*. v.5, p.25-30. 2003.
 42. WYNNE, M.J. A Checklist of Benthic Marine Algae of the Tropical and Subtropical Western Atlantic: Third Revision. *Nova Hedwigia, Beiheft* v.140, 166p. 2011.