

Universidade Federal do Espírito Santo
Centro de Ciências Humanas e Naturais
Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas

**Influência das características do hábitat na
comunidade macrobentônica associada a
diferentes fitais no entre-marés da Ilha do Boi,
Vitória, Espírito Santo**

Karla Paresque

Jean-Christophe Joyeux

Vitória, ES
Fevereiro, 2008

Universidade Federal do Espírito Santo
Centro de Ciências Humanas e Naturais
Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas

**Influência das características do hábitat na
comunidade macrobentônica associada a
diferentes fitais no entre-marés da Ilha do Boi,
Vitória, Espírito Santo**

Karla Paresque

**Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em
Ciências Biológicas (Área de Concentração em Biologia
Animal) da Universidade Federal do Espírito Santo como
requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em
Ciências Biológicas**

Vitória, ES
Fevereiro, 2008

**Influência das características do hábitat na comunidade
macrobentônica associada a diferentes fitais no entre-marés da
Ilha do Boi, Vitória, Espírito Santo**

Karla Paresque

Orientador: Jean-Christophe Joyeux

Comissão Examinadora:

Profa. Dra. Andréa Junqueira
UFRJ

Prof. Dr. Agnaldo Silva Martins
UFES

Prof. Dr. Jean-Christophe Joyeux
(Orientador)

Dedico este trabalho à Rosebel
Cunha Nalesso e Karla
Gonçalves da Costa que me
ensinaram a reconhecer as
belezas do FUNDO do MAR.

Bentos é tudo. Por que no fundo,
no fundo, lá no fundo mesmo,
tudo é bentos.

AUTOR DESCONHECIDO

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa de Mestrado;

Em especial, agradeço à professora *Rosebel Cunha Nalesso*, orientadora do início ao fim dessa caminhada e na estrada da vida. Muito obrigada!

Ao professor *Jean-Christophe Joyeux*, por ter aceitado me orientar a partir do segundo ano do mestrado, contribuindo muito para o meu crescimento como pesquisadora;

Aos estagiários que me ajudaram nas coletas, triagem e quantificação do material biológico: *João Filipe R. Tonini, Larissa Lupi, Mariana M. Alves, Davi Maioli e Ângelo*. À *Mari* e ao *Davi* pela ajuda também com o processamento das imagens, para o cálculo da dimensão fractal. Sem vocês eu não teria conseguido! Obrigada;

Ao Laboratório de Poliquetologia do IB-USP em nome do professor *João Nogueira*, por me acolher e ensinar muito sobre a taxonomia de algumas famílias do grupo. Agradeço principalmente a *Marcelo Fukuda* por toda atenção, gentileza e paciência durante a minha estadia ensinando a taxonomia dos Syllidae, e posteriormente, durante todo o ano de 2007, enviando os pdfs que eu procurava desesperadamente mas não tinha acesso, me livrando do COMUT. Muito obrigada também às meninas do laboratório, *Tarsila* e *Maíra* na identificação dos Terebellidae e Sabellidae, respectivamente;

À professora *Cynthia Santos*, da UFF, que também muito atenciosamente me recebeu em seu laboratório e me ensinou pacientemente o básico da taxonomia dos Nereididae;

Ao professor *Sérgio Rosso* pelo programa Benoit;

A *Guilherme Henrique Pereira Filho* pela identificação das algas e amizade;

Aos participantes do curso de taxonomia de poliquetas do NUPEM-UFRJ pelas conversas enriquecedoras, principalmente o professor *Varsily Radavesky, Wilson Franklin* (LABOMAR-UFCE) e *Sérgio Stampar* (IB-USP). Obrigada *Sérgio* pela presteza quando eu precisava de artigos impossíveis;

Ao professor *Jayme de Loyola da Silva* da UFPR pelo envio das chaves de identificação de isópodos;

À *Cláudia Valéria* pela identificação dos moluscos;

Ao professor *Gustavo A. S. Mello* do MZ-USP pela identificação dos braquiúros;

Ao professor *Paulo Lana* e *Heliatrice Hadlich* que me disponibilizaram a dissertação do *Gérman*, de poliquetas. Obrigada pela atenção;

Ao Msc. *Rômulo Ramos* pela ajuda com os anfípodos.

A professora *Valéria Hadel* do CEBIMAR pela identificação do holotúria *Synaptula hydriformis*;

- À *Edisa Nascimento* pelos conselhos durante o workshop em Fundão;
- À *Karla Gonçalves da Costa* (FURG) por ter paciência, mesmo muito atarefada, de ler e criticar a dissertação;
- A *Fabrizio Saleme Sá* pelos primeiros ensinamentos na taxonomia básica de poliquetas;
- À *Gabriella Zamprogno* e *Raphael Macieira*, colegas de turma que acudiram, acalmaram e descontraíram em alguns momentos críticos. Às nossas conversas com certeza enriqueceram este trabalho, sem contar as referências que achavam e sempre lembravam de mim;
- À *Érika M. Stein*, companheira de todas as horas, pelas primeiras identificações e pelas inúmeras referências. Valeu!!
- Às meninas do laboratório de bentologia, *Lorena*, *Mari* e *Larissa*, que tornaram os “dias de lupa” mais alegres.
- À toda a família da minha amiga *Cíntia*, em especial a *vó Ena*, por me recepcionarem muito bem sempre que estive “em missão” em Niterói;
- Obrigada à minha irmã, *Roberta Paresque*, pelo entusiasmo, ensinamentos e conselhos. Valeu também por não reclamar quando eu te dava aquelas listinhas de artigos pra pegar pra mim sempre que passava pela USP;
- Por fim, mas não menos importante, gostaria de agradecer à minha família (*Italina* e *Antônio*; *Teta*, *Léo*, *Paula*, *Vitinho* e *Ana Clara*), namorado (*Kildary*) e amigos (*Cíntia*, *Flavia*, *Manu*, *Bal*, *Prússia*, *Lucas*, *Fernando*, *Victor* e *Rafael Magris*) por me darem suporte e alegrias para eu superar todas as pedras no caminho e chegar até aqui.

ÍNDICE

DEDICATÓRIA	iv
EPIGRAFE	v
AGRADECIMENTOS	vi
RESUMO	ix
ABSTRACT	1
1 – INTRODUÇÃO	1
2 – MATERIAIS E MÉTODOS	5
2.1 – Caracterização da área de estudo	5
2.2 – Caracterização das algas estudadas	6
2.2.1 – <i>Sargassum</i> sp.	6
2.2.2 – <i>Ulva fasciata</i>	6
2.2.3 – <i>Centroceras clavulatum</i>	6
2.2.4 – <i>Hypnea musciformis</i>	7
2.2.5 – <i>Arthrocardia gardnerii</i>	7
2.2.6 – <i>Colpomenia sinuosa</i>	7
2.3 – Coleta e processamento do fital	8
2.4 – Cálculo da dimensão fractal	9
2.5 – Quantificação do sedimento e matéria orgânica retidos no talo	10
2.6 – Tratamento dos dados	10
2.6.1 – Densidade e frequência de distribuição	10
2.6.2 – Descritores da comunidade	11
2.7 – Tratamento estatístico	11
3 – RESULTADOS	13
3.1 – A comunidade macrobentônica da Ilha do Boi	13
3.2 – Distribuição da comunidade macrobentônica	19
3.3 – Estrutura das macroalgas e características do hábitat	25
3.4 – Relação entre a macrofauna e as características do hábitat	27
4 – DISCUSSÃO	29
4.1 – Comunidade macrobentônica da Ilha do Boi	29
4.2 – A determinação da comunidade em diferentes fitais	30
5 – REFERÊNCIAS	34

RESUMO

Foram coletadas amostras de seis espécies comuns de algas do entre-marés (*Arthrocardia gardneri*, *Hypnea musciformis*, *Sargassum* sp., *Centroceras clavulatum*, *Colpomenia sinuosa* e *Ulva fasciata*) no costão rochoso da Ilha do Boi, Vitória/ES. Objetivou-se investigar a composição macrobentônica e as características do hábitat (peso seco, peso úmido, biovolume, dimensão fractal, densidade, quantidade de matéria orgânica e sedimento retidos no talo) para apontar quais destes parâmetros ambientais mais interferem na estrutura da comunidade fital associada. No total, foram identificados 39.981 indivíduos, pertencentes a 251 táxons. A abundância e a diversidade macrobentônica foram significativamente diferentes entre as seis algas. No geral, *Sargassum* e *Ulva* apresentaram menores valores para riqueza de espécies, abundância, diversidade e equitabilidade do que as outras quatro algas, além disso, apresentaram baixa complexidade e pouco sedimento e matéria orgânica retidos entre os talos. A combinação desses três parâmetros oferecem uma boa explicação para a estruturação da comunidade macrobentônica nas algas estudadas. A dimensão fractal relaciona-se com o aumento do espaço para assentamento e disponibilidade de alimentos e refúgios contra a predação. Já a retenção de sedimento e matéria orgânica proporcionam nicho alimentar para espécies detritívoras, elevando a riqueza nesses ambientes.

Influência das características do hábitat na comunidade macrobentônica associada a diferentes fitais no entre-marés da Ilha do Boi, Vitória, Espírito Santo

ABSTRACT

Replicate samples of six different algal species (*Arthrocardia gardneri*, *Hypnea musciformis*, *Sargassum* sp., *Centroceras clavulatum*, *Colpomenia sinuosa* e *Ulva fasciata*) were collected in the intertidal rock shores on Ilha do Boi, Vitória/ES. It was objectified to investigate the macrobenthic composition and the habitat characteristics (dry weight, wet weight, biovolume, fractal dimension, density, amount of organic matter and sediment trapped in the stem) and to point which of these environmental parameters more explaining the structure of the fital community. In the total, 39,981 individuals and 251 taxa had been identified. The abundance and diversity of the macrobenthic assemblages were significantly different between the six seaweeds. In general, *Sargassum* and *Ulva* supported a lower richness, abundance, diversity and evenness than the remaining four algal species. Moreover, also showed low complexity and little sediment and organic matter trapped between the stems. These three parameters offer a good explanation for the structure of the macrobenthic assemblages in the seaweed. The fractal dimension could be related to the space for nesting and food availability and shelters increasing protection from predation. Already the retention of sediment and organic matter provide alimentary niche for detritivore species, increasing the richness in these environments.

Keywords: 1. Phytal 2. Macrobenthic 3. Fractal dimension 4. habitat characteristics 5. Community structure 6. Marine Coastal Ecosystem.

1 – INTRODUÇÃO

O fital é um ecossistema marinho formado por macroalgas ou gramas marinhas e as suas epiflora e epifauna associadas (Masunari e Forneris, 1981; Masunari, 1987). As algas promovem o aumento da complexidade do costão rochoso oferecendo maior quantidade de recursos para os epibiontes. Esta disponibilidade de recursos torna favorável o desenvolvimento das mais diversas formas de vida, elevando a biodiversidade nesse ambiente (Edgar 1983; Gao e McKinley, 1994; Costanza et al., 1997; Spalding et al, 2003;). Algumas características intrínsecas das algas (como sua estrutura física, englobando a capacidade de retenção de partículas e sua complexidade estrutural) e do ambiente (como hidrodinâmica, turbidez, temperatura e poluição) estão relacionadas a diversidade do fital mas a importância relativa de cada uma delas, ainda não foi estabelecida. (Turner et al., 1999; Bowden et al., 2001; Hovel et al., 2002). Acredita-se que a morfologia da alga seja um dos fatores que tem maior efeito na

estruturação da comunidade associada. São as características estruturais como tamanho, forma, textura superficial (Gee e Warwick, 1994a), e dureza do talo que determinam a complexidade destes ambientes. Para quantificar a complexidade dos habitats de algas diferentes, já foram propostas algumas medidas como a densidade (Crowder e Cooper, 1982; Stoner e Lewis, 1985), o biovolume (Coull e Wells, 1983; Bartholomew et al., 2000) e a biomassa (Heck e Wetstone, 1977; Stoner, 1980; Stoner e Lewis, 1985). Estas medidas não fornecem relação com a arquitetura das algas e por isso são consideradas pobres descritoras do habitat (Bartholomew et al., 2000).

Com o advento da geometria fractal, (primeiramente proposto por Mandebrot, 1967) aumentou-se as possibilidades de uma definição formal da complexidade do habitat a partir do cálculo da dimensão fractal (D) (Gee e Warwick, 1994a). A dimensão fractal, além de quantificar a complexidade dos habitats (por exemplo, das macroalgas) também permite comparações potenciais da complexidade entre diferentes estruturas biológicas, como recifes de coral (Bradbury et al, 1984), árvores (Morse et al., 1985) e líquens (Shorrocks et al., 1991) já que sua medida independe da natureza do objeto. Os valores variam entre 1 e 2, sendo que 1 representa a medida da reta e 2 a do plano. Um objeto composto por várias retas é considerado mais complexo (com menor valor D associado) do que aquele formado por um plano. Em superfícies fractais a área aumenta quando a unidade de medida diminui e varia com a escala com que o habitat é visto (Gee e Warwick, 1994a). Por exemplo, um indivíduo pequeno consegue perceber a textura na superfície da alga em que se encontra enquanto que um grande perceberia a mesma alga como um plano, desprezando a sua textura.

A medida da complexidade do habitat a partir do cálculo da dimensão fractal vem sendo utilizada para explicar as diferenças na composição de diferentes fitais (Gee e Warwick, 1994a; Davenport, 1996; Ayala e Martín, 2003; Hooper e Davenport, 2006): aumentando a diversidade de espécies (Gee e Warwick, 1994a) ou a abundância de animais pequenos (Morse et al., 1985; Shorrocks et al., 1991; Gunnarsson, 1992, Gee e Warwick, 1994b). A promoção da diversidade em algas mais complexas estruturalmente é explicada por diversos fatores: (1) aumento espacial disponível para ocupação (Morse et al., 1985); (2) aumento da variedade de alimentos (Fretter e Manley, 1977) ou superfície para alimentação (Gee e Warwick,

1994a); (3) modificação das condições microambientais (Gibbons, 1988b) como, por exemplo, aumentando a umidade relativa para animais no entre-marés (Nixon et al., 1971) ou reduzindo o efeito do impacto de ondas (Whorff et al., 1995) e (4) aumento da proteção contra predação (Coull e Wells, 1983; Gibbons, 1988a).

Assim, algas com talos simples, foliáceos, achatados e carnosos, com apressórios discoidais, oferecem apenas superfícies planas, pouco protegidas contra turbulência, predação e dessecação. Nestas fisionomias algais, as comunidades geralmente são restritas tanto em abundância como em riqueza de espécies. Ao contrário, algas finamente ramificadas, em forma de tufo ou estolão, arbustivas ou com uma delicada guarnição de pêlos na superfície do talo, protegem contra os estresses biológicos e físicos. Além disso, elas são capazes de reter maior quantidade de água, têm alta a área superficial disponível, oferecem maior proteção contra a predação e o impacto das ondas e são “amortecedoras” do fluxo de correntes. Desse modo, abrigam maior quantidade de organismos do que algas com talos achatados ou foliáceos (Masunari, 1987; Gee e Warwick, 1994a).

Em algas mais complexas, a retenção de sedimento e matéria orgânica entre as frondes também eleva a complexidade do sistema, oferecendo microhabitats favoráveis ao assentamento de muitas espécies de poliquetas (Antoniadou et al., 2004; Kelaher e Castilla, 2005), bivalves e gastrópodes (Kelaher e Castilla, 2005) de substrato não consolidado. O sedimento acumulado também retém umidade durante as marés-baixas, tornando o ambiente menos estressante para a fauna associada (Gibbons, 1988b). Em geral, o aumento da complexidade estrutural do habitat relaciona-se com o aumento do número de recursos exploráveis (Hicks, 1985) que muitas vezes leva ao aumento da abundância e diversidade faunística (Connel, 1972; Kohn e Leviten, 1976; Heck e Wetstone, 1977; Downes et al, 1998;). Contudo, não há necessariamente relação direta entre morfologia da alga e diversidade de espécies (Kelaher, 2003) ou abundância específica (Hicks, 1985): espécies que são adaptadas às frondes de algas planas e simples, podem alcançar altas densidades.

A dimensão fractal foi apontada por diversos autores como sendo um importante modelador das comunidades fitais (Gee e Warwick, 1994a; Davenport, 1996; Hooper e Davenport, 2006). Outros apontaram a quantidade de sedimento

retida entre as frondes das algas como sendo o fator determinante na composição de organismos nesse ecossistema (Antoniadou et al., 2004; Kelaher e Castila, 2005). Poucos estudos têm relacionado simultaneamente a influência de diversas características do hábitat na composição de toda a comunidade fital (Boström et al., 2006), geralmente apenas alguns grupos são estudados, como moluscos (Chemello e Milazzo, 2002) e anfípodos (Ayala e Martín, 2003). Por isso propôs-se esse estudo. Foram investigados diversos aspectos característicos dos hábitats de diferentes algas para apontar quais são determinantes na estruturação da comunidade fital macrobentônica.

Assim, neste trabalho serão apresentadas evidências de que determinadas características do hábitat, como complexidade estrutural e retenção de sedimento, são responsáveis pela estruturação da comunidade macrobentônica em algas.

Para isso:

1 – Foram estudadas e caracterizadas quantitativa e qualitativamente as comunidades macrobentônicas de seis tipos de algas;

2 – testaram-se eventuais diferenças entre as algas para os descritores da comunidade (riqueza, diversidade, densidade) e característicos do hábitat (dimensão fractal, quantidade de água, sedimento e matéria orgânica retidos no talo, volume e pesos);

3 – estabeleceram-se correlações entre os descritores da comunidade e os parâmetros característicos do hábitat.

4 – estabeleceram-se correlações entre as comunidades e os parâmetros característicos do hábitat.

2 – MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 – Caracterização da área de estudo

O costão rochoso adjacente à Praia da Direita da Ilha do Boi, município de Vitória, ES (20°19'S e 40°20'W) (Figura 1) consiste de um afloramento granítico, possui uma extensão de aproximadamente 34 m, sendo a extensão da faixa entre-marés de aproximadamente 8 m. É um local moderadamente exposto, pois as Ilhas Galheta (Figura 1) impedem que o costão fique totalmente exposto à ação das ondas. A raspagem do mexilhão *Perna perna* para a comercialização é uma atividade observada ocasionalmente no lugar. Quando ocorre, a faixa ocupada por essa espécie fica praticamente nua, já que os coletores retiram todos os indivíduos. A salinidade superficial média (\pm desvio padrão) da água (n=4) foi de 35,0 psu ($\pm 0,3$), e a temperatura média foi de 24,5°C ($\pm 0,1$) enquanto que a concentração média de oxigênio dissolvido foi de 6,9 mg.L⁻¹ ($\pm 1,3$) (dados obtidos com o multiparâmetro YSI 85).

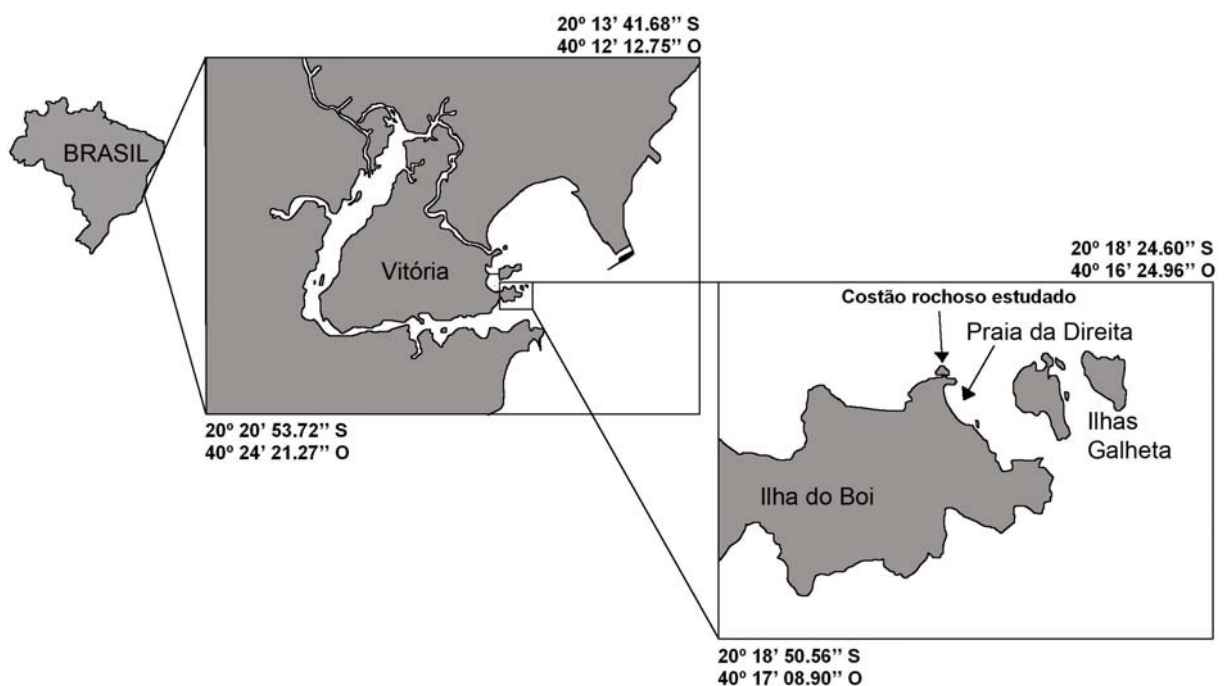


Figura 1 – Localização da Praia da Direita apontando a Praia da Direita e o costão rochoso estudado.

2.2 – Caracterização das algas estudadas

Foram estudadas seis espécies de algas, (*Arthrocardia gardneri* Manza 1937, *Hypnea musciformis* (Wulfen) J. V. Lamouroux 1813, *Sargassum* sp., *Centroceras clavulatum* (C. Agardh) Montagne 1846, *Colpomenia sinuosa* (Mertens ex Roth) Derbès & Solier e *Ulva fasciata* Delile 1813) escolhidas por ocorrerem na mesma faixa de maré e possuírem aparência física diferente umas das outras. Ao longo do texto, a referência a estas algas se dará apenas pelo nome genérico.

2.2.1 – *Sargassum* sp. (Figura 2A)

Divisão Phaeophyta, Ordem Fucales, Família Sargassaceae. O gênero *Sargassum* (Figura 2A) caracteriza-se pelo talo diferenciado em eixos cilíndricos, expansões laminares semelhantes a folhas (filóides) e aerocistos, distribuídos lateralmente nas axilas dos filóides (Crispino, 2000). As margens dos filóides variam de lisas a denteadas e o tamanho do talo pode chegar a 2 m de comprimento. O gênero necessita de revisão devido (entre outros) às dificuldades na identificação de espécies (Taylor, 1960; Oliveira-Filho, 1977). Esta dificuldade se dá principalmente pela plasticidade fenotípica e pela hibridação que ocorre com indivíduos do gênero (Paula, 1978). Por esse motivo optou-se por não identificar a nível de espécie o *Sargassum* estudado.

2.2.2 – *Ulva fasciata* (Figura 2B)

Divisão Chlorophyta, Ordem Ulvales, Família Ulvaceae.

Talo foliáceo expandido, com bordas lisas a irregulares, fixo ao substrato por apressório pequeno, constituído por duas camadas de células (Joly, 1967).

2.2.3 – *Centroceras clavulatum* (Figura 2C)

Divisão Rhodophyta, Ordem Ceraminales, Família Ceramiaceae. Planta em tufos, 1 a 5 cm de altura. Porção prostrada com ramos eretos; ápices forcipados; ramificação dicotômica e/ou irregular, obscurecida pelo crescimento de proliferações em posição oposta nas bifurcações (Cordeiro-Marino, 1978).

2.2.4 – *Hypnea musciformis* (Figura 2D)

Divisão Rhodophyta, Ordem Gigartinales, Família Hypneaceae. Planta com ramificação irregular, de 2 a 3 cm de altura, com eixos principal e secundários cilíndricos. Ramos secundários com numerosas ramificações curtas espinescentes ao seu redor. Ganchos (gavinhas) terminais geralmente presentes (Cordeiro-Marino, 1978). Talo de estrutura sólida parenquimatosa (Ferreira-Correa, 1983).

2.2.5 – *Arthrocardia gardnerii* (Figura 2E)

Divisão Rhodophyta, Ordem Cryptonemiales, Família Corallineaceae. Planta calcária, articulada, em densos tufos com altura entre 5 e 6,5 cm. Apressório crustoso, altamente calcificado. Ramificação em um único plano, rara no terço inferior e di a tricotômica na porção superior, muitas vezes com proliferações (Cordeiro-Marino, 1978).

2.2.6 – *Colpomenia sinuosa* (Figura 2F)

Divisão Phaeophyta, Ordem Dictyosiphonales, Família Punctariaceae. Plantas solitárias ou gregárias com até 12 cm de diâmetro. Talo oco, de forma esférica a irregular, globoso ou achatado com lobos e dobras (Crispino, 2000), superfície rugosa com aspecto cerebróide.

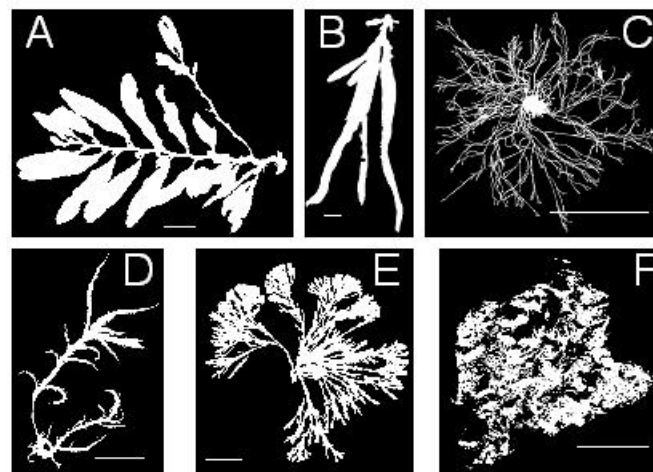


Figura 2 – Aspecto dos talos das algas após o escaneamento e inversão de cores de preto para branco: exemplos de imagens utilizadas para cálculo da dimensão fractal. (A) *Sargassum* sp., (B) *Ulva fasciata*, (C) *Centroceras clavulatum*, (D) *Hypnea musciformis*, (E) *Arthrocardia gardnerii*, (F) *Colpomenia sinuosa*.

2.3 – Coleta e processamento do fital

As coletas foram realizadas durante a baixa-mar, nos meses de maio, julho e novembro/2005 e março/2006. Todas as algas foram coletadas no entre-marés inferior, onde ocorre o predomínio de mexilhões *Perna perna*, apesar da raspagem deste mexilhão, todas as algas estudadas foram encontradas durante todo o ano. Além da mesma faixa de marés, garantiu-se ainda que as algas fossem coletadas fora de poças de maré, frestas na rocha ou sobre matacões, fatores que poderiam propiciar diferentes microhábitats e interferir na estruturação das comunidades associadas. Em cada amostragem foram coletadas 3 réplicas de cada alga. Para tal, utilizou-se quadrat de 20 x 20 cm para delimitação da área. Os quadrats foram lançados aleatoriamente sobre manchas das algas a serem estudadas. As algas sob o quadrat foram totalmente raspadas da rocha, com uma espátula, garantindo assim que fossem coletadas inteiras (talos com apressórios). No total, foram coletadas 72 réplicas, 12 de cada espécie de alga (4 coletas X 3 réplicas).

Em laboratório, todas as réplicas foram individualizadas, fixadas em formol 5% e lavadas em peneira de 500 µm para eliminação de sedimento, matéria orgânica e organismos da micro e meiofauna. Em seguida foram triadas em estereomicroscópio e os organismos macrobentônicos foram separados e preservados em álcool 70%.

As principais chaves, atlas e guias taxonômicos de grandes grupos utilizadas para identificação dos táxons foram: moluscos (Rios, 1994), anfípodos (Barnard e Karaman, 1991; Bousfield, 1973; Oliveira, 1953; Serejo, 1998; Wakabara, 1972), poliquetas (Amaral e Nonato, 1996; Amaral et al., 2006; Blake, 1995a, b, c; Day, 1967; Kudenov, 1995; Kudenov e Harris, 1995; Nogueira, 2000; Nogueira e San Martín, 2002; San Martín, 2003; Viéitez et al., 2004), isópodos (Kensley e Schotte, 1989), sipúnculos (Cuttler, 1994; Ditadi, 1976), picnogonidas (Arango e Wheeler, 2007) e braquiúros (Melo, 1996; Melo, 1999).

Após a triagem, as algas foram deixadas sobre peneira por 30 minutos para escorrer o excesso de água. Após tal intervalo o biovolume de cada réplica foi estimado segundo o método de deslocamento de água em proveta graduada

(Montouchet, 1979). Neste método, um volume conhecido de água é colocado na proveta e, em seguida, acrescenta-se a alga. O biovolume da amostra é dado pela diferença entre os volumes final e inicial marcados na proveta. Depois dessa medição, as algas foram retiradas da proveta, a água utilizada foi descartada e fez a medição do peso de cada amostra: as réplicas foram mantidas por 30 minutos sobre papel absorvente para eliminação do excesso de água, foram pesadas (peso úmido) em balança de 0,01 g de precisão e, em seguida, secas em estufa a 60°C por 24 horas e novamente pesadas (peso seco). Para o cálculo da densidade (seca) da alga (g/100ml) utilizou-se uma regra de três simples com valores obtidos de peso seco e biovolume para cada réplica conforme Kelaher e Castilla (2005).

A dimensão fractal, quantidade de sedimento e matéria orgânica retidos no talo foram avaliados para cada espécie de alga, em outras coletas.

2.4 – Cálculo da dimensão fractal

Os talos das algas utilizados para este cálculo foram coletados aleatoriamente em março e agosto de 2006, março, maio e agosto de 2007. Foram utilizados 5 talos diferentes da mesma alga (n=5) e o valor final foi dado através da média dos 5 valores obtidos. Para o cálculo da dimensão fractal D, empregou-se a metodologia proposta por Nascimento (2006), em que as algas foram coradas com violeta genciana e escaneadas com resolução de 9600 ppp (máxima possível). Após este procedimento, as imagens foram processadas com brilho e contraste e o tamanho foi padronizado para 3000 pixels. As imagens das algas foram delimitadas manualmente (fez-se o contorno) com a ferramenta “lápiz” de 2 píxels no programa Photoshop CS12. Em seguida foram transformadas para branco em preto (já que o programa que calcula a dimensão fractal só lê objetos em branco com o fundo preto; Figura 2). No software Benoit 1.3 (TRUSOFT Int’1 Inc, St Petersburg) calculou-se a dimensão fractal de cada amostra de alga utilizando-se o método da Contagem de Caixas, aplicável ao espaço 2D e 3D. Esse método é usado para objetos auto-similares: cobre-se uma imagem por caixas de tamanho “r” e a dimensão é calculada determinando-se quantas caixas de um tamanho “r” particular são necessárias para cobrir a imagem.

Neste tipo de análise o erro inerente ao método deve ser inferior ao tamanho mínimo da fauna estudada. No presente estudo essa exigência foi atendida

já que a faixa de transição (dúvida entre o que é alga ou sombra) foi em média de 110 μm (13 pixels) e a malha da peneira utilizada foi 500 μm .

2.5 – Quantificação do sedimento e matéria orgânica retidos no talo

Quatro coletas foram realizadas durante a maré-baixa no ano de 2007 (maio, junho, julho e agosto). Em cada coleta, 2 réplicas de 100 ml (medidos conforme Montouchet, 1979) de cada alga foram coletadas através de raspagem total (talo e apressório). Em laboratório, os talos foram lavados em bandejas até ficarem totalmente livres de sedimento. Após esta lavagem, tais talos foram descartados e a água utilizada para lavagem, juntamente com o sedimento retido, foi reservada por 24h. Após esse intervalo, o sedimento precipitado foi levado para estufa a 60 °C por 48 horas. No final desse período, foi pesado em balança com 0,01g de precisão, obtendo-se assim a quantidade de sedimento da amostra.

Posteriormente, 5g de sedimento foram incinerados em mufla a 550° C por 2 horas. A porcentagem da matéria orgânica no sedimento foi determinada através da diferença do peso da amostra antes e após a incineração. Não houve fracionamento em amostras com menos de 5g de sedimento. Para ambos sedimento e matéria orgânica as réplicas foram somadas e os valores apresentados são a média das quatro coletas (em 200 ml de alga).

2.6 – Tratamento dos Dados

Ao final dos processos analíticos, as três réplicas da mesma alga e coleta foram somadas (número de indivíduos, biovolume e peso úmido e peso seco) transformando-se em uma única amostra composta por coleta, totalizando 24 amostras (6 algas X 4 coletas).

2.6.1 – Densidade e frequência de distribuição

Para cada uma das 24 amostras, calculou-se a densidade macrofaunística em número de indivíduos por 100 ml de alga, segundo Hacker e Steneck (1990). O valor final da densidade foi a média das 4 coletas para cada alga. A frequência de ocorrência de cada táxon nas 24 amostras foi obtida contando-se o número de amostras em que determinado táxon foi registrado, a fim de excluir as

espécies raras (que ocorreram em apenas 1 amostra) das análises estatísticas multivariadas.

2.6.2 – Descritores da comunidade

Para cada alga foi calculada a riqueza de táxons (S =número de táxons), o índice de diversidade de Shannon-Wiener (Zar, 1996) e o índice de equitabilidade de Pielou (Zar, 1996).

2.7 – Tratamento estatístico

Com os dados de densidade média de todos os táxons por alga foram feitas as curvas de K-dominância utilizando-se o programa PRIMER 6.0. Os dados da comunidade (densidade, riqueza, diversidade e equitabilidade) e do hábitat (peso seco, peso úmido, biovolume, dimensão fractal, quantidade sedimento e matéria orgânica retidos no talo) foram comparados entre as algas através de uma análise de variância univariada (ANOVA, $n=24$) com teste de Tukey *a posteriori*. As variáveis foram testadas pelo teste de Kolmogorov Smirnov quanto à normalidade de distribuição e quando não normais, os dados foram transformados com $\ln(x+1)$. As correlações entre as variáveis da comunidade e as do hábitat, foram calculadas pela correlação não paramétrica de Spearman ($n=6$). Estas análises foram realizadas no programa SPSS 12.0 for Windows.

Fez-se uma análise de agrupamento utilizando-se o índice de similaridade de Bray-Curtis. Os dados utilizados foram as densidades médias (transformados pela raiz quarta) por alga, dos táxons que ocorreram em pelo menos duas amostras. O teste de permutação ANOSIM (unifatorial) foi empregado a fim de avaliar a significância das diferenças entre as algas ($n=24$). A matriz de similaridade para este teste incluiu a densidade dos organismos presentes em pelo menos duas amostras e os dados foram transformados pela raiz quarta. O teste ANOSIM produz uma estatística R que varia de -1 a $+1$. Valores de R iguais a $+1$ são obtidos apenas quando todas as réplicas dentro dos grupos são mais similares entre si do que a qualquer réplica de grupos diferentes. O procedimento de porcentagem de similaridades (SIMPER) definiu o percentual de dissimilaridade entre as algas estudadas par a par (Clarke & Warwick, 2001).

Na análise de BIOENV, utilizou-se correlação não paramétrica de Spearman, porém, nessa análise não há uma probabilidade associada (Clarke & Warwick, 2001). A análise foi realizada a partir de dois conjuntos de dados independentes: (1) densidade média dos táxons que ocorreram em pelo menos duas amostras; (2) valores médios das características do hábitat (peso seco, peso úmido, biovolume, dimensão fractal, quantidade de sedimento e matéria orgânica retidos no talo); As variáveis do primeiro conjunto de dados foram transformadas pela raiz quarta e a matriz de similaridade foi calculada utilizando-se o índice de Bray-Curtis. As variáveis do segundo conjunto de dados foram transformadas subtraindo-se a sua média e dividindo-se pelo seu respectivo desvio-padrão e utilizou-se a distância euclidiana para cálculo da matriz de similaridade. As análises de multivariadas (análise de agrupamento, ANOSIM, BIOENV e SIMPER) foram realizadas no programa PRIMER 6.0. Para todos os testes utilizou-se alfa igual a 0,05.

3 – RESULTADOS

3.1 – A comunidade macrobentônica da Ilha do Boi

Foram encontrados 39.981 indivíduos pertencentes a 251 táxons (Tabela 2). Os grupos mais ricos em número de espécies foram a classe Polychaeta, o subfilo Crustacea, e o filo Mollusca com 7.097 (17,8%), 26.019 (65,1%) e 3.941 (9,9%) do total de indivíduos, respectivamente (Figura 3). Outros grupos englobando os filis Arachnida, Echinodermata, Chordata, Sipuncula, Cnidaria, Nematoda e Nemertinea e as classes Insecta e Turbellaria representaram, juntos, 7,2% do número total de indivíduos com 22 táxons.

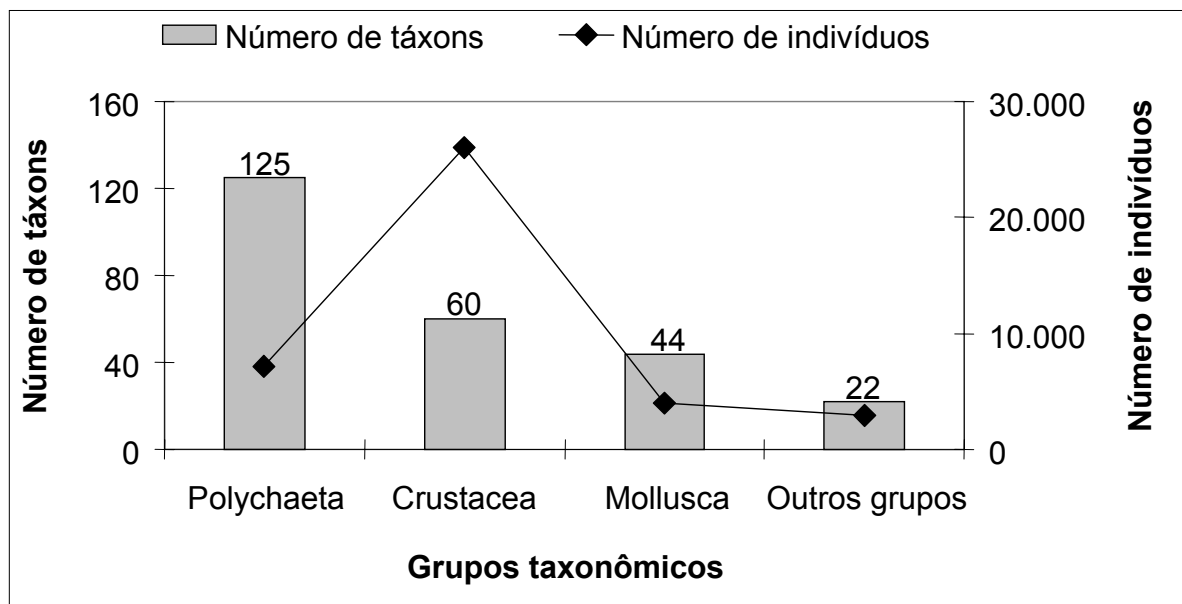


Figura 3 – Número de táxons e de indivíduos registrados para os grandes grupos faunísticos dos fitais da Ilha do Boi.

No geral, 14 táxons foram dominantes, com abundância maior que 1% do total de indivíduos. Os mais abundantes destes, em ordem decrescente, foram os anfípodos *Hyale media* e *Hyale nigra*, o isópodo *Dynamenella* cf. *acutitelson* e o anfípodo *Elasmopus brasiliensis*. Juntas, essas quatro espécies somaram mais de 50% do total de indivíduos. Os outros 10 táxons dominantes foram: *Stenetrium* sp1, *Nereis* cf. *falcaria*, *Bivalvia* juv., *Syllis prolifera*, *Jaeropsidae* sp1, *Sipuncula* sp1, *Perna perna*, *Brachidontes solisianus*, *Tricollia affinis* e *Fissurella* juv. (*Fissurella* juvenil).

Tabela 2 – Espécies macrobentônicas encontradas em seis fitais da Ilha do Boi. Densidades médias (ind/100ml) de cada táxon por alga (n=4).

Grupo	Táxon	Alga						
			Sargassum	Hypnea	Centroceras	Arthrocardia	Ulva	Colpomenia
Aracnida	<i>Achelia</i> sp1			0,3	0,1	1,7		
Aracnida	<i>Ammotea</i> sp1		0,1	0,6		1,4		0,4
Aracnida	<i>Anoplodactylus</i> sp1		0,1	0,2		0,7		0,4
Aracnida	<i>Anoplodactylus</i> sp2				0,1	0,3		
Aracnida	<i>Endeis</i> sp1		0,1	8,2	0,2	10,8		5,4
Aracnida	<i>Endeis</i> sp2		0,5			0,1		
Cnidaria	Hidrozoa sp1					0,1		
Crustacea	<i>Acanthonyx dissimulatus</i>		0,4	0,2		0,2		0,2
Crustacea	<i>Acanthonyx scutiformis</i>		0,8	1,2		0,1	0,1	
Crustacea	Amphilochoidea sp1		2,4	2,2	1,9	3,0		1,8
Crustacea	Amphilochoidea sp2		0,1					
Crustacea	Gammaridea sp1					0,1		
Crustacea	<i>Aruga</i> sp1		0,1	0,1		1,0	0,1	2,3
Crustacea	<i>Bonasa</i> sp1		0,1					
Crustacea	Caprellidea sp1		1,1	5,4		0,5	0,1	0,4
Crustacea	<i>Chthamalus</i> sp1				0,4			
Crustacea	Cirolanidae sp1			0,1	0,2			
Crustacea	Copepoda sp1							0,4
Crustacea	Corophiidae sp1		0,4	1,3	1,0	2,9	0,2	7,9
Crustacea	Cumacea sp1			0,1				
Crustacea	<i>Cymadusa</i> sp1		2,5	2,6	13,9	0,9		35,2
Crustacea	<i>Cymadusa</i> sp2							0,4
Crustacea	<i>Cymadusa</i> sp3		0,1	0,1		0,1		7,5
Crustacea	<i>Cymadusa</i> sp4		0,1	0,1				4,1
Crustacea	<i>Cymadusa</i> sp5		0,1					
Crustacea	<i>Cymodocella guarapariensis</i>				0,3	0,1		0,4
Crustacea	<i>Discerceis</i> cf. <i>linguicauda</i>				0,3			
Crustacea	<i>Dynamenella</i> cf. <i>acutitelson</i>		0,6	38,3	191,3	9,4	0,6	115,9
Crustacea	<i>Dynamenella tropica</i>			0,1	5,6	0,3	0,2	11,1
Crustacea	<i>Elasmopus brasiliensis</i>		2,9	12,7	116,9	27,8	7,8	97,5
Crustacea	<i>Elasmopus pectinicus</i>		0,4	2,4	5,6	7,7	0,1	14,0
Crustacea	<i>Elasmopus rapax</i>		<0,1			0,6	0,1	1,8
Crustacea	<i>Elasmopus</i> sp1		0,3		0,3			
Crustacea	<i>Epialtus bituberculatus</i>		<0,1	0,4		1,6		
Crustacea	<i>Epialtus brasiliensis</i>					0,7		
Crustacea	<i>Eriphia gonagra</i>					0,2		
Crustacea	Filocaridea sp1		0,1			0,1		
Crustacea	<i>Gammarus</i> sp1			0,2		0,1		0,2
Crustacea	Hiperiidae sp1		0,1					
Crustacea	<i>Hyale media</i>		105,1	182,9	702,4	50,9	54,9	191,0
Crustacea	<i>Hyale nigra</i>		125,1	34,6	594,5	1,9	94,6	11,0
Crustacea	<i>Hyale</i> sp1		1,6	4,7	15,7	0,4	4,1	1,6
Crustacea	Ischiroceridae sp1		7,2	0,1	0,3	0,1	0,5	4,8
Crustacea	Jaeropsidae sp1		0,6	5,8	2,1	55,4		10,8
Crustacea	Isopoda sp1			0,1		0,6	0,5	9,8
Crustacea	Isopoda sp2		0,1			0,3		3,2
Crustacea	Isopoda sp3			0,1		1,4		
Crustacea	Isopoda sp4			0,1	0,3	0,1		0,2

Crustacea	<i>Jassa</i> sp1	0,1					
Crustacea	Leucothoidae sp1	<0,1			0,1		
Crustacea	Liljeborgiidae sp1		1,2	2,2	1,7	0,1	5,5
Crustacea	Liljeborgiidae sp2				0,3		
Crustacea	<i>Mesanthura</i> sp1	0,2	0,4	7,8	3,7	0,1	10,4
Crustacea	Ostracoda sp1	0,3		4,1		0,1	0,8
Crustacea	<i>Pachygrapsus gracilis</i>		0,1				
Crustacea	<i>Pachygrapsus transversus</i>		0,3	3,5		0,4	3,2
Crustacea	<i>Panopeus astrobessus</i>				0,1		
Crustacea	<i>Panopeus lacustris</i>		0,1				
Crustacea	<i>Pilumnus caribaeus</i>		0,1				
Crustacea	<i>Pilumnus dasypodus</i>		0,2	0,6	0,2		
Crustacea	Porcelanidae sp1	<0,1	0,1				
Crustacea	<i>Porcellionides sexfasciatus</i>	0,4	2,6	11,5	9,3	0,1	14,4
Crustacea	<i>Schoemakerella</i> sp1	0,2					
Crustacea	<i>Stenetrium</i> sp1	0,8	11,2	13,9	30,5	1,0	191,9
Crustacea	<i>Stenetrium</i> sp2	0,7	2,9	0,3	2,6	0,9	40,2
Crustacea	<i>Synidotea littoralis</i>	0,1			0,1		
Crustacea	Tanaidacea sp1	0,1	0,5	3,2	3,6		8,0
Echinodermata	Holoturia sp1		0,2		0,1		
Echinodermata	<i>Ophiurida</i> spp.	0,2	1,2	0,8	8,0		3,2
Echinodermata	<i>Synaptula hydriformis</i>	0,3	0,2	0,6	13,6		1,0
Echiura	Echiura sp1			0,9	0,2		0,6
Insecta	Diptera sp1			0,2			
Insecta	Quironomidae sp1		2,0	14,0	2,7		12,2
Mollusca	<i>Anachis catenata</i>		0,1		0,1		
Mollusca	<i>Anachis lyrata</i>	0,7			1,5	0,8	
Mollusca	<i>Anachis obesa</i>		0,1				
Mollusca	<i>Anachis pulchella</i>				0,2	0,1	
Mollusca	<i>Bitium varium</i>	<0,1			0,1		0,4
Mollusca	<i>Bivalvia</i> juv.		1,1	270,2	1,2		2,1
Mollusca	<i>Bivalvia</i> sp1	<0,1		0,3	0,1		0,2
Mollusca	<i>Brachidontes darwinianus</i>			0,5			
Mollusca	<i>Brachidontes exustus</i>			0,3	0,1		
Mollusca	<i>Brachidontes solisianus</i>	<0,1		166,9			
Mollusca	<i>Chiton</i> sp1			1,0	0,3		
Mollusca	<i>Collisella</i> sp1			0,5	1,2		4,4
Mollusca	<i>Collisella subrugosa</i>			11,3	0,1	0,1	1,4
Mollusca	<i>Columbella mercatoria</i>				0,1	0,3	
Mollusca	<i>Corbula patagonica</i>	<0,1					
Mollusca	<i>Crassostrea</i> sp1			0,1			
Mollusca	<i>Crepidula aculeata</i>			0,3	1,7		
Mollusca	<i>Crepidula gemmulosa</i>				0,1		
Mollusca	<i>Crepidula plana</i>			0,1		0,2	
Mollusca	<i>Crepidula protea</i>		1,2	0,3	3,0		5,0
Mollusca	<i>Crepidula</i> sp1		1,5		0,2		9,0
Mollusca	<i>Fissurella clenchi</i>		1,7		2,2		1,0
Mollusca	<i>Fissurella rosea</i>		3,6		3,4	2,0	7,7
Mollusca	<i>Fissurella</i> juv.	0,2	11,3	0,7	19,8		21,7
Mollusca	Gastropoda sp1				0,1		
Mollusca	<i>Gouldia cerina</i>				0,1		
Mollusca	<i>Hyatella artica</i>	0,1	2,7		0,1		0,2
Mollusca	<i>Ischnochiton roseus</i>				0,2		
Mollusca	<i>Ischnochiton striolatus</i>				0,2		
Mollusca	<i>Isognomon bicolor</i>			0,3			
Mollusca	<i>Mitrella argus</i>				1,1		
Mollusca	<i>Mitrella dichroa</i>	0,3			0,8		
Mollusca	<i>Mitrella lunata</i>				0,2		
Mollusca	<i>Mitrella ocellata</i>				0,1		
Mollusca	<i>Murexiella glypta</i>	0,1					
Mollusca	<i>Nodilittorina ziczac</i>			0,1			

Mollusca	Nudibranchia sp1	0,1	0,4	0,1	0,9		2,7
Mollusca	<i>Odostomia seminuda</i>		0,1				
Mollusca	<i>Parviturboides interruptus</i>		0,1				
Mollusca	<i>Perna perna</i>	1,8	7,8	26,2	9,6	4,9	18,8
Mollusca	<i>Petricola typica</i>			0,3	0,3		0,2
Mollusca	<i>Siphonaria pectinata</i>				0,1		
Mollusca	<i>Thracia distorta</i>		0,2	3,3	0,9		0,6
Mollusca	<i>Tricollia affinis</i>	25,1	3,3	0,3	4,0		19,0
Nematoda	Nematoda sp1	<0,1	1,0	2,8	2,6		0,4
Nemertinea	Nemertinea sp1	0,1	7,1	2,8	13,2	0,1	6,4
Platelminto	Planaria sp1		0,2	1,1	3,5	0,2	8,5
Polychaeta	<i>Amphicorina cf. schlenze</i>	0,1	0,2	0,8	1,1		0,8
Polychaeta	<i>Amphiglena lindae</i>	0,6	0,4	1,5	6,7		0,6
Polychaeta	Amphinomidae sp1		0,1		0,3		
Polychaeta	<i>Aphelochaeta</i> sp1		0,1	0,1	4,6		
Polychaeta	Arabellidae sp1				0,1		
Polychaeta	<i>Aricidea</i> sp1		0,1	12,5	1,8		0,4
Polychaeta	<i>Autolytus</i> sp1	0,5	0,4	0,9	1,9	0,1	5,4
Polychaeta	<i>Bocardia</i> sp1				0,1		
Polychaeta	<i>Branchioma</i> sp1		0,1		0,9		0,8
Polychaeta	<i>Branchiosyllis exilis</i>	<0,1		0,1	2,0		
Polychaeta	Capitellidae sp1				0,2		
Polychaeta	Capitellidae sp2				0,1		
Polychaeta	Capitellidae sp3				0,1		
Polychaeta	Caulleriella sp1			0,4	0,7		
Polychaeta	Cirratulidae sp1	0,3	0,3	11,5	8,9	0,1	4,7
Polychaeta	Cirratulidae sp2	0,2			2,6		
Polychaeta	Cirratulidae sp3				0,6		
Polychaeta	<i>Cirratulus</i> sp1				7,3		0,8
Polychaeta	<i>Cirriformia punctata</i>	0,1	0,3	12,8	5,9		2,1
Polychaeta	<i>Cirriformia</i> sp1			1,3	3,6		1,3
Polychaeta	<i>Eteone</i> sp1				0,1		
Polychaeta	<i>Eteone</i> sp2				0,5		
Polychaeta	<i>Eunice</i> sp1	0,7	0,7	0,6	6,0		2,9
Polychaeta	Eunicidae sp1		0,1	0,6	0,6		0,4
Polychaeta	<i>Eurithoe</i> sp1	<0,1					
Polychaeta	<i>Eusyllis</i> sp1				0,7		0,4
Polychaeta	<i>Eusyllis</i> sp2		0,1		0,4		
Polychaeta	<i>Exogone africana</i>	0,1	0,1	3,4	5,0		0,8
Polychaeta	<i>Exogone brevi antennata</i>	0,2	0,9	2,3	2,1		0,4
Polychaeta	<i>Exogone dispar</i>	<0,1	0,5	4,0	2,9		0,4
Polychaeta	<i>Exogone heterosetosa</i>				0,1		
Polychaeta	<i>Exogone</i> sp1	0,1			0,1		
Polychaeta	<i>Exogone</i> sp2			0,1	0,1		
Polychaeta	<i>Haplosyllis spongicola</i>	0,2		0,1	14,4		0,2
Polychaeta	<i>Harmothoe</i> sp1		0,1	0,3	0,8		
Polychaeta	<i>Jasmineira</i> sp1				0,2		
Polychaeta	<i>Lumbrineriops</i> sp1				0,1		
Polychaeta	<i>Lumbrineris</i> sp1	0,1	0,1	0,8	0,7		
Polychaeta	<i>Lysidice</i> sp1	<0,1	0,1	0,4	0,4		0,4
Polychaeta	<i>Marphysa</i> sp1		0,4	0,1	1,1		2,7
Polychaeta	<i>Mediomastus</i> sp1				0,6		
Polychaeta	<i>Montecellina</i> sp1				0,1		
Polychaeta	<i>Myrianida cf. prolifera</i>				0,5		
Polychaeta	<i>Naineris</i> sp1		0,1	1,2	0,9		
Polychaeta	<i>Naineris</i> sp2			0,3			
Polychaeta	<i>Neanthes cf. ceciliae</i>			0,4	0,5		0,4
Polychaeta	<i>Neanthes</i> sp1	<0,1	0,1	1,1	0,1		
Polychaeta	<i>Neanthes</i> sp2				0,1		
Polychaeta	<i>Nematonereis</i> sp1			0,3	0,3		
Polychaeta	Nereididae sp1	0,1	0,2	1,2	0,3		

Polychaeta	Nereididae sp10					0,1	
Polychaeta	Nereididae sp2	<0,1		0,4	0,3		0,4
Polychaeta	Nereididae sp3	0,3	0,2				0,4
Polychaeta	Nereididae sp4			0,4	0,1		0,4
Polychaeta	Nereididae sp5			0,3			0,4
Polychaeta	Nereididae sp6				0,2		
Polychaeta	Nereididae sp7				0,1		
Polychaeta	Nereididae sp8				0,1		0,2
Polychaeta	Nereididae sp9				0,1		
Polychaeta	<i>Nereis cf. broa</i>				0,1		
Polychaeta	<i>Nereis cf. falcaria</i>	1,5	21,9	51,2	24,0	0,3	66,4
Polychaeta	<i>Nereis</i> sp2			0,4	0,1		1,2
Polychaeta	<i>Nicolea uspiana</i>				1,0		
Polychaeta	<i>Nicon</i> sp1				0,1		
Polychaeta	<i>Ninoe</i> sp1			0,3			
Polychaeta	<i>Odontosyllis cf. guillermoi</i>				0,1		
Polychaeta	<i>Odontosyllis</i> sp1		8,8				
Polychaeta	<i>Ophelia</i> sp1				0,1		
Polychaeta	<i>Opisthosyllis brunnea</i>	0,2	3,7	21,4	7,7	0,1	8,4
Polychaeta	<i>Opisthosyllis viridis</i>	0,1	1,2	2,8	2,1		2,1
Polychaeta	Orbiniidae sp1			4,4			
Polychaeta	Paraonidae sp1			0,6			
Polychaeta	<i>Perinereis ponteni</i>	<0,1	0,1	0,1	0,3		
Polychaeta	Philodocidae sp1				0,1		
Polychaeta	<i>Phragmatopoma lapidosa</i>		5,4	7,4	2,6	0,1	5,3
Polychaeta	Phyllodoce sp1		0,1				
Polychaeta	<i>Pionosyllis</i> sp1			0,3	0,1	0,2	1,3
Polychaeta	<i>Pista corrientis</i>				0,2		
Polychaeta	<i>Platynereis cf. dumerilii</i>	0,1			0,1	0,1	
Polychaeta	<i>Platynereis</i> sp1	1,9	0,4	0,5	0,9		1,4
Polychaeta	<i>Podarke</i> sp1				0,1		
Polychaeta	Polychaeta spp.			1,4	0,1		
Polychaeta	<i>Polydora</i> sp1		0,1	0,8	2,0		3,6
Polychaeta	<i>Protocirrineris</i> sp1			0,4	2,0		
Polychaeta	<i>Pseudonereis andersoni</i>		0,4	0,4	0,2		1,1
Polychaeta	<i>Pseudonereis palpata</i>	0,1	1,6	1,7	1,7	0,1	3,1
Polychaeta	<i>Pulliella</i> sp1				1,1		
Polychaeta	Sabellidae sp1				0,8		
Polychaeta	Serpullidae sp1			0,3			
Polychaeta	<i>Shaerosyllis cf. goorabantennata</i>				0,1	0,2	
Polychaeta	Sphaerodoridae sp1		0,1		0,1		
Polychaeta	Spionidae sp1			1,3	0,8		
Polychaeta	<i>Streblosoma cf. oligobranchiatum</i>				0,1		
Polychaeta	Syllinae sp1		0,3		0,1		
Polychaeta	<i>Syllides cf. bonsei</i>				0,1		
Polychaeta	<i>Syllis benelahue</i>		0,6	1,9	4,1		1,2
Polychaeta	<i>Syllis bouvieri</i>				0,1		
Polychaeta	<i>Syllis cf. amica</i>				0,1		
Polychaeta	<i>Syllis cf. armillaris</i>	0,1	0,1		0,7		
Polychaeta	<i>Syllis cf. cruzi</i>				0,1		
Polychaeta	<i>Syllis cf. denticulatum</i>				0,1		
Polychaeta	<i>Syllis cf. glandulata</i>		0,4	9,6	8,9		1,2
Polychaeta	<i>Syllis cf. krohnii</i>				0,1		
Polychaeta	<i>Syllis cf. lutea</i>				0,1		
Polychaeta	<i>Syllis cf. pseudoarmillaris</i>	0,2	0,4	3,9	11,3		2,1
Polychaeta	<i>Syllis cf. pulvinata</i>	0,8	1,8	21,9	10,8		4,3
Polychaeta	<i>Syllis cf. rosea</i>		0,1	0,3	0,2		0,4
Polychaeta	<i>Syllis coralicola</i>	0,1	0,2	0,2	2,8		0,2
Polychaeta	<i>Syllis garciai</i>		0,1	0,1	0,6		

Polychaeta	<i>Syllis gracilis</i>	0,1	0,4	1,2	5,6		1,4
Polychaeta	<i>Syllis hyllebergi</i>		0,6	0,7	1,0		0,2
Polychaeta	<i>Syllis magelanica</i>				0,1		
Polychaeta	<i>Syllis maryae</i>		0,1	0,2	0,1		
Polychaeta	<i>Syllis prolifera</i>	0,5	11,7	22,6	36,6	0,2	75,5
Polychaeta	<i>Syllis</i> sp1		0,2	5,5	2,8		3,1
Polychaeta	<i>Syllis</i> sp2	<0,1	0,1	1,6	0,4		0,4
Polychaeta	<i>Syllis</i> sp3				0,3		
Polychaeta	<i>Syllis</i> sp4				0,1		
Polychaeta	<i>Syllis</i> sp5				0,1		
Polychaeta	<i>Syllis tyrrena</i>			0,7	0,6		
Polychaeta	<i>Syllis variegata</i>	0,5	2,4	0,8	20,1		2,6
Polychaeta	Terebellidae sp1		0,2	0,2	5,2		
Polychaeta	<i>Tharyx</i> sp1			0,4	0,5		0,2
Polychaeta	<i>Timarete</i> sp1		0,1	2,0	3,5		
Polychaeta	<i>Trypanosyllis zebra</i>		0,2	0,3	1,7		0,2
Sipuncula	<i>Sipuncula</i> sp1	1,2	8,6	60,3	14,8	0,7	34,8
Sipuncula	<i>Sipuncula</i> sp2		0,1	1,4	2,4		0,4
Sipuncula	<i>Sipuncula</i> sp3		0,3	0,3	5,0		0,4
Sipuncula	<i>Sipuncula</i> sp4		0,2	0,3	3,0		0,4
Sipuncula	<i>Sipuncula</i> sp5	<0,1		81,3	1,2		1,5
Urochordata	<i>Ascidia</i> sp1			0,3	0,3		

3.2 – Distribuição da comunidade macrobentônica

21 táxons foram comuns a todas as algas e 88 (Tabela 2) ocorreram em apenas uma das algas. *Arthrocardia* teve a maior quantidade de táxons exclusivos (56, sendo 1 cnidário, 5 crustáceos, 9 moluscos e 41 poliquetas), seguida por *Centroceras* (12, sendo 2 crustáceos, 1 inseto, 4 moluscos e 5 poliquetas), *Hypnea* (10, sendo 4 crustáceos, 4 moluscos e 2 poliquetas), *Sargassum* (8, sendo 6 crustáceos, 1 molusco e 1 poliqueta) e *Colpomenia* (2 crustáceos). *Ulva* foi a única a não apresentar nenhum táxon exclusivo. Desses 88 táxons, apenas 10 foram considerados não raros e estiveram distribuídos em apenas duas algas: *Arthrocardia* (7, 4 poliquetas, 2 crustáceos e 1 molusco) e *Centroceras* (3, 2 crustáceos e 1 molusco).

A distribuição da comunidade bentônica nos fitais, mostrando os táxons que mais contribuíram com a densidade total em cada alga, está ilustrada na Figura 4. Foram representados apenas os táxons que, cumulativamente, somaram pelo menos 60% do total de indivíduos nas algas.

Em *Sargassum* e *Ulva* houve o domínio dos anfípodos *Hyale nigra* e *H. media*, que juntas, contribuíram com aproximadamente 80% da densidade total dos indivíduos nestas algas (Figura 4A e B). Na feofíceia, *H. media* teve densidade média de 105 ± 107 ind/100 ml e *H. nigra* 125 ± 163 ind/100ml, enquanto que na clorofíceia as densidades para *H. media* e *H. nigra* foram, respectivamente, 55 ± 17 ind/100ml e 95 ± 105 ind/100ml (Tabela 2). Além destes anfípodos, *Sargassum* teve *Tricollis affinis* e Ischiroceridae sp1 dentre os táxons dominantes. Em *Ulva*, *Elasmopus brasiliensis*, *Perna perna*, *Hyale* sp1 e *Fissurella rosea* contribuíram com mais de 1% do total de indivíduos. Embora *Sargassum* tenha apresentado mais que o dobro de espécies do que *Ulva*, as curvas de K-dominância destas algas foram semelhantes no fato de mostrarem grande dominância de poucos táxons (Figura 5A e B).

Em *Centroceras* e *Hypnea*, os 60% do número total de indivíduos da comunidade foram compostos por 3 e 4 táxons respectivamente (Figura 4C e D). Em ambas os anfípodos *H. media* e *H. nigra* juntos representaram aproximadamente metade do número total de indivíduos da comunidade dessas algas: a densidade de *H. media* foi de 702 ± 812 ind/100ml e 183 ± 139 ind/100ml em *Centroceras* e

Hypnea, respectivamente, enquanto *H. nigra* foi de 594 ± 375 ind/100ml em *Centroceras* e 35 ± 25 ind/100ml em *Hypnea* (Tabela 2). Em *Centroceras*, o terceiro táxon que compôs os 60% do total da densidade foi um bivalve jovem não identificado (270 ± 327 ind/100ml), enquanto que em *Hypnea*, *Dynamenella* cf. *acutitelson* (38 ± 26 ind/100ml) e *Nereis* cf. *falcaria* (22 ± 25 ind/100ml) participaram juntamente com os anfípodos da composição dos 60% da densidade de organismos (Tabela 2). Outros sete táxons ocorreram em *Centroceras* com mais de 1% da densidade total: *Dynamenella* cf. *acutitelson*, *Brachidontes solisianus*, *Elasmopus brasiliensis*, *Sipuncula* sp5, *Sipuncula* sp1, *Nereis* cf. *falcaria*, *Perna perna*. Já em *Hypnea*, outros 13 táxons foram dominantes: *Elasmopus brasiliensis*, *Syllis prolifera*, *Fissurella* juv., *Stenetrium* sp1, *Odontosyllis* sp1, *Sipuncula* sp1, *Endeis* sp1, *Perna perna*, *Nemertinea* sp1, *Jaeropsidae* sp1, *Caprellidea* sp1, *Phragmatopoma lapidosa* e *Hyale* sp1. As curvas de K-dominância mostraram padrões diferentes: *Centroceras* teve 10 táxons dominantes e rápida aceleração até aproximadamente 75%, enquanto que *Hypnea* teve 17, e aspecto próximo ao de uma curva logística (Figura 5A e B).

Para as algas *Arthrocardia* e *Colpomenia*, os anfípodos não tiveram tanto destaque (Figura 4E e F) como nas algas citadas anteriormente. Os maiores valores para densidade de indivíduos em *Arthrocardia*, foram *Jaeropsidae* sp1 (55 ± 66 ind/100ml), *H. media* (51 ± 30 ind/100ml), *Syllis prolifera* (37 ± 40 ind/100ml) e *Stenetrium* sp1 (30 ± 29 ind/100ml) (Tabela 2). Outros 14 táxons (Figura 4E) participaram da composição dos 60% do total da densidade nesta alga, com densidades que variaram de 9 a <28 ind/100ml (Tabela 2). Esta alga foi a que apresentou maior quantidade de táxons dominantes, foram 25 no total (*Jaeropsidae* sp1, *Hyale media*, *Syllis prolifera*, *Stenetrium* sp1, *Elasmopus brasiliensis*, *Nereis* cf. *falcaria*, *Syllis variegata*, *Fissurella* juv., *Sipuncula* sp1, *Haplosyllis spongicola*, *Synaptula hydriformis*, *Nemertinea* sp1, *Syllis* cf. *pseudoarmillaris*, *Endeis* sp1, *Syllis* cf. *pulvinata*, *Perna perna*, *Dynamenella* cf. *acutitelson*, *Porcellionides sexfasciatus*, *Syllis* cf. *glandulata*, *Cirratulidae* sp1, *Ophiurida* spp., *Elasmopus pectinicus*, *Opisthosyllis brunnea*, *Cirratulus* sp1, *Amphiglena lindae*) (Tabela 2). Em *Colpomenia* 6 táxons participaram dos 60% da densidade (Figura 4F): *Stenetrium* sp1 (192 ± 123 ind/100ml), *H. media* (191 ± 192 ind/100ml), *Dynamenella* cf. *acutitelson* (116 ± 67 ind/100ml), *Elasmopus brasiliensis* (98 ± 105 ind/100ml), *Syllis*

prolifera (75 ± 87 ind/100ml) e *Nereis* cf. *falcaria* (66 ± 42 ind/100ml) (Tabela 2). Além desses, outros nove táxons representaram mais que 1% do total de indivíduos: *Stenetrium* sp2, *Cymadusa* sp1, *Sipuncula* sp1, *Fissurella* juv., *Tricollia affinis*, *Perna perna*, *Porcellionides sexfasciatus*, *Elasmopus pectinicus* e Quironomidae sp1 (Tabela 2). A curva da alga *Arthrocardia* (Figura 5E) foi a que se apresentou mais distinta das demais, com aspecto logístico, maior número de táxons dominantes (25) e total (209). Já *Colpomenia* (Figura 5F) teve 15 táxons dominantes e apresentou uma rápida aceleração até atingir aproximadamente 70% da dominância acumulada.

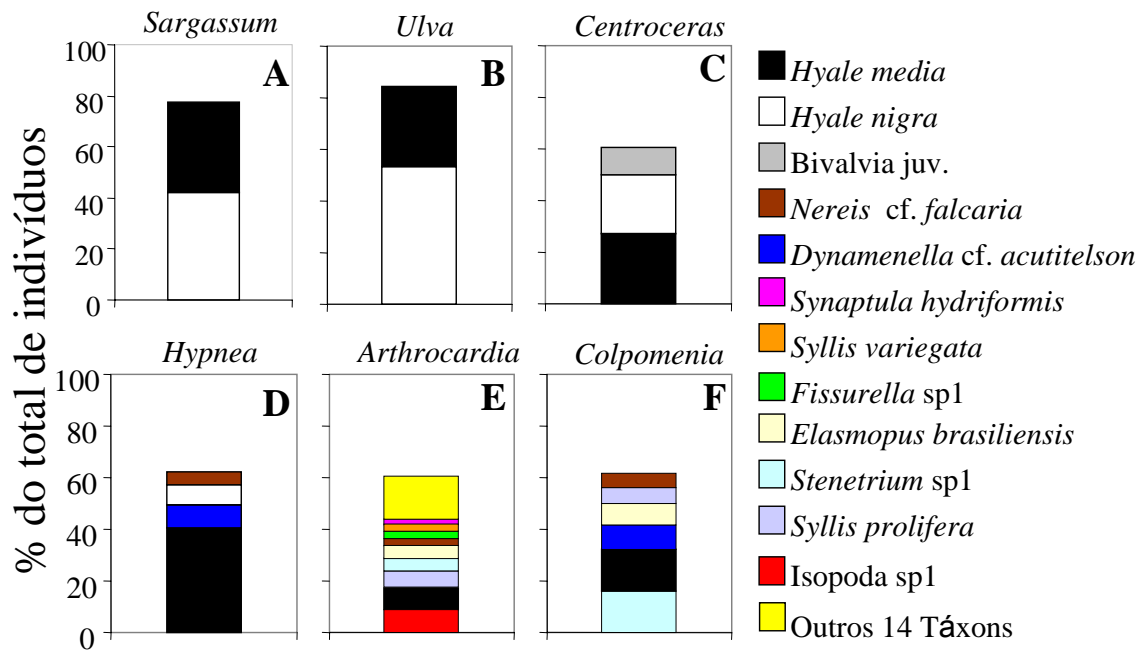


Figura 4 – Táxons representantes de no mínimo 60% da densidade total em cada alga.

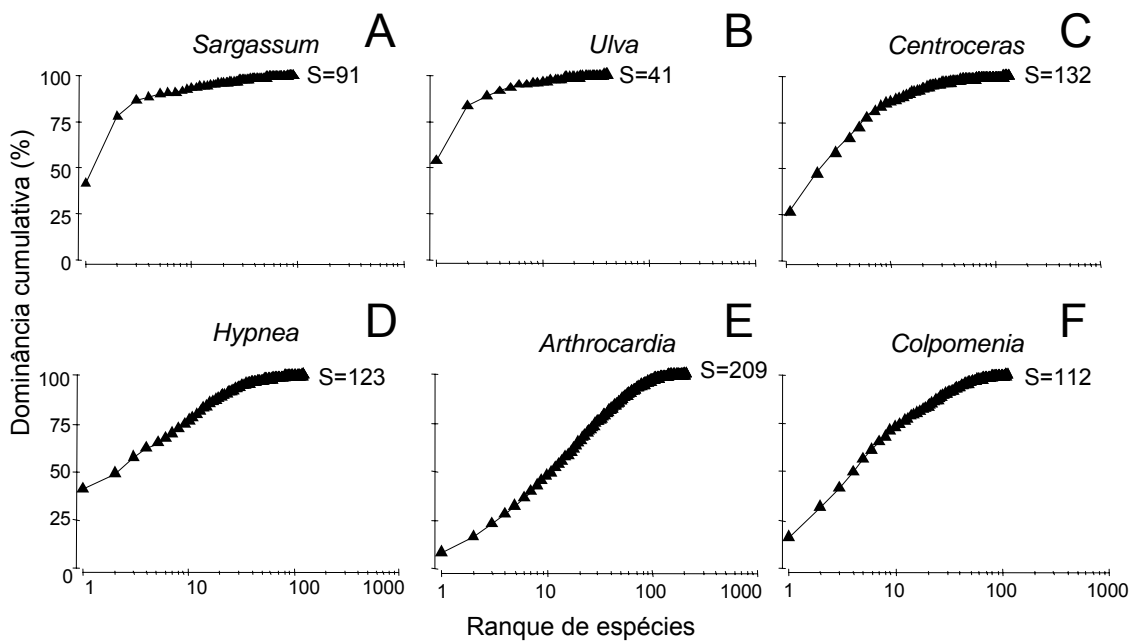


Figura 5 – Curvas de K-dominância e a riqueza total (S) para cada alga estudada.

A densidade média de indivíduos, a riqueza de espécies, diversidade de Shannon-Wiener e equitabilidade de Pielou foram significativamente diferentes entre as algas (Figura 6, Tabela 3). *Centroceras* teve densidade de indivíduos significativamente maior do que *Sargassum*, *Ulva* e *Hypnea* (Figura 6A). *Arthrocardia* foi a alga com maior riqueza de espécies (o dobro, quando comparada à *Sargassum*, *Hypnea* e *Ulva*, esta última com a menor) (Figura 6B). A diversidade (Figura 6C) foi maior em *Arthrocardia* e *Colpomenia*, da mesma forma que a equitabilidade (onde em *Hypnea* também foi alta) (Figura 6D).

Tabela 3 – Estatísticas associadas às ANOVAs (n=24) testando os índices da comunidade macrobentônica entre as seis algas. DF: número de graus de liberdade; MS: quadrado médio; F: valor da estatística F; p: Probabilidade associada ao valor de F; Os dados de densidade foram transformados por $\ln(x+1)$. Os valores médios por alga e os resultados dos testes *post-hoc* estão apresentados na Figura 6.

	DF	MS	F	p
Densidade	3	3,82	9,15	<0,01
Riqueza	3	446,90	10,51	<0,01
Diversidade	3	0,58	19,91	<0,01
Equitabilidade	3	0,08	12,70	<0,01

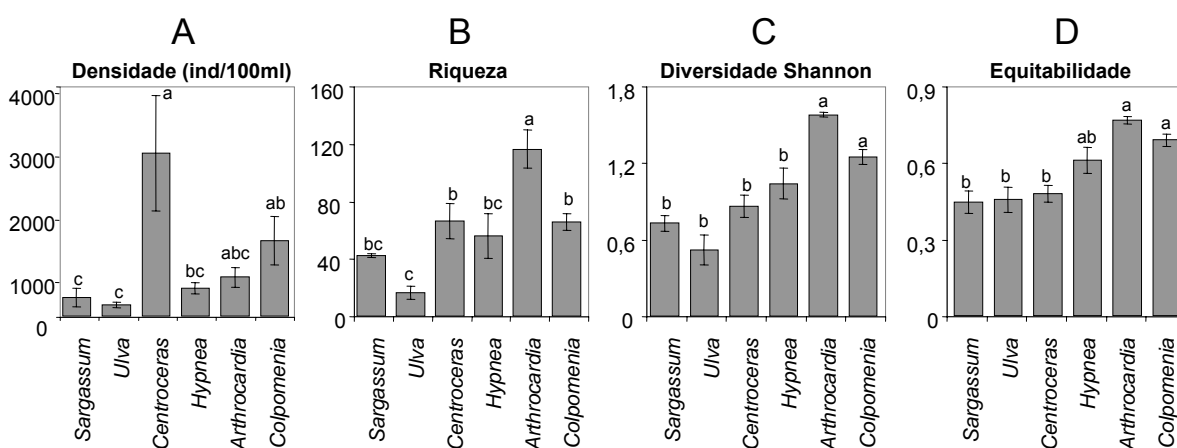


Figura 6 – Média (\pm erro padrão) da densidade, riqueza, diversidade e equitabilidade da comunidade nas seis algas estudadas (n = 4). Grupos homogêneos determinados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) são representados pelas mesmas letras próximo a barra de erro.

A análise de agrupamento das algas *Arthrocardia*, *Colpomenia*, *Hypnea* e *Centroceras* apresentaram similaridade faunística superior a 67%. As algas *Sargassum* e *Ulva* apresentaram similaridade entre si e com o grupo anterior inferior a 50% (Figura 7).

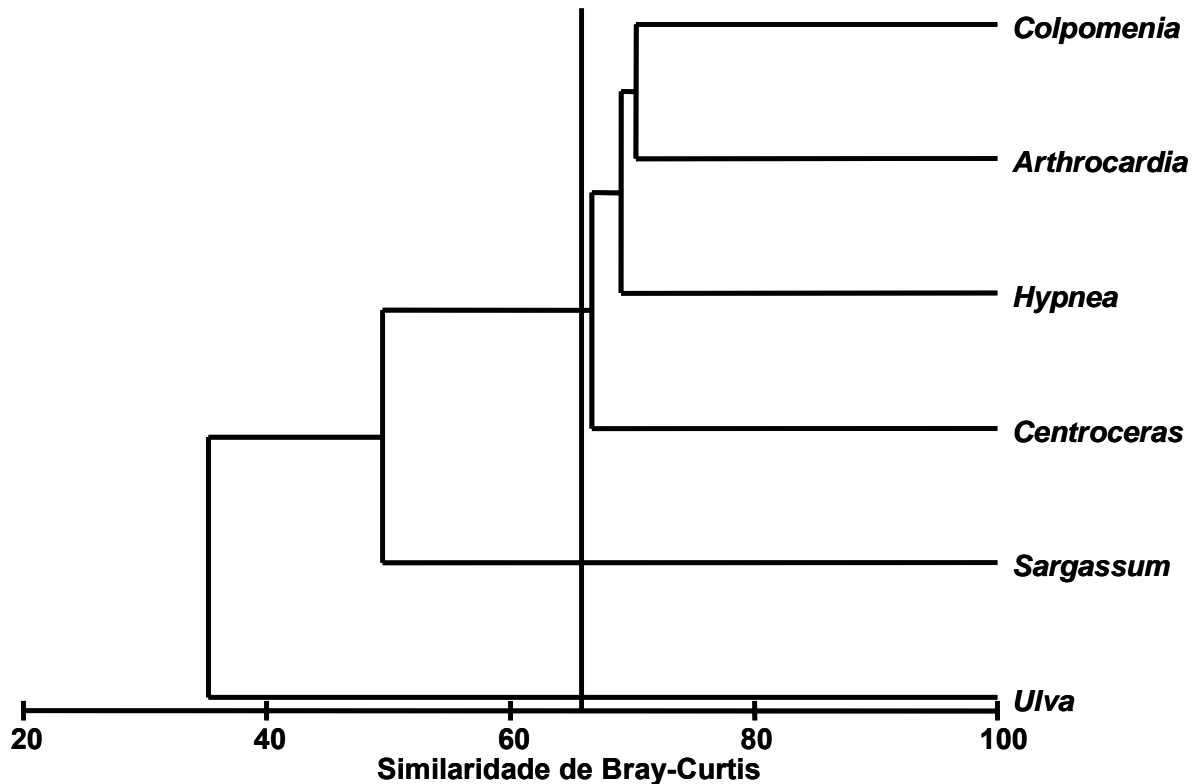


Figura 7 – Análise de agrupamento das médias das densidades dos táxons que ocorreram em pelo menos duas amostras do total das amostras de algas (n=4).

Houve diferenças significativas entre as seis comunidades (ANOSIM; n=4; $R = 0,692$, $p \leq 0,05$). Todas comunidades são significativamente diferentes entre si (15 comparações com $0,344 \leq R \leq 1$ e $p \leq 0,05$). As maiores dissimilaridades ocorreram entre os pares formados com as algas *Ulva* ou *Sargassum* (SIMPER; Tabela 4).

Tabela 4 - Dissimilaridade em porcentagem estimada pela análise SIMPER entre as comunidades das seis algas estudadas.

Algas	Dissimilaridade %
<i>Ulva, Arthrocardia</i>	82,54
<i>Ulva, Centroceras</i>	76,29
<i>Ulva, Colpomenia</i>	75,58
<i>Ulva, Hypnea</i>	71,59
<i>Sargassum, Centroceras</i>	67,04
<i>Sargassum, Arthrocardia</i>	66,03
<i>Sargassum, Ulva</i>	64,24
<i>Sargassum, Colpomenia</i>	62,88
<i>Hypnea, Centroceras</i>	56,80
<i>Sargassum, Hypnea</i>	56,42
<i>Hypnea, Arthrocardia</i>	53,16
<i>Centroceras, Arthrocardia</i>	52,76
<i>Centroceras, Colpomenia</i>	50,71
<i>Hypnea, Colpomenia</i>	50,19
<i>Arthrocardia, Colpomenia</i>	48,06

3.3 – Estrutura das macroalgas e características do hábitat

O peso seco, peso úmido, biovolume, dimensão fractal, quantidade de sedimento e matéria orgânica retidos no talo variaram significativamente entre as algas (Tabela 5). O peso seco de *Arthrocardia* foi aproximadamente quatro vezes maior que o de *Sargassum* e chegou a ser 16 vezes o peso seco de *Colpomenia* (Figura 8A). É importante ressaltar as diferenças na magnitude de redução do peso úmido para o peso seco das algas. A coralinácea *Arthrocardia* teve uma redução de aproximadamente 50% após o secamento na estufa, ao passo que todas as demais tiveram reduções maiores que 80% do total. Essa característica da coralinácea reflete a dureza dos seus talos, impregnados com carbonato de cálcio. O peso úmido (Figura 8B) em *Centroceras* e *Colpomenia* foi significativamente menor do que em *Sargassum* e *Arthrocardia*. O biovolume em *Colpomenia* foi significativamente menos que em *Sargassum* e *Arthrocardia*. Em relação ao sedimento retido no talo, *Arthrocardia* e *Colpomenia* tiveram valores significativamente maiores comparadas à *Ulva* e *Hypnea*. *Centroceras* teve o menor valor médio para dimensão fractal, que é inversamente proporcional a complexidade, sendo portanto esta alga a mais complexa (tabela 4; Figura 8D). A quantidade de matéria orgânica foi significativamente menor em *Sargassum* e *Ulva* quando

comparadas a *Centroceras*, *Arthrocardia* e *Colpomenia*. Para o parâmetro densidade do talo não foram detectadas diferenças significativas entre as algas ($p>0,05$).

Tabela 5 – Estatísticas associadas às ANOVAs testando as características do habitat entre as seis algas. DF: número de graus de liberdade; MS: quadrado médio; F: valor da estatística F; p: Probabilidade associada ao valor de F; Os dados de peso seco foram transformados por $\ln(x+1)$. Os valores médios por alga e os resultados dos testes *post-hoc* estão apresentados na Figura 8.

	DF	MS	F	p
Peso seco	3	24224,65	27,77	<0,01
Peso úmido	3	92678,89	7,99	<0,01
Biovolume	3	57891,67	5,32	<0,01
Dimensão fractal	4	0,07	15,38	<0,01
Sedimento	3	86,21	3,78	0,02
Matéria orgânica	3	62,61	12,99	<0,01
Densidade da alga	3	252489,14	1,97	0,13

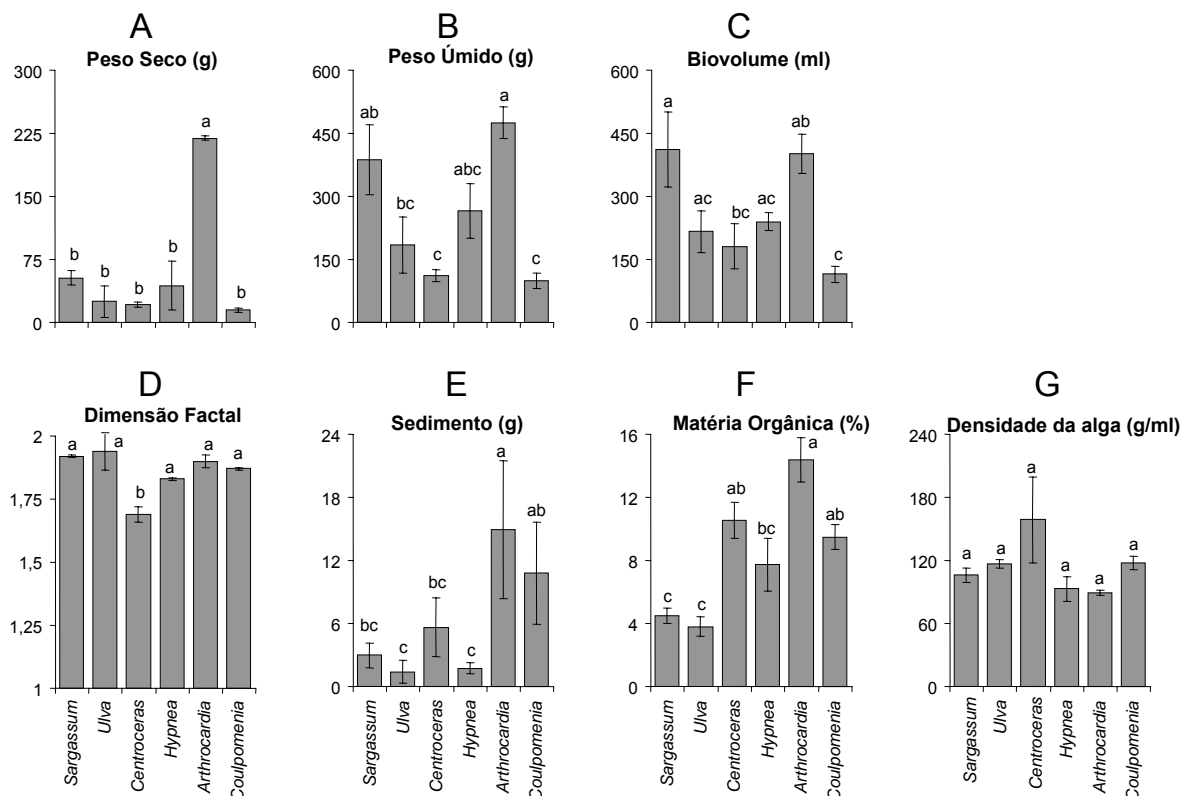


Figura 8 – Médias (\pm erro padrão) dos valores de peso seco, peso úmido, biovolume, densidade do talo, quantidade de sedimento e matéria orgânica retidos no talo ($n=4$) e dimensão fractal ($n=5$) das algas estudadas. Grupos homogêneos determinados pelo teste de Tukey ($p<0,05$) são representados pelas mesmas letras próximo a barra de erro.

3.4 – Relação entre a macrofauna e as características do hábitat

A quantidade de matéria orgânica foi o parâmetro ambiental mais influente na estruturação da comunidade (BIOENV; Tabela 6), combinações de variáveis não ofereceram nenhum modelo de maior poder explicativo.

Tabela 6 – Coeficientes de correlação da análise de BIOENV para comparações entre a densidade média dos táxons da comunidade macrobentônica e combinações das características do hábitat

Variável única	R	Combinação de variáveis	R
Matéria Orgânica (MO)	0,57		
Fractal (D)	0,42	D + MO	0,42
Sedimento (S)	0,19	S + MO	0,40
Densidade do talo (DT)	-0,13	D + S + MO	0,39
Biovolume (BV)	-0,26		
Peso úmido (PU)	-0,26		
Peso seco (OS)	-0,27		

A dimensão fractal apresentou correlação negativa significativa com a riqueza e densidade. Já a quantidade de sedimento teve correlação positiva significativa com a riqueza e com a diversidade (Tabela 7). A matéria orgânica, por sua vez, também mostrou correlação (de Spearman, Tabela 7) positiva com a densidade, riqueza e diversidade. Os parâmetros biovolume, peso úmido, peso seco e densidade da alga não tiveram correlação significativa com nenhuma das medidas ecológicas univariadas (Tabela7).

Tabela 7 – Sumário das correlações de Spearman entre os parâmetros densidade de organismos (ind/100ml), riqueza de espécies, diversidade e equitabilidade e as características das algas. ρ : Coeficiente de correlação de Spearman. Os valores em negrito indicam correlação significativa ($p < 0,05$).

	Densidade		Riqueza		Diversidade		Equitabilidade	
	ρ	P	ρ	P	ρ	P	ρ	P
Biovolume	-0,543	0,266	-0,143	0,787	-0,086	0,872	-0,257	0,623
Peso úmido	-0,429	0,397	0,086	0,872	0,143	0,787	0,290	0,957
Peso seco	-0,429	0,397	0,086	0,872	0,143	0,787	0,290	0,957
Fractal	-0,829	0,042	-0,886	0,019	-0,600	0,208	-0,543	0,266
Sedimento	0,714	0,111	0,886	0,019	0,829	0,042	0,714	0,111
Matéria orgânica	0,829	0,042	1,000	<0,001	0,829	0,042	0,771	0,072
Densidade da alga	0,439	0,397	0,086	0,872	-0,371	0,468	-0,314	0,544

4 – DISCUSSÃO

4.1 – Comunidade macrobentônica da Ilha do Boi

A comunidade fital macrobentônica da Ilha do Boi, no geral, foi dominada numericamente por anfípodos, dentre os quais *Hyale media* e *Hyale nigra* tiveram grande número de indivíduos (Tabela 2). A dominância deste grupo de crustáceos no ecossistema fital é comum principalmente em algas foliosas, expostas ao estresse do batimento de ondas e dessecação (Masunari e Forneris, 1981; Masunari, 1982; Wakabara et al., 1983; Tararam et al., 1986; Santos e Correia, 1995; Ayala e Martín, 2003; Christie et al., 2003; Bates e DeWreede, 2007). Nestes ambientes perturbados apenas espécies que possuem alguma estrutura prênscil para fixação – como fortes gnatópodos em *Hyale media* e *Hyale nigra* – ou alguma característica fisiológica contra o dessecação – como o fechamento de valvas em bivalves – conseguem sobreviver.

4.2 – A determinação da comunidade em diferentes fitais

As análises de correlação multivariada (BIOENV) e univariada (de Spearman) apontaram a dimensão fractal e a quantidade de sedimento e matéria orgânica como sendo os fatores determinantes na estruturação das comunidades fitais estudadas. A redundância das combinações destas três variáveis na análise de BIOENV pode indicar que a dimensão fractal atue diretamente e indiretamente (interferindo na quantidade de sedimento e matéria orgânica retidos) na composição das comunidades. Foram propostos mecanismos pelos quais a arquitetura do hábitat pode influenciar na composição e distribuição da comunidade associada (Dean e Connel, 1987): reduzindo a taxa de mortalidade devido a predação (Coull e Wells, 1983; Gibbons, 1988a); diminuindo os efeitos negativos dos estresses físicos da dessecação (Nixon et al., 1971) e batimento de ondas (Whorff et al., 1995); aumentando a disponibilidade espacial para o assentamento de larvas (Morse et al., 1985).

A dimensão fractal parece estar diretamente relacionada à capacidade de proteção contra predadores (Coull e Wells, 1983; Gibbons,

1988a) e oferta de refúgios (Morse et al., 1985). Entretanto, o aumento da complexidade estrutural, pode restringir o acesso de organismos com tamanho corporal maior a esses ambientes (Kelaheer et al., 2001; Kelaheer, 2003; Kelaheer e Castilla, 2005). Desta forma, um número elevado de refúgios não significa que estes tenham características diferentes uns dos outros (tamanho do refúgio e oferta de itens alimentares, por exemplo). A partir dessas observações, espera-se que algas mais complexas tenham uma densidade de organismos – principalmente aqueles com tamanho corporal reduzido – superior àquelas mais simples, devido à redução do espaço intersticial associado. (Morse et al., 1985; Shorrocks et al., 1991; Gunnarsson, 1992, Gee e Warwick, 1994b). A redução do espaço intersticial também reduz a eficiência de predadores nesse hábitat (Coull e Wells, 1983; Bartholomew et al. 2000). A falta de predadores competentes pode permitir que uma espécie, competitivamente superior, domine o ambiente (Menge e Sutherland, 1976), reduzindo a diversidade do mesmo. Esta pode ser uma possível explicação para a dominância de *Hyalé* em *Centroceras* e *Hypnea* (Figura 4C, D). Esta algas possuem os menores valores de D (Figura 8D) e portanto representam hábitats mais complexos. A grande densidade dos anfípodos associados pode ter ocorrido devido a falta de predadores eficazes ou de competidores na mesma faixa de tamanho.

Outro fator que pode está diretamente relacionado à diversidade de espécies é a presença de carbonato de cálcio nos tecidos da alga. Estima-se que 10% da biomassa de macroalgas seja diretamente consumida por herbívoros (Branch e Griffiths, 1988). A coralinácea *Arthrocardia* possui impregnação de carbonato de cálcio em suas frondes (Joly, 1967) o que proporciona a sua dureza externa. Acredita-se que algas vermelhas calcificadas sejam mais resistentes à herbivoria do que as não calcificadas, embora ainda sejam vulneráveis (Padila, 1985). Também as coralináceas caracterizam-se por produzirem novos segmentos durante a noite, quando os peixes predadores são menos ativos. Essas partes recém-sintetizadas possuem maior quantidade de substâncias químicas para defesa contra a herbivoria e menor calcificação do que aqueles segmentos mais velhos (Graham e Wilcox, 2000). Um aspecto ecológico interessante deste grupo de algas, é que elas precisam dos herbívoros para retirar as epífitas da sua

superfície e evitar que estas lhe causem doenças (Graham e Wilcox, 2000). Estas algas coralináceas proporcionam aos herbívoros e às epífitas um ambiente seguro contra dessecação e batimento de ondas, principalmente devido à dureza de suas frondes. Como estas algas são pouco palatáveis, os herbívoros que vivem neste hábitat devem usar as epífitas como recurso alimentar. Os resultados encontrados para a alga *Arthrocardia* mostraram que os herbívoros dominantes (*Hyale media* e *H. nigra*) em outras algas (Figura 9) não foram abundantes na comunidade da coralinácea. Possivelmente, a quantidade de recurso alimentar (epífitas) disponível para esses organismos neste ambiente não seja grande o suficiente para sustentar grandes densidades. A não-dominância desses herbívoros, juntamente com a quantidade elevada de sedimento retido, pode tornar as frondes das coralináceas ambientes favoráveis para a instalação de uma comunidade muito mais rica e equitativa comparada a de outras algas.

A quantidade de sedimento e de matéria orgânica retida entre os talos das algas são os principais fatores que podem promover a diversificação da fauna associada (Antoniadou et al., 2004; Kelaher e Castilla, 2005). O sedimento é capaz de manter a umidade durante a maré baixa, reduzindo substancialmente o estresse provocado pela dessecação (Gibbons, 1988b). Além disso esse sedimento retido promove um ambiente com características próximas àquelas encontradas nos substratos inconsolidados, facilitando a instalação da fauna típica de areia, entre os talos das macroalgas nos costões rochosos. O resultado disso é um aumento considerável na riqueza, abrigando tanto espécies típicas de costões rochosos quanto de sedimento inconsolidado.

A alga que apresentou maiores valores para riqueza de espécies e táxons exclusivos raros e não raros foi a coralinácea *Arthrocardia*, que apresentou o dobro da riqueza de *Sargassum*, *Ulva* e *Hypnea*. A partir da análise da comunidade desta alga, ficou claro que a matéria orgânica retida, fornecendo um nicho alimentar adicional para espécies detritívoras como vários poliquetas. *Sargassum* e *Ulva* também apresentaram a menor densidade de espécies, e isto poderia estar relacionado ao tamanho da fronde nestas algas, mais longo e mais sujeito ao batimento de ondas sendo, portanto, mais estressante para os organismos epibiontes. Além disto, o talo mais longo

dificulta a retenção de matéria orgânica, limitando o aparecimento das espécies detritívoras.

A complexidade do hábitat pode ter grande influência na estruturação da comunidade reduzindo os efeitos dos processos físicos e biológicos (Kelaheer et. al., 2003; Dean e Connell, 1987). A estrutura física da alga é determinante para a composição do fital sendo a dimensão fractal, o sedimento e a matéria orgânica os principais modeladores dessas comunidades. Influenciam a comunidade tanto diretamente (proteção contra estresses, disponibilidade de abrigos,), como indiretamente (retenção e oferta de alimento, retenção de umidade durante a maré-baixa). Outros fatores como a composição química, provendo a palatabilidade e defesas químicas e físicas contra herbívoros, parecem também contribuir para a determinação da comunidade.

5 – REFERÊNCIAS

- Amaral, A.C.Z., Nonato, E.F., 1996. Annelida Polychaeta: Características, glossário e chaves para famílias e gêneros da costa brasileira. Editora da UNICAMP, Campinas 124 pp.
- Amaral, A.C.Z., Rizzo, A.E., Arruda, E.P., 2006. Manual de identificação dos invertebrados marinhos da região sudeste-sul do Brasil. Vol. 1. EDUSP, São Paulo, 288 pp.
- Antoniadou, C., Nicolaidou, A., Chintiroglou, C., 2004. Polychaetes associated with the sciaphilic alga community in the northern Aegean Sea: spatial and temporal variability. *Helgoland Marine Research* 58, 168–182.
- Arango, C.P., Wheeler, W.C., 2007. Phylogeny of the sea spiders (Arthropoda, Pycnogonida) based on direct optimization of six loci and morphology. *Cladistics* 23, 255–293.
- Ayala, Y., Martín, A., 2003. Relaciones entre la comunidad de anfípodos y las macroalgas a las que están asociados, en una plataforma rocosa del litoral central de Venezuela. *Boletín Instituto Español De Oceanografía* 19, 171–1182.
- Barnard J.L., Karaman, G.S., 1991. The families and Genera of marine gammaridean Amphipoda (except marine Gammaroidea). Australian Museum, Sydney. Records. Supplement, 13(1–2), 1–866.
- Bartholomew A., Diaz R.J., Cicchetti G., 2000. New dimensionless indices of structural habitat complexity: predicted and actual effects on a predator's foraging success. *Marine Ecology Progress Series* 206, 45–58.
- Bates, C.R., DeWreede, R.E., 2007. Do changes in seaweed biodiversity influence associated invertebrate epifauna? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 344, 206–214.
- Blake, J.A., 1995a. Family Cirratulidae Ryckholdt, 1851. In: Blake, J. A., B. Hilbig (Eds.), Taxonomic Atlas of the benthic fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara Chanel Volumen 6. The Annelida Part 3. Polychaeta: Orbiniidae to Cossuridae, pp. 263–376.
- Blake, J.A., 1995b. Family Orbiniidae Hartman, 1942. In: Blake, J. A., B. Hilbig (Eds.), Taxonomic Atlas of the benthic fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara Chanel Volumen 6. The Annelida Part 3. Polychaeta: Orbiniidae to Cossuridae, pp. 1–22.
- Blake, J.A., 1995c. Family Phyllodocidae Oersted, 1843. In: Blake, J. A., B. Hilbig (Eds.), Taxonomic Atlas of the benthic fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara Chanel Volumen 4. The Annelida Part 1. Oligochaeta and Polychaeta: Phyllodocida (Phyllodocidae to Paralacydoniidae), pp. 109–172.
- Boström, C., O'Brien, K., Roos, C., Ekebon, J., 2006. Environmental variables explaining structural and functional diversity of seagrass macrofauna in an archipelago landscape. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 335, 52–73 .
- Bousfield, E.L., 1973. Shallow-water Gammaridean Amphipoda of New England. Cornell University Press, New York, 312pp.
- Bowden, D.A., Rowden, A.A., Attrill, M.J., 2001. Effects of patch size and in-patch location on the infaunal macroinvertebrate assemblages of *Zostera marina* seagrass beds. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 259, 133–154.
- Bradbury, R.H., Reichelt, R.E., Green, D.G., 1984. Fractals in ecology: methods and interpretation. *Marine Ecology Progress Series*, 14, 295–296.
- Branch, G.M.; Griffiths, C.L., 1988. The Benguela ecosystem: 5. The coastal zone. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 26, 395–486.
- Chemello, R., Milazzo, M., 2002. Effect of algal architecture on associated fauna: some evidence from phytal mollusks. *Marine Biology* 140, 981–990.
- Christie, H., Jorgensen, N.M., Norderhaug, K.M., Waage-Nielsen, E., 2003. Species distribution and habitat exploitation of fauna associated with kelp (*Laminaria hyperborea*) along the

- Norwegian coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 83, 687–699.
- Clarke, K.R., Warwick, R.M., 2001. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. 2nd ed., Plymouth, UK, PRIMER-E 172 pp.
- Connell, J.H., 1972. Community interactions on marine rocky intertidal shores. *Annual Review of Ecology and Systematics* 3, 169–1192.
- Cordeiro–Marino, M., 1978. Rodófitas bentônicas marinhas do estado de Santa Catarina. *Richia* 7, 1–189.
- Costanza, R., d'Arge, R., deGroot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., van den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260.
- Coull, B.C., Wells, J.B., 1983. Refuges from fish predation: experiments with phytal meiofauna from the New Zealand rocky intertidal. *Ecology* 64, 1599–1609.
- Crispino, L.M.B., 2000. *Feófitas do litoral do estado do Espírito Santo*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 193pp.
- Crowder, L.B., Cooper, W.E., 1982. Habitat structural complexity and the interaction between bluegills and their prey. *Ecology*, 63, 1802–1813.
- Cuttler, E.B., 1994. *The Sipuncula: their systematics, biology and evolution*. Ithaca: Comstock Publishing Associates. 453 pp.
- Davenport, J., Pugh, P.J.A., McKechnie, J., 1996. Mixed fractals and anisotropy in subantarctic marine macroalgae from South Georgia: implications for epifaunal biomass and abundance. *Marine Ecology Progress Series* 136, 245–255.
- Day, J.H., 1967. *A monograph on the polychaeta of Southern Africa*. Part I: Errantia; Part II. Sedentaria. *British Museum* 656:1–878.
- Dean, R.L., Connell, J.H. 1987. Marine invertebrates in an algal succession. III. Mechanisms linking habitat complexity with diversity. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 109, 249–273.
- Ditadi, A.S.F. 1976. *Sipunculus marcusii* spec. nov. (Sipuncula) from southern Brazil. *Boletim de Zoologia, Universidade de São Paulo*, 1, 81–88.
- Downes B.J., Lake P.S., Schreiber E.S.G., Glaister, A., 1998. Habitat structure and regulation of local species diversity in a stony, upland stream. *Ecological Monographs* 68, 237–257.
- Edgar, G.J., 1983. The ecology of south–east Tasmania phytal animal communities. I. Spatial organization on a local scale. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 70, 129–157.
- Ferreira-Correa, M.M., 1983. Rodófitas marinhas bentônicas do litoral oriental do estado do Maranhão. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Rio Claro, São Paulo, 193 pp.
- Fretter, V., Manley, R., 1977. Algal associations of *Tricolia pullus*, *Lacuna vincta* and *Cerithiopsis tubercularis* (Gastropoda) with special reference to the settlement of their larvae. *Marine Biological Association of the United Kingdom* 57, 999–1017.
- Gao, K., McKinley, K.R., 1994. Use of macroalgae for marine biomass production and CO₂ remediation – a review. *Journal of Applied Phycology*, 6, 45–60.
- Gee, J.M., Warwick R.M., 1994a. Body–size distribution in a marine metazoan community and the fractal dimensions of macroalgae. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 178, 247–259.
- Gee, J.M., Warwick, R.M., 1994b. Metazoan community structure in relation to the fractal dimensions of marine macroalgae. *Marine Ecology Progress Series* 103, 141–150.
- Gibbons, M.J., 1988a. Impact of predation by juvenile *Clinus superciliosus* on phytal meiofauna: Are fish important as predators? *Marine Ecology Progress Series* 45, 13–22.

- Gibbons, M.J., 1988b. The impact of sediment accumulation, relative habitat complexity and elevation on rocky shore meiofauna. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 122: 225–241.
- Graham, L.E., Wilcox, L.W., 2000. *Algae*. Prentice Hall, Upper Saddle River, 700 pp.
- Gunnarsson, B., 1992. Fractal dimension of plants and body size distribution in spiders. *Functional Ecology* 6, 636–641.
- Hacker S.D., Steneck, R.S., 1990. Habitat architecture and the abundance and body-size dependent habitat selection of a phytal amphipod. *Ecology* 71, 2269–2285.
- Heck K.L., Wetstone G.S., 1977. Habitat complexity and invertebrate species richness and abundance in tropical seagrass meadows. *Journal of Biogeography* 4, 135–142.
- Hicks, G.R.F., 1985. Meiofauna associated with rocky shore algae. In: Moore, P.G. & R. Seed (Eds.), *The ecology of rocky coasts*. Hodder & Stoughton, London, pp. 36–56.
- Hooper, G.J., Davenport, J., 2006. Epifaunal composition and fractal dimensions marine macroalgae in relation to emersion. *Marine Biological Association of the United Kingdom* 86, 1297–1304.
- Hovel, K.A., Fonseca, M.S., Myer, D.L., Kenworthy, W.J., Whitfield, P.E., 2002. Effects of seagrass landscape structure, structural complexity and hydrodynamic regime on macrofaunal densities in North Carolina seagrass beds. *Marine Ecology Progress Series* 243, 11–24.
- Joly, A.B., 1967. *Gêneros de algas marinhas da Costa Atlântica Latino-Americana*. EDUSP, São Paulo, 464 pp.
- Kelaher, B.P., 2003. Changes in habitat complexity negatively affect diverse gastropod assemblages in coralline algal turf. *Oecologia* 135, 431–441.
- Kelaher, B.P., Chapman, M.G., Underwood, A.J., 2001. Spatial patterns of diverse macrofaunal assemblages in coralline turf and their association with environmental variables. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 81, 1–14.
- Kelaher, B.P., Castilla, J.C., 2005. Habitat characteristics influence macrofaunal communities in coralline turf more than coastal upwelling on the coast of Northern Chile. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 63, 155–165.
- Kensley, B., Schotte, M., 1989. *Guide to the marine isopod crustaceans of the Caribbean*. Washington, D.C: Smithsonian Institution Press, 308pp.
- Kohn A.J., Leviten, P.J., 1976. Effect of habitat complexity on population density and species richness in tropical intertidal predatory gastropod assemblages. *Oecologia* 25, 199–210.
- Kudenov, J.D., 1995. Family Sphaerodoridae, Malmgren, 1867. In: Blake, J. A., B. Hilbig (Eds.), *Taxonomic atlas of the benthic fauna of the Santa Maria Basin and western Santa Barbara Channel Volumen 4. The Annelida Part 1. Oligochaeta and Polychaeta: Phyllodocida (Phyllodocidae to Paralacydoniidae)*, pp. 223–233.
- Kudenov, J.D., Harris, L. H., 1995. Family Syllidae Grube, 1850. In: Blake, J. A., B. Hilbig (Eds.), *Taxonomic Atlas of the benthic fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara Channel Volumen 5. The Annelida Part 2. Polychaeta: Phyllodocida (Syllidae and Scale-Bearing Families), Amphinomida, and Eunicida*, pp. 1–89.
- Mandelbrot, B.B., 1967. How long is the coast of Britain? Statistical self similarity and fractal dimension. *Science* 156, 636–638.
- Masunari, S., 1982. Organismos do fital *Amphiroa Beauvoisii* Lamouroux, 1816 (Rhodophyta: Corallinacea). I. Autoecologia. *Boletim de Zoologia da Universidade de São Paulo* 7, 57–148.
- Masunari, S., 1987. Ecologia das comunidades fitais. In: *Simpósio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira, anais. Águas de Lindóia, Academia Brasileira de Ciências* 1, 199–253.

- Masunari, S., Forneris, L., 1981. O ecossistema fital – uma revisão. In: Seminários de biologia marinha, resumo. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências 1, 149–172.
- Melo, G.A.S., 1996. Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro. 1ª ed., Plêiade, São Paulo, 603 pp.
- Melo, G.A.S., 1999. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda do litoral brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuridea e Astacidea. 1ª ed., Plêiade, São Paulo, 556 pp.
- Menge, B.A., Sutherland, J.P., 1976. Species diversity gradients, synthesis of the roles of predation, competition and spatial heterogeneity. *American Naturalist* 110, 351–369.
- Montouchet, P.G.C., 1979. Sur la communauté des animaux vagiles associés à *Sargassum cymosum* C. Agardh, à Ubatuba, Etat de São Paulo Brésil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 18, 151–161.
- Morse, D.R., Lawton, J.H., Dodson, M.M., Williamson, M.H., 1985. Fractal dimension of vegetation and the distribution of arthropod body length. *Nature* 314, 731–733.
- Nascimento, E.F.I., 2006. Estudo do fital de macroalgas marinhas bentônicas (Rhodophyta e Phaeophyta) da região de São Sebastião, São Paulo, e sua relação com a estrutura do habitat. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 213 pp.
- Nixon, S.W., Oviatt, C.A., Rodgers, C., Taylor, R.K., 1971. Mass and metabolism of a mussel bed. *Oecologia* 8, 21–30.
- Nogueira, J.M.M., 2000. Anelídeos poliquetas associados ao Coral *Mussimilia hispida* (Verrill, 1868) em ilhas do litoral do estado de São Paulo. Phyllodocida, Amphinomida, Eunicida, Spionida, Terebellida e Sabellida. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 265 pp.
- Nogueira, J.M.M., San Martín, G., 2002. Species of *Syllis* Lamarck, 1818 (Polychaeta: Syllidae) living in corals in the state of São Paulo, southeastern Brazil. *Beaufortia* (Amsterdam), Holanda, 52, 57–93.
- Oliveira, L.P.H., 1953. Crustacea Amphipoda do Rio de Janeiro. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 51, 289–376.
- Oliveira-Filho, E.C., 1977. Algas marinhas bentônicas do Brasil. Tese Livre-Docência, Universidade de São Paulo, São Paulo, 407 pp.
- Padila, D.K., 1985. Structural resistance of algae to herbivores. *Marine Biology* 90, 103–109.
- Paula, E.J. 1978. Taxonomia, aspectos biológicos e ecológicos do gênero *Sargassum* (Phaeophyta–Fuciales) no litoral do estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 190pp.
- Rios, E., 1994. Seashells of Brazil. 2ª ed., Editora da FURG, Rio Grande, 492pp.
- San Martín, G., 2003. Annelida, Polychaeta II: Syllidae. In: *Fauna Iberica*, Vol 21, edited by M.A. Ramos, et al. Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC, Madrid, 554 pp.
- Santos, C.G., Correia, M.D., 1995. Fauna associada ao fital *Halimeda opuntia* (Linnaeus) Lamouroux (Chlorophyta) do recife da Ponta Verde, Maceió – Alagoas. *Revista Brasileira de Zoolologia* 12, 263–271.
- Serejo, C.S., 1998. Taxonomy and distribution of the family Hyallidae (Amphipoda, Talitroidea) on the brazilian coast. *Proceedings of the Fourth International Crustacean Congress* 591–616.
- Shorrocks, B., Marsters, J., Ward, I., Evennett, P.J., 1991. The fractal dimension of lichens and the distribution of arthropod body lengths. *Functional Ecology* 5, 457–460.
- Spalding, M., Taylor, M., Ravilious, C., Short, F., Green, F., 2003. Global overview. The distribution and status of seagrasses. In: Green, E.P., Short, F.T., Spalding, M.D. (Eds.), *World atlas of seagrasses: Present status and future conservation*. California Press, Berkeley, pp. 5–26.
- Stoner, A.W., 1980. Perception and choice of substratum by epifaunal amphipods associated with seagrasses. *Marine Ecology Progress Series* 3, 105–111.

- Stoner, A.W., Lewis, F.G., 1985. The influence of quantitative and qualitative aspects of habitat complexity in tropical seagrass meadows. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 94, 19–40.
- Tararam A.S., Wakabara, Y., Leite, P.P., 1986. Vertical distribution of amphipods living on algae of Brazilian intertidal rocky shores. *Crustaceana* 51, 183–187.
- Taylor, W.R., 1960. Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas. The University of Michigan Press 870 pp.
- Turner, S.J., Hewitt, J.E., Wilkinson, M.R., Morrisey, D.J., Thrush, S.F., Cummings, V.J., Funnell, G., 1999. Seagrass patches and landscapes; the influence of wind-wave dynamics and hierarchical arrangements of spatial structure on macrofaunal seagrass communities. *Estuaries* 22, 1016–1032.
- Viéitez, J. M., Alós, C., Parapar, J., Besteiro, C., Moreira, J., Núñez, J., Laborda, A. J., San Martín, G., 2004. Annelida Polychaeta I. In *Fauna Iberica*, Vol. 25. Ramos, M.A. et al. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC, Madrid, 530pp.
- Wakabara, T., 1972. Espécies da família Gammaridae (Crustacea-Amphipoda), entre as latitudes 03°23' e 38°05'S do Atlântico Ocidental. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 87 pp.
- Wakabara, Y., Tararam, A.S., Takeda, A.M., 1983. Comparative study of the amphipod fauna living on *Sargassum* for two Itahaém shores Brazil. *Journal of Crustacean Biology* 3, 602–607.
- Whorff, J.S., Whorff, L.L., Sweet, M.H., 1995. Spatial variation in an algal turf community with respect to substratum slope and wave height. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 75, 429–444.
- Zar, J.H., 1996. *Biostatistical analysis*. 3^a ed., Prentice-Hall. New Jersey. 918 pp.