

# CARACTERIZAÇÃO DA FAUNA ASSOCIADA A ALGAS CALCÁRIAS (CORALLINACEAE, RHODOPHYTA) NA ILHA ITATIAIA, VILA VELHA/ES

NOGUEIRA, E. F.<sup>1</sup>; RAMOS, R. J.<sup>2</sup>; ARAUJO-LIMA, V.<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Federal do Espírito Santo- Campus Vitória; <sup>2</sup>Programa de Pós-graduação em Ecologia dos Ecossistemas – UVV. Rua Mercúrio, s/n Boa Vista 1, Vila Velha – ES, CEP 29.102-623. Avenida dos expedicionários, n° 1151, Jardim Camburi, Vitória – ES, CEP 29.090-490. <sup>3</sup>enogueira@ifes.edu.br; <sup>2</sup>ramosjromulo@yahoo.com.br; <sup>3</sup>varaujo.lim@gmail.com

## RESUMO

Embora muitos estudos têm descrito a macrofauna associada a algas no Brasil, estudos descrevendo a fauna associada com algas calcárias articuladas são raros, especialmente no que diz respeito a ambientes insulares presentes no Estado do Espírito Santo. Neste estado, apenas alguns estudos procuraram averiguar a relevância dos fatores físico-químicos e biológicos na composição das comunidades zoobentônicas devido à complexidade das interações ecológicas. Como resultado, existe uma falta de informações necessárias para análises estruturais e funcionais das comunidades zoobentônicas existentes no Brasil. O objetivo deste estudo foi verificar os índices ecológicos de abundância, riqueza de táxons, diversidade e equitabilidade da fauna associada a algas calcárias presentes nos substratos consolidados existentes em diferentes pontos da ilha. Com isso, buscou-se testar as seguintes hipóteses: H0 - Valores de biovolume algal são independentes dos valores de abundância, riqueza de táxons, diversidade e equitabilidade e H1 - Os valores de abundância, riqueza de táxons, diversidade e equitabilidade em regiões que apresentam diferentes valores de biovolume algal.

Dois pontos amostrais foram definidos, com distância aproximada de 60 metros, escolhidos por caracterização visual quanto ao batimento de ondas. A amostragem ocorreu em junho de 2014, período de inverno, em maré baixa, 0.2. O ponto amostral A apresentou o maior valor de biovolume algal, quando comparado ao ponto B, cujos valores médios encontrados foram de 83,3 ml e 33,3 ml, respectivamente. A densidade absoluta encontrada neste trabalho foi de 17598 organismos m<sup>2</sup>, sendo que 6332 organismos m<sup>2</sup> foram encontrados no ponto amostral A e 11266 organismos m<sup>2</sup> foram encontrados no ponto amostral B, cujos valores médios foram de 2110,7 organismos m<sup>2</sup> e 3755,3 organismos m<sup>2</sup> respectivamente, com diferença significativa entre os pontos (p < 0,05). O ponto amostral A apresentou os maiores valores médios de riqueza, diversidade e equitabilidade, quando comparado ao ponto B, indicando que este ponto possui uma comunidade bentônica mais estável e equilibrada.

**Palavras-chaves:** Zoobentos; Ecologia marinha, Região insular.

## INTRODUÇÃO

Habitats bentônicos costeiros pertencem aos ecossistemas marinhos mais produtivos. Nas regiões do entre-marés, estes substratos são considerados importantes porque fornecem abrigo para muitas espécies que apresentam importância econômica e ecológica. Estas áreas apresentam biomassa de macroalgas abundante pois recebem grande quantidade de nutrientes recebidos do sistema terrestre (KELAHHER; CASTILHA, 2005).

Os fatores hidrodinâmicos, temperatura, dessecação, disponibilidade de luz e a intensidade de pastagem por herbívoros são os principais fatores que influenciam as taxas de crescimento das algas calcárias incrustantes (ADEY & VASSAR, 1975; TÂMEGA & FIGUEIREDO, 2005).

As Macroalgas, incluindo as algas calcárias, possuem uma complexidade estrutural que favorece o estabelecimento de muitos organismos e, além disso, eles servem como um substrato para organismos vágéis, fornecendo alimento, refúgio contra predadores e proteção contra ondas (BARRETO, 1999; HULL, 1999). Assim, estas algas formam um elo essencial na cadeia alimentar costeira abrigando muitos organismos que dependem dela em algum estágio de seu ciclo de vida (FERREIRA; MAIDA, 2001).

As algas calcárias acumulam sedimentos entre os seus talos, proporcionando novos microambientes que influenciam a composição do fital e, assim, favorecendo a associação com outras comunidades de algas e animais (MASUNARI, 1983).

A macrofauna associada a algas podem sofrer alterações nas comunidades devido a mudanças repentinas das condições climáticas das quais, os grupos Crustacea e Mollusca são os principais representantes (LEITE et al., 2007). Além disto, mudanças significativas ocorrem nas comunidades bentônicas costeiras próximas aos centros urbanos, devido a degradação causada pelo homem (OIGMAN-PSZCZOL et al., 2004).

Embora muitos estudos têm descrito a macrofauna associada a algas no Brasil (e.g. MASUNARI, 1983), estudos descrevendo a fauna associada com algas calcárias articuladas são raros, especialmente no que diz respeito a ambientes insulares presentes no Estado do Espírito Santo. Neste estado, apenas alguns estudos procuraram averiguar a relevância dos fatores físico-químicos e biológicos na composição das comunidades zoobentônicas devido à complexidade das interações ecológicas (e.g. MENGE, 2000; OIGMAN-PSZCZOL et al, 2004.; KELAHHER; CASTILHA, 2005). Como resultado, existe uma falta de informações necessárias para análises estruturais e funcionais das comunidades zoobentônicas existentes no Brasil.

O objetivo deste estudo foi verificar os índices ecológicos de abundância, riqueza de táxons, diversidade e equitabilidade da fauna associada a algas calcárias presentes nos substratos consolidados existentes em diferentes pontos da ilha.

Com isso, buscou-se testar as seguintes hipóteses:

H<sub>0</sub> . Valores de abundância, riqueza de táxons, diversidade e equitabilidade são independentes dos valores de biovolume algal em diferentes pontos amostrais.

$H_1$  - Valores de abundância, riqueza de táxons, diversidade e equitabilidade são diferentes dos valores de biovolume algal em diferentes pontos amostrais.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Ponto de Estudo

O município de Vila Velha, Estado do Espírito Santo, Brasil, está situado em uma região onde a afloramentos de formação cristalina na costa resultando um litoral irregular com pontos expostos e protegido da ação direta das ondas e várias ilhas (SUGUIO et al., 1985). Esta região tem sido objeto de interferência antropológica considerável nos últimos anos décadas, incluindo a construção de portos e de um complexo siderúrgico. Esta interferência tem provocado mudanças na geografia costeira e nas condições físico-químicas da água e do sedimento (NASSAR; VALENTIN, 2006; STERZA; FERNANDES, 2006). A ilha Itatiaia, dentro dos limites do município de Vila Velha, está a uma distância aproximada da costa capixaba de mil metros e possui uma formação rochosa voltada para a preservação da fauna, dentre elas a andorinha do mar, ficando restrito o desembarque aos técnicos do projeto (ICMBIO, 2012).

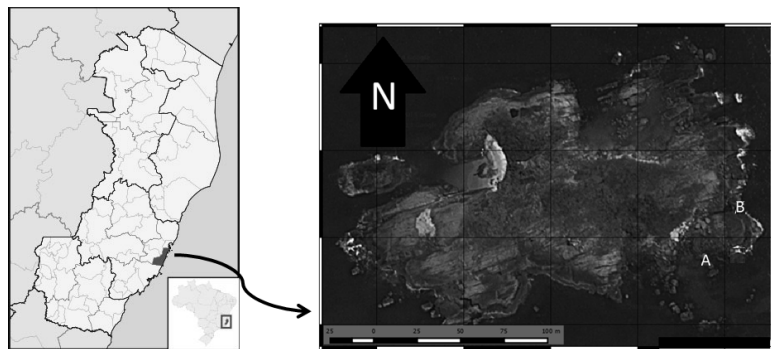


Figura 1. Ilha de Itatiaia localizada em Vila Velha-ES, junho 2014. Em A e B temos os pontos amostrais.

### Procedimentos de Amostragem

Dois pontos amostrais foram definidos, com distância aproximada de 60 metros, escolhidos por caracterização visual quanto a diferenças no batimento de ondas. A amostragem ocorreu em junho de 2014, período de inverno, em maré baixa, 0,2, (Marinha do Brasil, 2014). Na zona do mesolitoral inferior presente na região do entre-marés, foram raspados, em cada um dos pontos amostrais, três amostras de algas calcárias com auxílio de espátula utilizando um quadrado com 10 x 10 cm, escolhidas aleatoriamente, metodologia modificada de Sabido e Villaça (1999). O fital foi imediatamente colocado em sacos plásticos devidamente identificados, preservados com álcool 70% e encaminhado para o Laboratório de Ecologia de Animais Terrestres e Marinho da Universidade de Vila Velha – UVV para análise. No laboratório, as algas foram lavadas em peneira de malha 0,5 mm para retenção da fauna associada. Os organismos foram separados e identificados ao nível de classe.

Para medição do biovolume algal foi utilizado uma proveta graduada na qual foi colocado um volume de água pré-determinado e acrescido as algas presentes em cada quadrado, já com a fauna associada retirada. O Biovolume então foi caracterizado pela diferença entre os volumes finais e iniciais.

### Análise de Dados

Para cada ponto amostral foi considerado os valores médios do biovolume algal, densidade absoluta ( $D$ ) por metro quadrado ( $m^2$ ), riqueza de táxons ( $S$ ), diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) (Pielou, 1975):  $H' = - \sum (n_i/N) \log (n_i/N)$ , onde:  $n_i$  = valor de importância de cada espécie e  $N$  = total dos valores de importância e equitabilidade de Pielou ( $J'$ ):  $J' = H'/\log(S)$ , onde:  $H'$  é o índice de Shannon e  $S$  é a riqueza de táxons. Foi feita a análise de MDS e de similaridade (CLUSTER), ambos pela Distância Euclidiana, para os valores médios de densidade dos grupos zoobentônicos nos os pontos amostrais e totais, pelo método de UPGMA ("Unweighthed Pair-Group Method Using Arithmetic Averages").

As médias de três amostras foram comparadas entre os pontos por meio do teste  $t$  de Student ou teste  $U$  de Mann-Whitney, dependendo se a distribuição das variáveis era ou não conhecida. Assim para testar a normalidade dos dados utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk. Todos os teste foram feitos com um nível de significância de 5% por meio do pacote estatístico R versão 2.4.0 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O ponto amostral A apresentou o maior valor de biovolume algal, quando comparado ao ponto B, cujos valores médios encontrados foram de 83,3 ml e 33,3 ml, respectivamente.

A densidade absoluta encontrada neste trabalho foi de 17598 organismos  $m^2$ , sendo que 6332 organismos  $m^2$  foram encontrados no ponto amostral A e 11266 organismos  $m^2$  foram encontrados no ponto amostral B, cujos valores médios foram de 2110,7 organismos  $m^2$  e 3755,3 organismos  $m^2$  respectivamente, tabela 1, com diferença

significativa entre os pontos ( $t=3.09$ ,  $g.l.=4$ ,  $p<0.05$ ). O ponto amostral A apresentou os maiores valores médios de riqueza, diversidade e equitilidade, quando comparado ao ponto B (Tabela 2).

Tabela 1. Densidade absoluta ( $m^2$ ) do zoobentos associado a algas calcáreas na Ilha Itatiaia, Vila Velha-ES, junho de 2014.

Zoobentos	Ponto A	Ponto B
Arthropoda		
Malacostraca	3600	7233
Ostracoda	67	-
Pycnogonida	33	-
Mollusca		
Gastropoda	500	100
Bivalvia	133	667
Anellida		
Polychaeta	1533	3200
Echinodermata		
Holothuroidea	33	-
Ophiuroidea	133	-
Porifera		
Demospongiae	33	33
Nematoda		
Adenophorea	200	33
Priapulida		
Priapulimorpha	67	-
<b>Total</b>	<b>6332</b>	<b>11266</b>

Tabela 2. Valores médios dos índices ecológicos encontrados nos pontos amostrais da Ilha Itatiaia, Vila Velha-ES, junho de 2014.

Índices Ecológicos	Ponto A	Ponto B
Densidade ( $m^2$ )	2110,7	3755,3
Riqueza ( $S$ )	6,3	5,0
Diversidade ( $H'$ )	1,0702	0,8435
Equitabilidade ( $J'$ )	0,5780	0,5241

Os principais grupos bentônicos encontrados forma Arthropoda, Mollusca e Annelida (Figura 2). O grupo zoobentônico que apresentou o menor valor médio de densidade foi o Porifera, com 11,0 organismos  $m^2$ , tanto no total quanto nos pontos amostrais A e B, e o grupo que apresentou o maior valor médio foi o Arthropoda, com 1822,2  $m^2$ , sendo que nos pontos amostrais A e B foram 1233,3 e 2411,0 organismos  $m^2$ , respectivamente (Tabela 3).

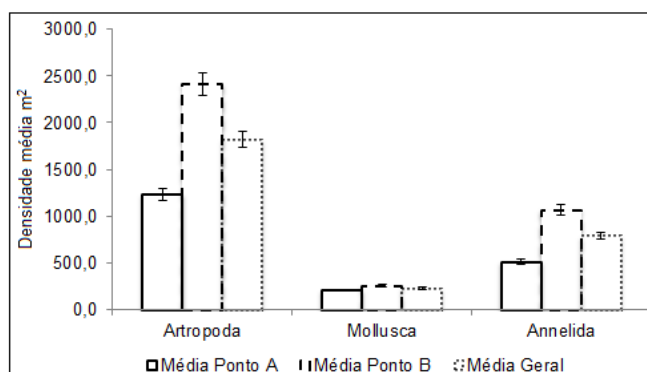


Figura 2. Valores médios, com erro padrão de 5%, da densidade dos principais grupos bentônicos amostrados na Ilha de Itatiaia, Vila Velha - ES, junho 2014.

Tabela 3. Valores médios do zoobentos, por ponto amostral e no total, amostrados na Ilha Itatiaia, Vila Velha-ES, junho de 2014.

Zoobentos	Ponto A	Ponto B	Total
Arthropoda	1233,3	2411,0	1822,2
Mollusca	211,0	255,7	233,3
Annelida	511,0	1066,7	788,8
Nematodo	66,7	11,0	38,8
Equinodermata	55,3	0,0	27,7
Priapulida	22,3	0,0	11,2
Porifera	11,0	11,0	11,0

Os resultados dos valores médios encontrados para o biovolume algal, densidade, riqueza ( $U=0$ ,  $n=3$ ,  $p<0.05$ ) e diversidade ( $t=2.06$ ,  $g.l.=6$ ,  $p<0.05$ ) nos pontos amostrais A e B foram significativamente diferentes, ficando apenas os valores médios de equitabilidade ( $t=0.96$ ,  $g.l.=6$ ,  $p>0.05$ ) como não significativamente diferentes. A análise de MDS para média geral da densidade nos grupos zoobentônicos amostrados na ilha apresentou a formação de dois agrupamentos, sendo o primeiro formado pelos grupos Nematodo, Echinodermata e o segundo formado pelos grupos Porifera e Pryapulida, e ainda apresentou os grupos Annelida, Arthropoda e Mollusca mais isolados, sendo isso também observado quando verificamos a análise de CLUSTER (Figura 3). A análise de MDS para média da densidade dos grupos zoobentônicos nos pontos amostrais, indicou também a formação de dois agrupamentos, sendo o primeiro formado pelos grupos zoobentônicos Nematoda, Echinodermata, Priapulida e Porifera do ponto amostral A e Nematoda, Porifera, Echinodermata e Priapulida do ponto amostral B, e o segundo formado pelo grupo zoobentônico Mollusca tanto do ponto amostral A quanto do ponto amostral B, sendo isto também observado pela Análise de CLUSTER, apresentou também os grupos Arthropoda e Annelida tanto do ponto A quanto do ponto B mais distantes (Figura 4).

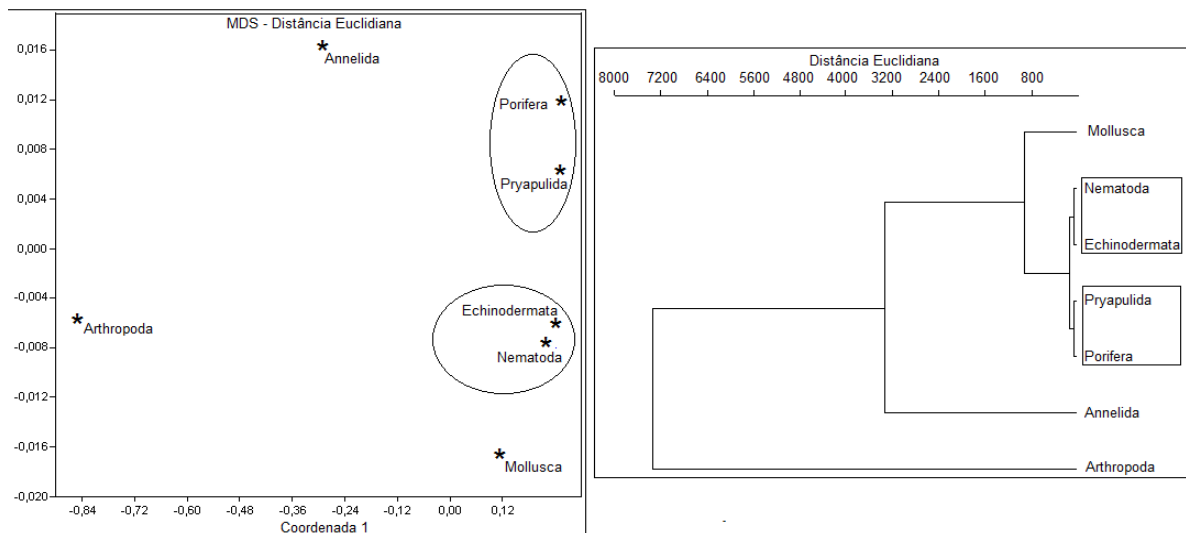


Figura 3. Análise de MDS e de CLUSTER, pela Distância Euclidiana, do zoobentos encontrado na Ilha de Itatiaia localizada em Vila Velha-ES, junho de 2014. Os contornos indicam os grupos mais próximos.

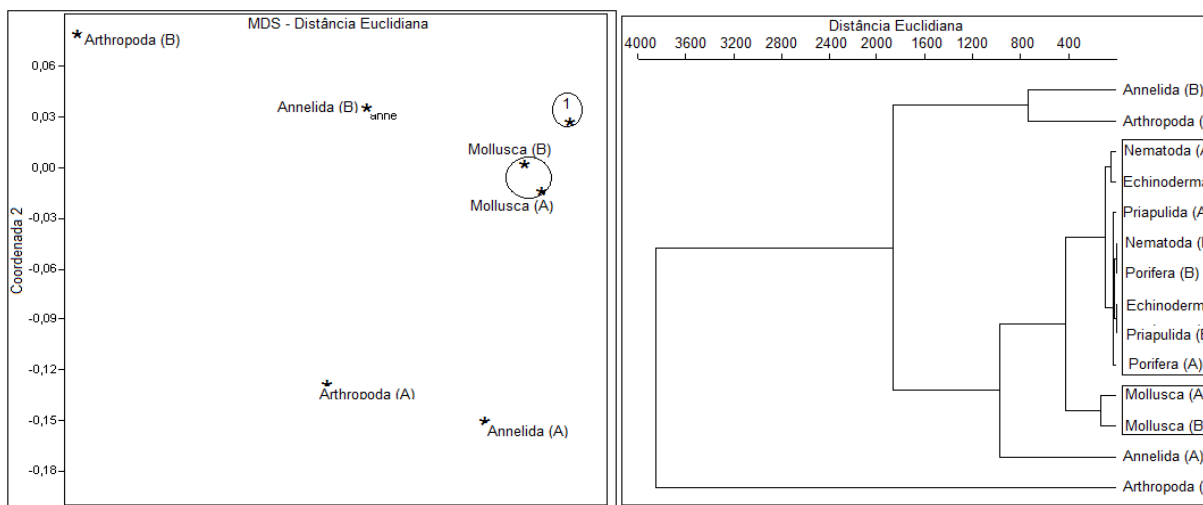


Figura 4. Análise de MDS e de CLUSTER, pela Distância Euclidiana, por ponto amostral do zoobentos encontrado na Ilha de Itatiaia localizada em Vila Velha-ES, junho de 2014. Os contornos indicam os grupos mais próximos, sendo que ponto \*1 temos a indicação do agrupamento com Nematoda, Echinodermata, Priapulida e Porifera (ponto A) e Nematoda, Porifera, Echinodermata e Priapulida (ponto B).

A diferença na quantidade de organismos encontrada para os pontos amostrais A e B encontrados na ilha de Itatiaia demonstra que estes pontos amostrais possuem características particulares influenciadas por fatores físico-químicos, como a geografia do ambiente, concentração de matéria orgânica e hidrodinamismo. A variação hidrodinâmica atua como um dos principais fatores de caracterização morfológica das algas e de estruturação de comunidades associadas (JACOBI, 1987; OIGMAN-PSZCZOL et al., 2004; PAGLIOSA, 2006).

Os grupos mais abundantes encontrados nesta amostragem foram Arthropoda, Mollusca e Annelida, assim como encontrado por Ramos *et al.* (2010). Segundo este autor esses grupos correspondem aos grupos dominantes para os substratos consolidados, podendo variar a ordem de abundância devido a variações relacionadas com as características físicas, químicas e biológicas apresentadas pela coluna d'água. As análises de MSD e de CLUSTER para as médias totais da densidade dos grupos zoobentônicos demonstrou que os principais grupos zoobentônicos se comportaram de maneira diferente, tendo isto ocorrido devido aos respectivos nichos ecológicos.

O ponto A apresentou o menor valor médio de biovolume algal, os menores valores absolutos e médios de densidade e ainda apresentou os maiores valores médios dos índices ecológicos, indicando que este ponto, mesmo apresentando um menor biovolume algal, encontra-se mais estabilizada, quando comparada ao ponto B. Isto pode ser verificado quando analisamos os maiores valores médios para os índices ecológicos e os menores valores de densidade, demonstrando uma menor interferência dos grupos dominantes. Segundo RAMOS, et. al. (2010) e TAMEGA & FIGUEIREDO (2005) regiões que apresentam um menor hidrodinamismo apresentam uma composição fital mais homogênea, assim como observado por STENEK, 1986; GHERARDI & BOSENCE, 2001, que perceberam que a variação na forma das algas calcárias construtoras e sua participação na estrutura dos recifes é fortemente controlada pela energia hidrodinâmica. Locais protegidos das ondas favorecem um rápido crescimento vertical caracterizado por formas protuberantes, ramificadas e pouco aderidas. Já em locais expostos as ondas o crescimento das algas calcárias é mais demorado, as formas planas e compactas são favorecidas e crostas grossas formam construções densas (ADEY, 1978; BOSENCE, 1983; GHERARDI, 1996; GHERARDI & BOSENCE, 2001), e com isto temos uma comunidade zoobentônica mais diversa e equilibrada. A maior densidade absoluta encontrada no ponto B provavelmente ocorreu devido as condições físico-químicas características desse ponto amostral aliadas a composição fital. Em águas rasas e turbulentas as algas calcárias crostosas favorecem o desenvolvimento de organismos dominantes (ADEY & VASSAR 1975). Isto também pode ser observado no ponto B deste estudo, com a formação dos grupos dominantes Arthropoda, Mollusca e Annelida, tendo como principal colaborador para os resultados os artrópodes da classe Malacostraca, principalmente os peracarídeos. Os peracarídeos normalmente apresentam densidade e riqueza elevadas, tanto no fital, quanto no substrato inconsolidado devido a grande versatilidade de ocupação de diferentes tipos de nichos ecológicos ao longo de seu ciclo de vida epibentônico com isso, acabam sendo imprescindíveis para a cadeia trófica costeira porque atuam com base alimentar de diversos outros grupos neste ambiente (RAMOS, et al., 2010).

## REFERÊNCIAS

ADEY, W. H. & VASSAR, J. M. 1975. Colonization, succession and growth rates of tropical crustose coralline algae (Rhodophyta, Cryptonemiales). **Phycologia** 14: 55-69.

BARRETO, C. C. Heterogeneidade espacial do habitat e diversidade específica: implicações ecológicas e métodos de mensuração. **Oecol. Bras.**, v. 7, n. 1, p. 121-153, 1999.

BOSENCE, D. W. J. Coralline algal reef frameworks. **J. geol. Soc.** London 140: 365-367. 1983.

GUERARDI, D. F. M. Recent Carbonate Sedimentation on the Coralline Algal Atol das Rocas, Equatorial South Atlantic, Brazil. **Geology**. London, University of London. 1996

FERREIRA, B. P.; MAIDA, M. Fishing and the future of Brazil's northeastern reefs. **InterCoast**, v. 38, n. 1, p. 22-23, 2001.

GHERARDI, D. F. M., & BOSENCE, D. W. J. 2001. Composition and community structure of the coralline algal reefs from Atol das Rocas, South Atlantic, Brazil. **Coral Reefs** 19:205-19.

HULL, S. L. Intertidal ostracod (Crustacea: Ostracoda) abundance and assemblage. structure within and between four shores in north-east England. **J. Mar. Biol. Assoc. U.K.**, v. 79, n. 6, p. 1045-1052, 1999.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). PORTARIA ICMBIO Nº 15, DE 17 DE FEVEREIRO DE 2012.. Aprova o Plano de Ação Nacional para a Conservação de Albatrozes e Petréis - PLANACAP, contemplando 10 espécies ameaçadas de extinção, estabelecendo seu objetivo geral, objetivos específicos, ações, prazo de execução, abrangência e formas de implementação e supervisão.. **Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil**, Brasília, DF, seção 1, p. 64.

JACOBI, C. M. Spatial and temporal distribution of Amphipoda associated with mussel beds from the Bay of Santos (Brazil). **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 35, n. 1-2, p. 51-58, 1987.

KELAHER, B. P.; CASTILHA, J. C. Habitat characteristics influence macrofaunal communities in coralline turf more than mesoscale coastal upwelling on the coast of Northern Chile. **Estuar. Coast. Shelf Sci.**, v. 63, n. 1–2, p. 155–165, 2005.

LEITE, F. P. P.; TANAKA, M. O.; GEBARA, R. S. Structural variation in the brown alga *Sargassum cymosum* and its effects on associated amphipod assemblages. **Braz. J. Biol.**, v. 67, n. 2, p. 215–221, 2007.

MARINHA DO BRASIL. **Tábua de marés**. Disponível em <[www.mar.mil.br](http://www.mar.mil.br)>. Acesso em: 01/07/2014.

MASUNARI, S. The phytal of the Alga *Amphiroa fragilissima* (Linnaeus) Lamouroux, 1816. **Stud. Neotr. Fauna Environ.**, v. 18, n. 3, p. 151–161, 1983.

MENGE, B. A. Top-down and bottom-up community regulation in marine rocky intertidal habitats. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v. 250, n. 1–2, p. 257–289, 2000.

NASSAR, C. A. G.; VALENTIN, Y. Y. Iron ore particles on four seaweed species from Camburi beach (Espírito Santo state, Brazil). **Braz. J. Oceanogr.**, v. 54, n. 2–3, p. 155–159, 2006.

OIGMAN-PSZCZOL, S. S.; FIGUEIREDO, M. A. O.; CREED, J. C. Distribution of benthic communities on the tropical rocky subtidal of Armação dos Búzios, southeastern Brazil. **Mar. Ecol.**, v. 25, n. 3, p. 173–190, 2004.

PAGLIOSA, P. R. Distribuição da macrofauna bêntica do entremarés ao sublitoral em uma praia estuarina da Baía da Babitonga, Sul do Brasil. **Biotemas**, v. 19, n. 1, p. 25–33, 2006.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2011). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

RAMOS, R. J.; TRAVASSOS, M. P.; and LEITE, G. R. Characterization of macrofauna associated with articulated calcareous algae (Corallinaceae, rhodophyta) occurring in a hydrodynamic gradient on the espírito santo state coast, brazil. **Braz. j. oceanogr.** vol.58, no.4, p.275-285, 2010.

SABINO, C. M.; VILLAÇA, R. Estudo comparativo de métodos de amostragem de comunidades de costão. **Rev. Bras. Biol.**, v. 59, n. 3, p. 407–419, 1999.

STENECK, R. S. 1986. The ecology of coralline algal crusts: Convergent Patterns and Adaptative Strategies. **Ann. Rev. Ecol. Syst.** 17: 273-303.

STERZA, J. M.; FERNANDES, L. L. Zooplankton community of the Vitória bay estuarine system (southeastern Brazil). Characterization during a threeyear study. **Braz. J. Oceanogr.**, v. 54, n. 2–3, p. 95–105, 2006.

SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; DOMINGUEZ, J. M. L.; FLEXOR, J. M.; AZEVEDO, A. E. G. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Rev. Bras. Geo.**, v. 15, n. 4, p. 273–286, 1985.

TÂMEGA, F. T. S.; FIGUEIREDO, M. A. O. Distribuição das algas calcárias incrustantes (Corallinales, Rhodophyta) em diferentes habitats na Praia do Forno, Armação dos Búzios, Rio de Janeiro. **Rodriguésia**, v. 56, n. 87, p. 123–132, 2005.