



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E ECOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

SABRINA BRAHIM DAS NEVES

COLONIZAÇÃO DA MACROFAUNA BENTÔNICA EM RODOLITOS
PRESENTES NA PRAIA PORTAL DE SANTA CRUZ, ARACRUZ-ES

VITÓRIA

2011

SABRINA BRAHIM DAS NEVES

COLONIZAÇÃO DA MACROFAUNA BENTÔNICA EM RODOLITOS
PRESENTES NA PRAIA PORTAL DE SANTA CRUZ, ARACRUZ-ES

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Oceanografia, do Departamento de Oceanografia e Ecologia, da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para obtenção do título bacharel em Oceanografia.

Orientadora: Dra. Karla Gonçalves da Costa

VITÓRIA
2011

**COLONIZAÇÃO DA MACROFAUNA BENTÔNICA EM RODOLITOS
PRESENTES NA PRAIA PORTAL DE SANTA CRUZ, ARACRUZ-ES**

por

SABRINA BRAHIM NEVES

Submetido como requisito parcial para a obtenção de grau de

Oceanógrafo

na

Universidade Federal do Espírito Santo

Novembro de 2011

© Sabrina Brahim Neves

Por meio deste, o autor confere ao Colegiado do Curso de Oceanografia e ao Departamento Oceanografia e Ecologia da UFES permissão para reproduzir e distribuir cópias parciais ou totais deste documento de monografia para fins não comerciais.

Assinatura do autor

Curso de graduação em Oceanografia
Universidade Federal do Espírito Santo
29 de novembro de 2011

Certificado por

Karla Gonçalves da Costa
Dr. / Orientador
DCAB/CEUNES/UFES

Certificado por

Ângelo Fraga Bernardino
Examinador interno
DOC/CCHN/UFES

Certificado por

Karla Paresque
Examinador externo
USP

Aceito por

Ângelo Fraga Bernardino
Prof. Adjunto / Coordenador do Curso de Oceanografia
DOC/CCHN/UFES

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Oceanografia-UFES e ao Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas- CEUNES pela infra-estrutura oferecida para a execução deste trabalho.

Em especial, agradeço à professora Karla Gonçalves da Costa pela orientação, e as horas dedicadas a me ensinar tudo que sei sobre esses bichinhos. Obrigada por dividir comigo o seu projeto favorito!

Ao Prof. Ângelo Fraga Bernardino e à Msc. Karla Paresque, por aceitaram fazer parte da banca examinadora e pela ajuda nessa etapa final.

Aos amigos que me ajudaram nas coletas e idas a campo: Roberto Berrêdo, Pedro Menandro e Ranim Thomé. À Nálita Scamparle e a Jacqueline Neves pela ajuda e paciência nos meus dias de CEUNES.

À Vitor, que participou ativamente nas fases iniciais, desde a confecção das armadilhas, muitas idas a campo e palpites na redação. Também pela paciência, sorrisos e carinho.

À Franciane, por sempre ouvir minhas reclamações e me apoiar em todas elas!

Aos amigos que estiveram comigo nesses anos, pelo companheirismo, pelas noites desesperadas de estudo regadas a risadas e tudo mais.

Às amigas de casa Bianca, Marcelli e Priscila por fazerem os meus dias mais leves e aguentarem minha bagunça com armadilhas e isopores pelo corredor.

Agradeço principalmente à minha família, meus pais, irmão, avós e tios que me deram suporte, me apoiaram e fizeram de mim o que eu sou. Eu não existo sem vocês!

“Nunca o homem inventará nada mais simples nem mais belo do que uma manifestação da natureza. Dada a causa, a natureza produz o efeito no modo mais breve em que pode ser produzido.”

Leonardo da Vinci

RESUMO

Rodolitos são algas calcárias não-articuladas de vida livre e alta complexidade, com altos valores de riqueza e abundância de espécies associadas. O objetivo desse estudo foi avaliar os padrões de colonização da macrofauna bentônica aos rodolitos e acompanhar esse processo identificando seus estágios. Rodolitos foram defaunados e reintroduzidos no ambiente em armadilhas. Posteriormente foram coletadas amostras a cada 15 dias, durante 105 dias. Dados abióticos e condições meteoceanográficas também foram obtidos. A fauna associada aos rodolitos experimentais e controles foi caracterizada e submetida a análises estatísticas uni- e multivariadas. Análises de correlação entre as características dos nódulos e variáveis ambientais com a estrutura da fauna também foram feitas. A análise de variância (ANOVA) mostrou diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os rodolitos controle e experimentais e também entre os dias amostrais. Com a análise de ordenação (MDS) foi possível visualizar a distinção das etapas sucessionais. As variáveis abióticas salinidade, temperatura e turbidez não apresentaram isoladamente relação com a composição da fauna, somente em associação com outras variáveis, como volume do nódulo. Supõe-se que a alteração no padrão de sucessão pode estar relacionada com a passagem de frentes frias. Interações biológicas também podem ser importantes na mudança da estrutura da comunidade. O tempo de amostragem não mostrou-se suficiente para a estabilização da comunidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa da região de estudo evidenciando a APA Costa das Algas, REVIS de Santa Cruz e Praia Portal de Santa Cruz _____	15
Figura 2 – Praia Portal de Santa Cruz, com a ocorrência de couraças lateríticas e mangues aderidos _____	16
Figura 03 – A) Travesseiros de tela de polietileno com abertura de 4cm. B) Braçadeiras de nylon na abertura da armadilha; C) Em destaque costura feita com linha de nylon e colada com cola tipo Epox _____	17
Figura 4 – Medidas de turbidez (UNT), temperatura (°C) e salinidade (UPS) da água nos dias de amostragem _____	22
Figura 5 – Valores diários de precipitação (mm) durante o experimento _____	23
Figura 6 – Valores médios diários de altura significativa (m) e período de onda (s) durante o experimento _____	23
Figura 7 – Valores diários de intensidade (m/s) e direção do vento durante o experimento _____	24
Figura 8 – Valores médios diários de temperatura média do ar (°C) durante o experimento _____	24
Figura 9 – Abundância de organismos em cada dia amostral, ressaltando os grupos mais representativos nos rodolitos experimentais e controles _____	28
Figura 10 – Riqueza (média ± erro padrão) dos rodolitos experimentais e controle. Destacados em vermelho estão os dias de amostragem em que tiveram diferenças significativas com os rodolitos controles. Em verde, os rodolitos experimentais que tiveram diferenças entre si. Ambos determinados pelo teste de Tukey _____	29
Figura 11 – Densidade (indiv./cm ³) (média ± erro padrão) dos rodolitos experimentais e controle. Destacados em vermelho estão os dias de amostragem em que tiveram diferenças significativas com os rodolitos controles. Em verde, os rodolitos experimentais que tiveram diferenças entre si. Ambos determinados pelo teste de Tukey _____	30

Figura 12 – Equitatividade de Pielou J (média \pm erro padrão) dos rodolitos experimentais e controle. Destacados em vermelho estão os dias de amostragem em que tiveram diferenças significativas com os rodolitos controles. Em verde, os rodolitos experimentais que tiveram diferenças entre si. Ambos determinados pelo teste de Tukey _____ 31

Figura 13 – Diversidade de Shannon H' (média \pm erro padrão) dos rodolitos experimentais e controle. Destacados em vermelho estão os dias de amostragem em que tiveram diferenças significativas com os rodolitos controles. Em verde, os rodolitos experimentais que tiveram diferenças entre si. Ambos determinados pelo teste de Tukey _____ 31

Figura 14 – Análise de Ordenação (MDS) da abundância e composição dos grupos macrofaunais nos rodolitos experimentais e controles _____ 32

Figura 15 – Volume médio (cm³) dos nódulos em cada dia amostral _____ 32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Datas das coletas com suas respectivas amostras _____ 18

Tabela 2 – Grupos taxonômicos dos organismos encontrados nos rodolitos experimentais e controles _____ 25

Tabela 3 – Resultado da ANOVA unifatorial para os índices univariados da macrofauna entre os rodolitos controles e experimentais e entre os dias amostrais (sem controle) _____ 29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	14
2.1. Objetivo Geral	14
2.2. Objetivos Específicos	14
3. METODOLOGIA	15
3.1 Área de estudo	15
3.2. Procedimentos de campo	16
3.3. Condições Meteoceanográficas	18
3.4 Procedimentos laboratoriais	19
3.5 Análise de dados	19
3.5.1 Condições Meteoceanográficas	19
3.5.2 Composição Faunística	20
4. RESULTADOS	22
4.1. Condições Meteoceanográficas e Variáveis Ambientais	22
4.2. Composição faunística	25
5. DISCUSSÃO	34
6. CONCLUSÕES	38
7. REFERÊNCIAS	39

1. INTRODUÇÃO

Rodolitos são algas calcárias não-articuladas de vida livre (Rhodophyta, Corallinales) com capacidade de transformar fundos inconsolidados homogêneos em fundos duros heterogêneos (GHERARDI, 2004). São organismos muito complexos, com tendência a altos valores de riqueza e abundância de espécies associadas devido à oferta de habitats e abrigo a algas e invertebrados. Juntamente com as florestas de *kelps*, as pradarias de gramíneas marinhas e os recifes de corais, os bancos de rodolitos formam o “Big Four”, considerados os quatro ecossistemas de maior diversidade de organismos bentônicos associados (FOSTER, 2001). Tais algas também podem ser chamadas de nódulo calcário ou *mearl* (OLIVEIRA FILHO, 1998).

Os bancos de algas calcárias são amplamente distribuídos pelo mundo, sendo que os maiores bancos conhecidos ocorrem na plataforma continental brasileira, entre os paralelos 2°N e 25°S, desde a região do Amazonas até o Rio de Janeiro, abrangendo uma extensão de aproximadamente 4.000km (KEMPF, 1970). Podem ser encontrados desde a zona entre-marés até profundidades de 290m caso haja luz suficiente para o processo de fotossíntese (LITTLER, *et al* 1991). É comum a ocorrência de rodolitos arribados em praias adjacentes aos bancos, uma vez que algas frondosas se fixam sobre os nódulos e facilitam o deslocamento sobre o fundo (DIAS, 2001).

Um rodolito pode ser composto inteiramente de coralina não-geniculada ou nucleado, que contem em seu centro material de origem inorgânica ou biogênica não-algal (FREIWALD & HENRICH, 1994) dependendo de sua forma de reprodução e crescimento (FOSTER, 2001). Segundo Blunden *et. al.* (1977), algas calcárias possuem mais de 95% de sua massa seca constituída de CaCO₃, tendo assim grande importância econômica. O interesse na exploração das algas calcárias está associado à sua ampla utilização, como na agricultura, indústria de cosméticos e alimentícia (DIAS, 2000).

Além da exploração de rodolitos para extração de CaCO₃, existem outros tipos de ameaças a bancos de rodolitos por atividades antrópicas, estudados principalmente na Europa (BIOMAERL, 1998). Dentre essas atividades destacam-se as construções de estruturas costeiras como guias correntes e

molhe que alteram a dinâmica local; despejos de efluentes domésticos, industriais e rejeitos de dragagens; pesca de arrasto de fundo; aquicultura e principalmente exploração (BIOMAERL, 2001).

O litoral do Espírito Santo está inserido na maior área de banco de rodolitos do mundo (KEMPF, 1970; FOSTER, 2001). Entretanto, poucos estudos foram realizados na região sobre a macrofauna bentônica associada a esse tipo de ambiente (WECK, 1995; AMADO FILHO, *et al.* 2007; VILLAS-BÔAS & FIGUEIREDO, 2006; VILLAS-BÔAS, 2008). Até o momento, estudos sobre a colonização e sucessão ecológica em rodolitos naturais são desconhecidos, justificando o desenvolvimento deste trabalho.

Uma variedade de fatores que podem influenciar a diversidade, distribuição e abundância de organismos associados aos bancos de rodolitos têm sido identificadas em diversos estudos. Destacam-se: padrões sazonais de temperatura da água e luminosidade, características do substrato, razão entre talos vivos e mortos e complexidade dos talos (HILY *et al.*, 1992; DE GRAVE, 1999; STELLER *et al.*, 2003).

O entendimento dos mecanismos de colonização é crucial para determinar a resiliência de ecossistemas e das comunidades bentônicas associadas após distúrbios em diversas escalas (SHULL, 1997). Em águas costeiras são claros os eventos de mudanças sucessionais como, por exemplo, o desenvolvimento de comunidades bentônicas após períodos de tempestades (GALLUCCI & NETTO, 2004).

O processo de desenvolvimento do ecossistema, conhecido como sucessão ecológica, abrange alterações na estrutura de composição de espécies e processos da comunidade ao longo do tempo. Implica também em modificações do ambiente físico pela comunidade e interações biológicas das populações.

A sucessão de organismos em pequenos substratos artificiais como metal, vidro ou outro tipo de material são amplamente estudados (NERY *et al.*, 2008; SOUZA *et al.*, 2008; ZALMON & GOMES, 2003) e simulam um tipo de microcosmos no qual acontece uma sucessão ecológica. Uma vez que estes microcosmos apresentam restrições, é necessário cuidado na projeção de

hipóteses para escalas maiores. As interações negativas como competição e predação exercem um papel mais importante do que interações positivas como coexistência e mutualismo na determinação de substituição de espécies em habitats com espaço limitado (ODUM, 1988).

Muitos modelos de recolonização e sucessão em comunidades bentônicas de fundos inconsolidados têm sido desenvolvidos baseados em experimentos. Entre os mais citados estão Pearson & Rosenberg (1978) e Rhoads *et al.* (1978). Tais modelos predizem a sequência específica dos estágios sucessionais após distúrbios. Esses estágios compreendem espécies com modos de vida particular e adaptadas às condições de cada etapa sucessional (ZAJAC *et. at.* 1998).

Segundo McCall (1977) as espécies colonizadoras podem ser consideradas em três estágios com características ecológicas diferentes. O primeiro é caracterizado pela presença de pequenas espécies oportunistas, com vários eventos produtivos por ano, alto recrutamento, rápido desenvolvimento e alta taxa de mortalidade. São geralmente depositívoros e possuem estágio larval lecitotrófico.

O estágio II é marcado pela presença de espécies com características intermediárias dos estágios I e III.

Já o estágio III pode ser descrito pela presença de espécies de equilíbrio, de maior tamanho, poucas reproduções por ano, baixo recrutamento, desenvolvimento lento e com mobilidade. São colonizadores tardios e possuem larvas do tipo planctotróficas.

Estudos sobre a estrutura e ecologia da comunidade bentônica associada aos rodolitos arribados na região de Santa Cruz, agregariam importantes informações sobre a biodiversidade desse ecossistema litorâneo situado ao norte do Espírito Santo. Além disso, essas informações podem servir de base para futuros estudos e planos de manejo da região.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo principal

Acompanhar o processo de colonização de organismos macrofaunais associados à rodolitos defaunados.

2.2. Objetivos específicos

- Descrever e caracterizar a composição da macrofauna bentônica associada aos rodolitos;
- Observar se o volume do nódulo influencia em sua colonização;
- Avaliar a influência dos parâmetros meteoceanográficos na composição da macrofauna;
- Definir se o método apresenta bons resultados para aplicação em estudos posteriores.

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

O experimento foi realizado na Praia Portal de Santa Cruz (19°58'S e 40°08'W) localizada na plataforma continental interna, no litoral sul do município de Aracruz, Espírito Santo. Essa praia está inserida na Área de Proteção Ambiental (APA) Costa das Algas e Refúgio da Vida Silvestre (REVIS) de Santa Cruz (Figura 1), criada em Julho de 2010, com objetivo de proteger os ambientes colonizados por algas, invertebrados e fauna bentônica associada, entre outros. Segundo o Ministério do Meio Ambiente – MMA (2002) a região de estudo é considerada como “área extremamente prioritária para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade da zona costeira e marinha”.

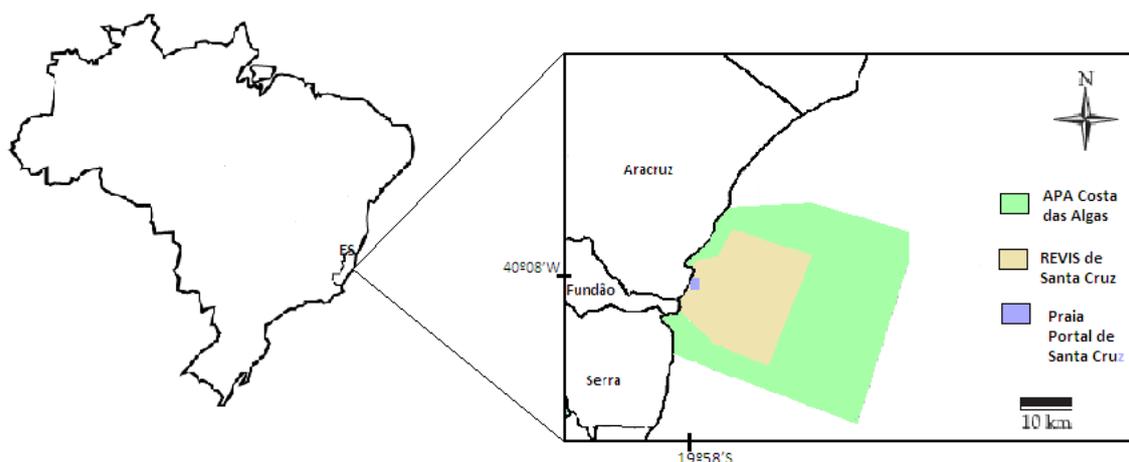


Figura 1 - Mapa da região de estudo evidenciando a APA Costa das Algas, REVIS de Santa Cruz e Praia Portal de Santa Cruz.

A área encontra-se em um terraço de abrasão da Formação Barreiras e é caracterizada por formações de arenito de praia ferruginoso ou bloco lateríticos fragmentados (QUINTANA, 2000), com a ocorrência de pequenos mangues aderidos a essas lateritas (Figura 2). Muitas vezes, esses blocos ficam expostos atingindo grandes extensões do médio e infralitoral. O sedimento é predominantemente bioclástico (ALBINO, 2000), composto principalmente de algas calcárias. A presença de couraças lateríticas provoca dissipação das ondas de mar aberto que atingem águas rasas, caracterizando um baixo

hidrodinamismo na região (GOMES, 2008), porém a energia das ondas é o principal responsável pela erosão nesse ambiente (LONGO, 1997).



Figura 2 – Praia Portal de Santa Cruz, com a ocorrência de couraças lateríticas e mangues aderidos.

A escolha da área de estudo foi devido à grande abundância de algas calcárias arribadas vivas e mortas, facilidade de acesso ao local, baixo hidrodinamismo e pouca movimentação de pessoas, possibilitando uma melhor manipulação do experimento.

3.2 Procedimentos de campo

Inicialmente foram coletados rodolitos arribados mortos, com tamanho entre 5 e 10cm, que passaram por um tratamento de defaunação para a retirada de toda a matéria orgânica e organismos associados. Esse processo consistiu de lavagem com água sanitária e, posteriormente, secagem em estufa a 40°C por 48 horas.

Após defaunados, 80 rodolitos foram alocados em 8 armadilhas com forma de “traveseiros”, totalizando 10 rodolitos por traveseiro. Os traveseiros de malha de polietileno possuem área de aproximadamente 0,135 m² (30cm x 45cm) e 4cm de abertura entre nós, costurados com linha NE nylon e colados com cola tipo Epox (Fig. 3). O lado não costurado da armadilha é lacrado com braçadeiras de nylon, que facilita a retirada dos nódulos.

As armadilhas foram então dispostas no infralitoral raso sujeitas a variação da maré e batimento de ondas, amarradas por cordas em couraças lateríticas numa mesma profundidade para facilitar a manipulação.

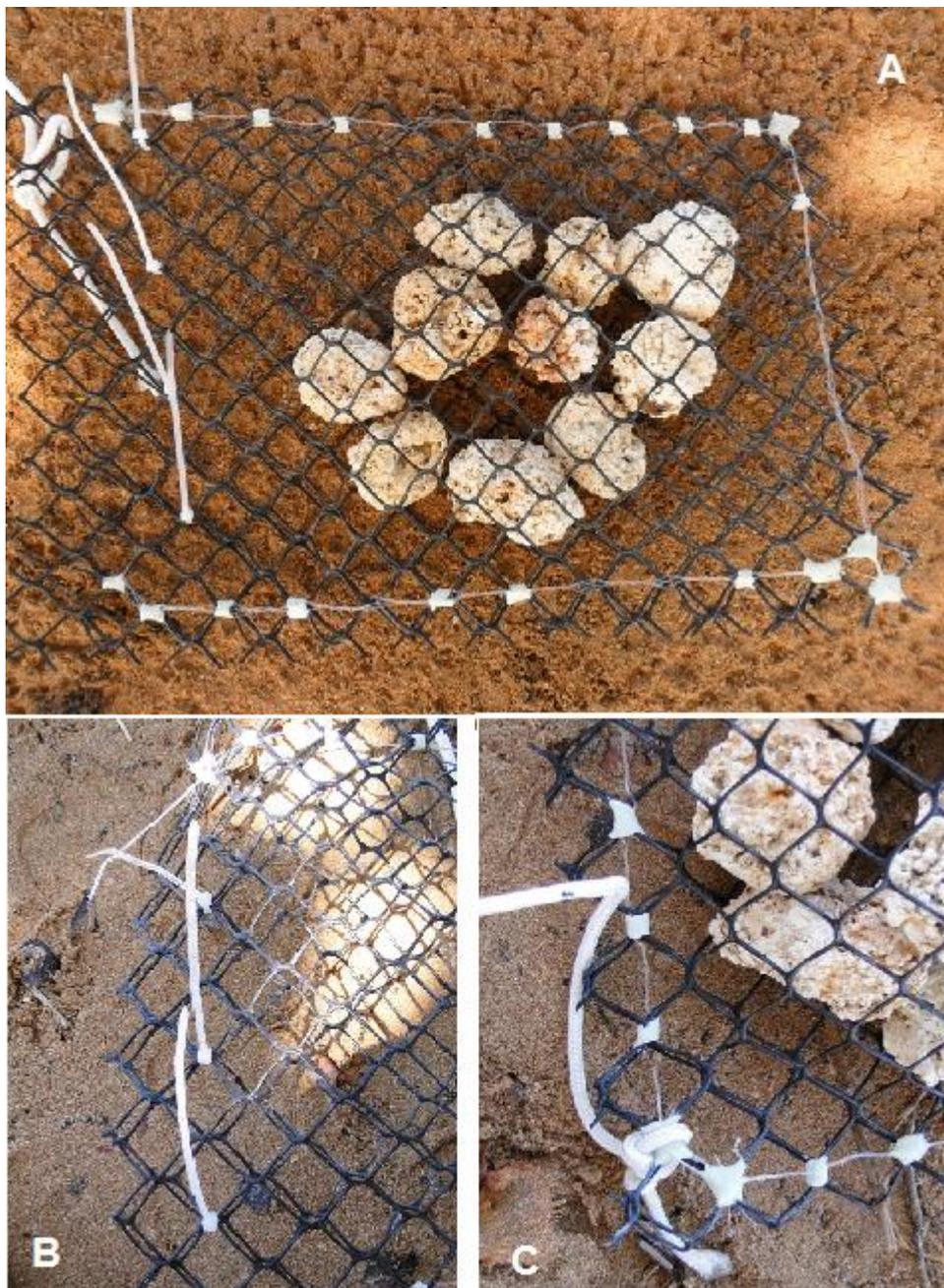


Figura 03 – A) Travesseiros de tela de polietileno com abertura de 4cm. B) Braçadeiras de nylon na abertura da armadilha; C) Em destaque costura feita com linha de nylon e colada com cola tipo Epox.

As amostras foram constituídas de 5 rodolitos individuais, retirados aleatoriamente de 5 travesseiros, quinzenalmente até 105 dias após o início do experimento, para avaliação da colonização. As datas de amostragens estão

dispostas na Tabela 1. Além disso, no último dia de amostragem foram coletados 5 rodolitos, de tamanho aproximado aos experimentais, encontrados naturalmente na área de estudo e que não foram defaunados, constituindo assim os rodolitos controle. Todos foram acondicionados em sacos plásticos com adição de cloreto de magnésio 7% para anestésiar a fauna e, após 2 horas, fixados com solução de formalina 10%.

Tabela 1 – Datas das coletas com suas respectivas amostras.

Data	Amostra
18/04/11	D0*
03/05/11	D15
18/05/11	D30
02/06/11	D45
17/06/11	D60
02/07/11	D75
17/07/11	D90
01/08/11	D105
01/08/11	CONTROLE

*D0 - Dia de implantação do experimento

O período do experimento foi determinado pela quantidade de nódulos experimentais em campo, uma vez que algumas armadilhas e rodolitos foram perdidas no decorrer dos dias.

3.3 Condições Meteoceanográficas

As condições meteoceanográficas como pluviosidade, velocidade e direção do vento e altura e direção das ondas durante o período do experimento foram acompanhados. A salinidade e temperatura foram medidas no dia da coleta com auxílio de refratômetro e termômetro, respectivamente. A turbidez também foi mensurada, coletando-se água que posteriormente foi levada para laboratório e medida através de um turbidímetro. Os dados pluviométricos foram obtidos no banco de dados de estações automáticas do INMET (INMET, 2011). Os parâmetros de onda e vento foram estimados pelo modelo NOAA Wavewatch III para a região norte do Espírito Santo (SURFGURU, 2011).

3.4. Procedimentos laboratoriais

Em laboratório foi feita a biometria dos nódulos de acordo com Metri 2006, como volume externo (V1 - com o rodolito encapado com filme plástico).

Os organismos incrustantes epifaunais foram, quando possível, identificados e contados. Para a extração da infauna, os rodolitos foram cuidadosamente quebrados e lavados sobre malha de 0,5mm para retenção da fauna.

O material retido na malha foi triado com auxílio de lupa e os organismos encontrados foram armazenados em álcool 70%. Posteriormente, os indivíduos foram identificados e quantificados à menor categoria taxonômica possível.

Os fragmentos dos rodolitos foram submetidos a emersão para cálculo de volume real (V2). Com a diferença do volume externo e real obtém-se o volume interno de cada rodolito.

3.5. Análise dos dados

3.5.1 Condições Meteoceanográficas

Para avaliação de variação das condições meteoceanográficas foram confeccionados gráficos de turbidez, salinidade e temperatura da água dos dias amostrais e também de precipitação, altura e período de onda, direção e intensidade do vento e temperatura média atmosférica.

A identificação da passagem de frente fria foi realizada de acordo com Rodrigues *et al.* (2004), que utiliza como critérios i) giro do vento de quadrante norte para quadrante sul, (ii) permanência do vento sul por pelo menos mais de um dia; (iii) queda de temperatura no momento do giro do vento, ou até dois dias depois, de pelo menos 0,5 grau Celsius.

Para construção dos gráficos foram utilizados os softwares Excel[®] e MatLab[®].

3.5.2 Composição Faunística

Para testar diferenças nos dados derivados da fauna entre os dias amostrados foram utilizadas técnicas univariadas paramétricas e multivariadas não paramétricas (Clarke & Warwick 1994).

A descrição faunística foi realizada a partir de descritores univariados como densidade (indivíduos/cm³), riqueza (número de táxons), abundância, diversidade de espécies H' (Log2) (SHANNON, 1948) e equitatividade J' (PIELOU, 1969).

A diversidade de espécies refere-se à variedade de organismos em uma determinada comunidade. O índice de diversidade de Shannon-Wiener (H', 1948) leva em consideração a riqueza das espécies e sua abundância relativa. É definido por:

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i \quad (2)$$

Onde:

S = número de espécie ou táxon da mesma espécie

$$p_i = n/N$$

O Índice de Equitatividade de Pielou é um índice de uniformidade, em que refere-se ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies. É estimado por:

$$J = \frac{H'}{\log S} \quad (4)$$

A densidade da fauna associada é a razão entre a quantidade de organismos do nódulo pelo volume interno.

Diferenças nos descritores univariados foram testadas através de análise de variância paramétrica (ANOVA) unifatorial. Testes de Cochran foram aplicados para homogeneidade das variâncias e os dados foram transformados em log (x+1) quando necessário. Para os resultados significativos, o teste de Tukey foi utilizado para realizar comparações múltiplas. O teste ANOVA foi aplicado para

testar variância entre os rodolitos experimentais e controles e também somente os nódulos do experimento.

Foram construídas matrizes de similaridade utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis a partir dos dados da fauna bentônica associada (transformados em $\log(x+1)$). Os dados foram ordenados e plotados através da análise de ordenação (MDS, Multidimensional Scaling) e Cluster. A diferença dos dados da fauna entre os dias de colonização foi testada através da análise de similaridade não paramétrica ANOSIM.

As relações entre os índices univariados da fauna benthica e as variáveis ambientais foram avaliadas através da correlação de Spearman. A análise BIO-ENV foi utilizada para determinar as possíveis relações entre a estrutura multivariada da comunidade e combinações de variáveis ambientais (Clarke & Ainsworth 1993), definindo assim o conjunto de variáveis que melhor explicam a estrutura da fauna.

Para a realização das análises estatísticas foram utilizados os aplicativos STATISTICA[®] e PRIMER[®] e a construção de alguns dos gráficos o software Excel.

4. RESULTADOS

4.1 Condições Meteoceanográficas

A salinidade e temperatura da água durante o período do experimento não variaram muito, com valores oscilando entre 35 a 37 de salinidade e 23 a 27 °C respectivamente (Figura 4). As medidas de turbidez evidenciaram uma pequena mudança, porém em todos os dias de coleta pode-se considerar que havia pouco material em suspensão.

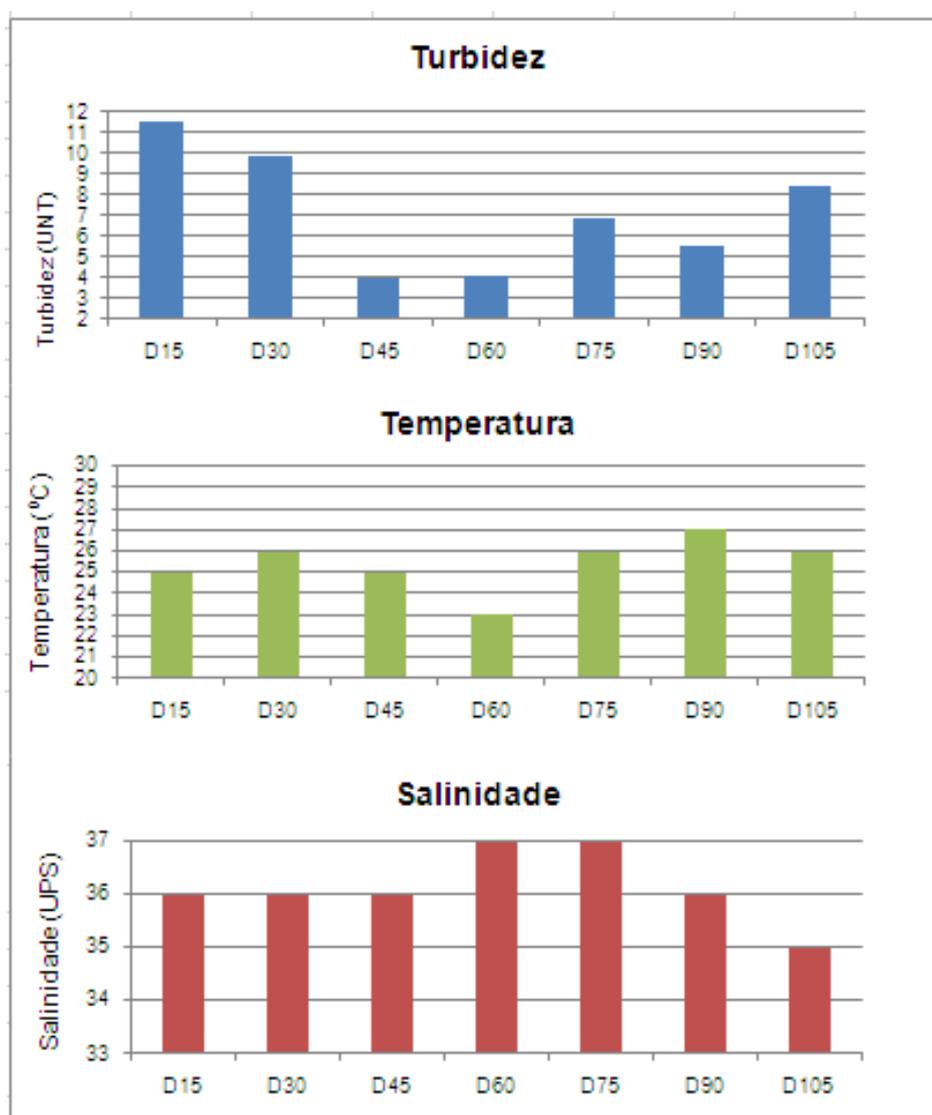


Figura 4 – Medidas de turbidez (UNT), temperatura (°C) e salinidade (UPS) da água nos dias de amostragem.

A partir dos dados de precipitação, intensidade e período de onda, intensidade e direção de vento e temperatura atmosférica, apresentados abaixo nas Figuras 5 a 8, é possível estimar a passagem de frente fria na área de estudo. Os dados de onda e vento entre os dias D97 e D104 não estão disponíveis para consulta.

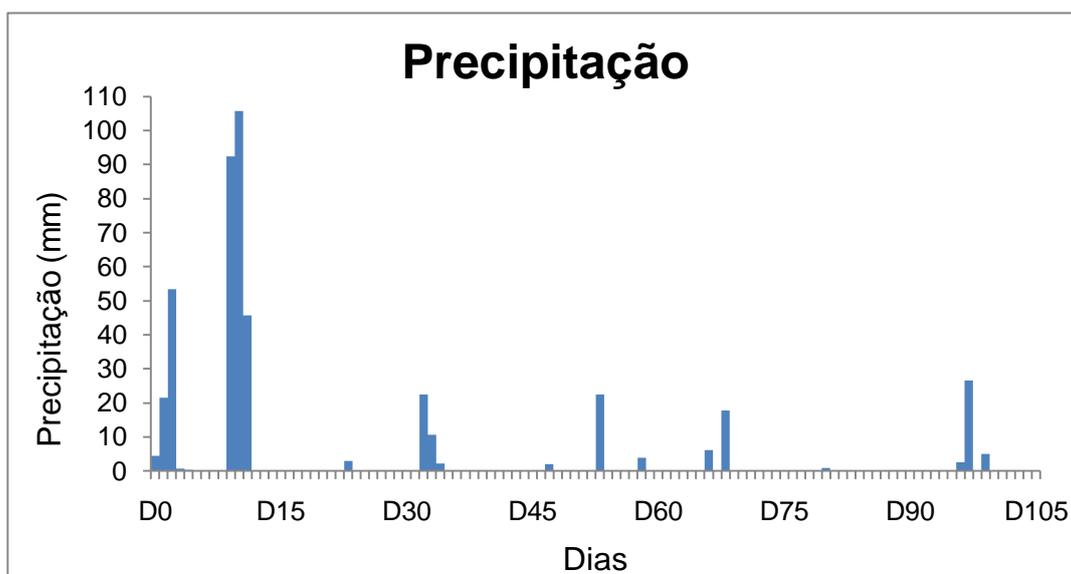


Figura 5 – Valores diários de precipitação (mm) durante o experimento.

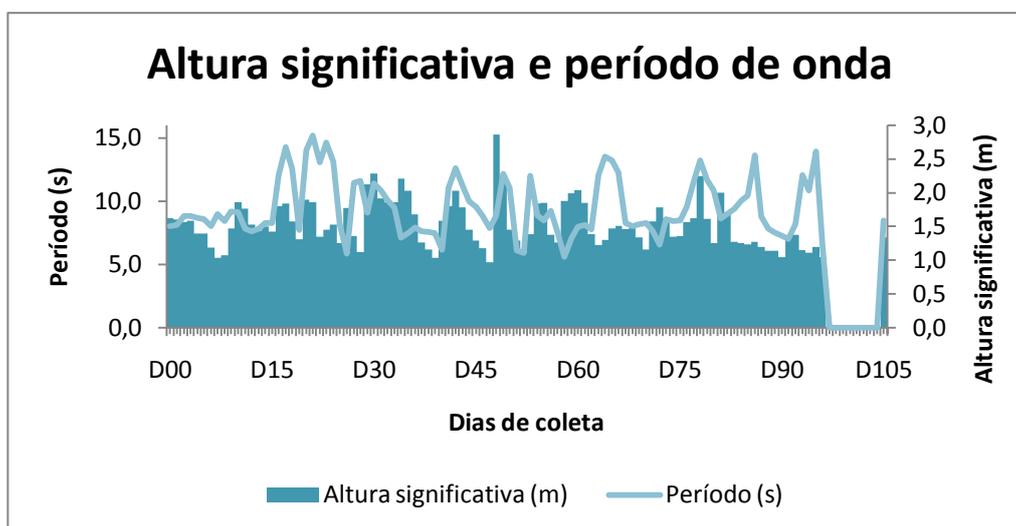


Figura 6 – Valores médios diários de altura significativa (m) e período de onda (s) durante o experimento.

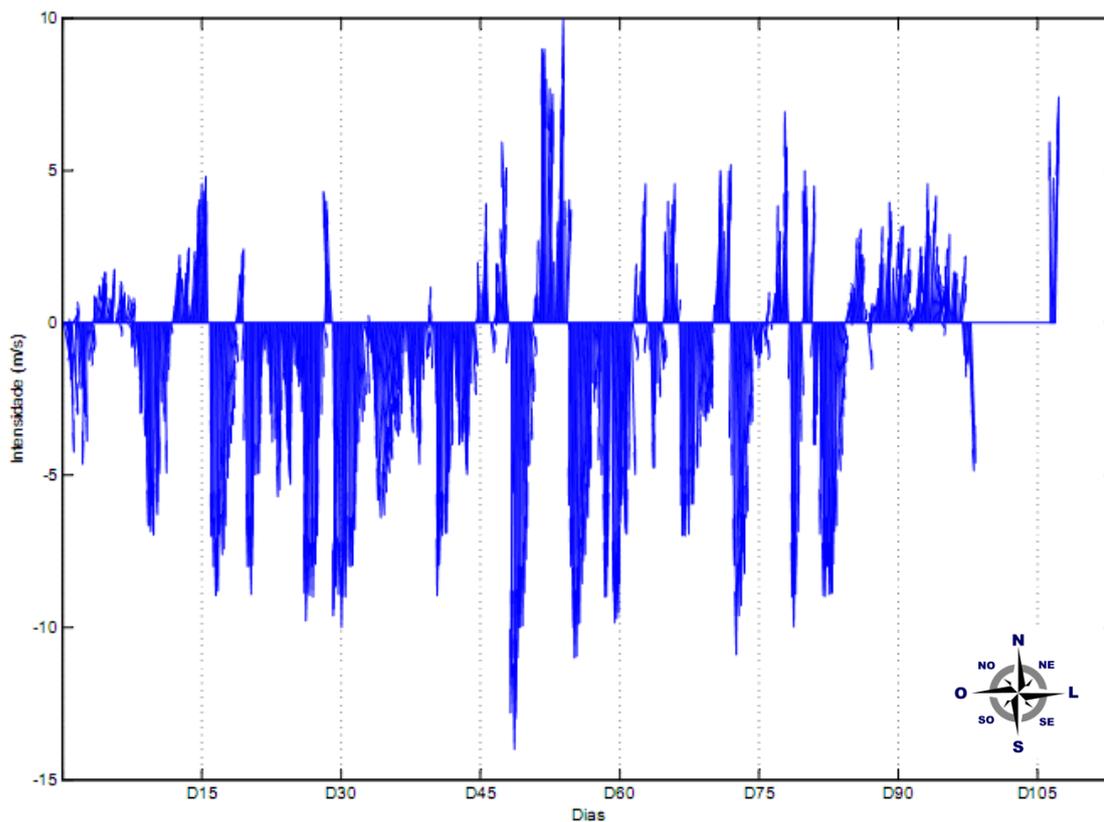


Figura 7 – Valores diários de intensidade (m/s) e direção do vento durante o experimento.

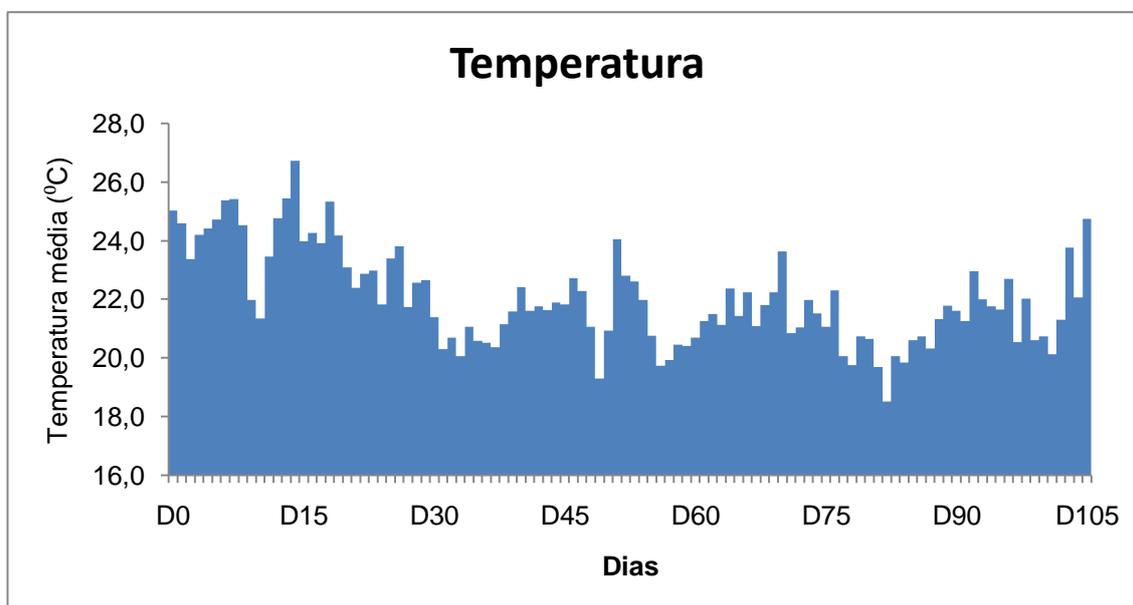


Figura 8 – Valores médios diários de temperatura média do ar (°C) durante o experimento.

Em geral, o tempo permaneceu firme, com baixos índices de precipitação e ondas pequenas, porém os ventos predominantes foram os do quadrante sul. Nos primeiros dias do experimento, até aproximadamente o 11º dia, os índices

de precipitação mostraram-se elevados, porém não caracterizaram a presença de frente fria. As frentes frias de maior intensidade ocorreram aproximadamente nos 49º, 55º e 82º de experimento. A passagem dessas frentes foi marcada pelo aumento na alturas das ondas, intensidade dos ventos do quadrante sul e queda na temperatura do ar.

4.2 Composição faunística

No total, foram encontrados 1121 indivíduos pertencentes a 42 táxons (Tabela 2). Os grupos mais abundantes foram a ordem Amphipoda e a classe Polychaeta, representado 65,8% e 17,3% do total, respectivamente. Os grupos restantes, como Platyhelminthes, Nematoda, Sipuncula, Mollusca, Oligochaeta, Cumacea, Isopoda, Brachyura, Paguridae, Ostracoda, Tanaidacea, Sergestidae e Ophiuroidea totalizaram juntos 16,9% do total.

Tabela 2 – Grupos taxonômicos dos organismos encontrados nos rodolitos experimentais e controles e abundância de cada grupo

GRUPOS TAXONÔMICOS	D15	D30	D45	D60	D75	D90	D105	CONT
Plathelminthes								
Polycladida								
<i>sp1.</i>	2	0	0	0	0	0	0	1
NEMATODA								
<i>sp1.</i>	0	0	0	0	0	0	0	1
SIPUNCULA								
<i>sp1.</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
MOLLUSCA								
Polyplacophora								
<i>Ischnochiton sp.</i>	0	0	0	0	0	4	6	12
Gastropoda								
<i>Diadora sp.</i>	0	0	0	1	1	4	2	0
<i>Tricolia thalassicola</i>	1	0	0	0	2	12	4	0
<i>Trachypollia didyma</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>sp1.</i>	0	0	0	0	0	0	0	2
Bivalvia								
<i>sp1.</i>	0	1	0	0	0	0	0	2
ANELLIDA								
Oligochaeta								
<i>sp1.</i>	0	0	0	0	1	1	0	0
Polychaeta								
Indeterminado	0	1	0	0	0	1	0	1

Nereididae								
<i>Platynereis dumerilii</i>	0	1	2	4	4	5	1	2
<i>Perinereis anderssoni</i>	0	2	0	0	0	1	1	5
<i>Neanthes succinea</i>	0	0	2	0	2	0	2	4
<i>Perenereis cultrifera</i>	0	0	0	0	1	0	0	4
<i>Perenereis ponteni</i>	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Nereis broa</i>	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>sp1.</i>	0	0	0	0	1	0	0	1
Syllidae	1	0	1	5	7	11	11	37
Sabellidae	0	1	2	1	8	10	14	4
Eunicidae								
<i>Lysidice sp.</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Eunice sp.</i>								
<i>Marphysa sp.</i>								
Cossuridae	0	0	0	0	0	3	0	1
Terebellidae	0	0	0	0	0	0	1	0
Cirratulidae								
<i>Cirratulus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
Sabellariidae								
<i>Phragmatopoma sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	1
Paraonidae	0	0	0	0	0	0	0	2
ARTHROPODA								
Crustacea								
Malacostraca								
Cumacea								
<i>sp.</i>	0	0	0	0	1	0	1	0
Amphipoda	154	93	53	28	112	89	144	66
Isopoda								
<i>Eurydice sp.</i>	1	4	1	2	4	6	12	1
<i>Anthuridae sp.</i>	0	0	0	0	0	0	2	7
<i>indeterminado</i>	0	0	0	1	1	0	0	0
Brachyura								
<i>sp.</i>	0	2	0	0	2	0	3	2
Anomura								
Paguridae	0	0	0	0	1	1	0	1
<i>sp.</i>								
Sergestidae								
<i>sp.</i>	0	0	0	0	1	0	0	0
Tanaidacea								
<i>sp.</i>	1	1	1	3	3	3	3	13
Ostracoda								
<i>sp.</i>	2	1	0	1	1	3	5	1
ECHINODERMATA								
Ophiuroidea								
<i>sp.</i>	1	1	0	0	3	0	1	1

Durante o período do experimento foi constatado uma mudança na comunidade bentônica infaunal. Na primeira quinzena (D15), os anfipodas dominaram a fauna encontrada. Nesta coleta também foram encontrados dois exemplares de platelmintos (Polycladida), únicos durante todo o experimento.

Após um mês do início da colonização (D30), a abundância sofreu um declínio, porém houve aumento no número de espécies, com mais representantes da classe Polychaeta e de outros crustáceos, como Brachyura, Isopoda, Ostracoda e Tanaidacea. Nesse dia também foi observado grande quantidade de algas arribadas. Algumas armadilhas chegavam a ficar encobertas.

No D45 e D60 o número de indivíduos continuou em queda, com pouca variação na riqueza. Os poliquetas da família Syllidae tiveram maior abundância no D60.

A partir do D75 a quantidade de organismos associados aumentou. Esta amostragem revelou a maior riqueza específica de todo o experimento. Ocorreu um grande acréscimo no número de anfípodas, a maioria de juvenil. Crustáceos decápodos como das famílias Paguridae e Sergestidae aparecem exclusivamente nessa coleta.

No quarto mês (D90), ocorreu um considerável aumento na quantidade de Gastropoda, principalmente do gênero *Tricolia thalassicola* e *Diadora sp.* Em relação aos poliquetas, as famílias Syllidae e Sabellidae também tiveram contribuição expressiva na abundância. A quantidade de anfípodas decresceu.

A última coleta (D105) foi a que apresentou maior abundância total entre os rodolitos experimentais. Além da dominância de anfípodas e poliquetas, como na amostragem anterior, essa amostra também teve participação expressiva de Isopoda e Polyplacophora.

Os rodolitos controles, coletados no último dia do experimento e considerado como comunidade clímax da fauna associada, apresentou maior abundância e riqueza que todas as amostras experimentais. Ao contrário do observado nos rodolitos experimentais, o grupo dominante foi o grupo dos poliquetas, principalmente os silídeos, seguidos dos anfípodas, representando 39,2% e

32,%, respectivamente. Os filos Sipuncula e Nematoda também estiveram presentes.

A abundância relativa de cada amostragem e a contribuição dos grupos de organismos estão representados na Figura 9.

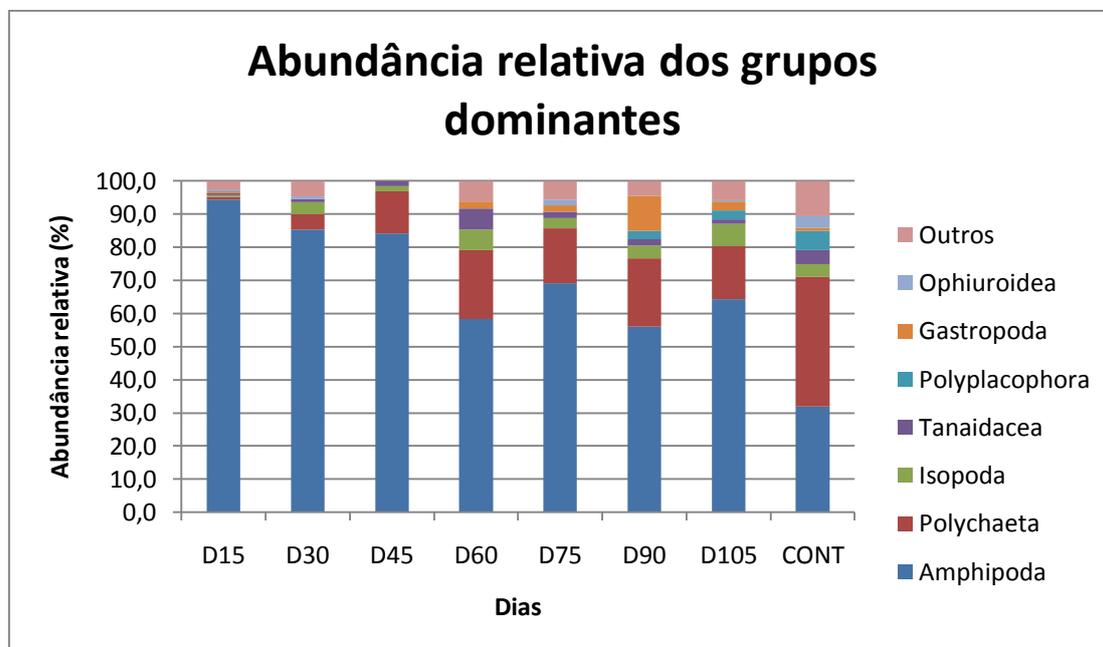


Figura 9 – Abundância relativa de organismos em cada dia amostral, ressaltando os grupos mais representativos nos rodolitos experimentais e controles.

A riqueza (S), o Índice de Equitatividade de Pielou (J') e o Índice de Diversidade de Shannon ($H' \log_2$) estão representados nas Figuras 10, 11, 12 e 13.

Os resultados da ANOVA para os índices univariados indicam diferenças significativas entre os rodolitos controles e os experimentais e também entre os dias amostrais, indicados na Tabela 3. Os dados de densidade e equitatividade não passaram pelo teste Cochran e foram transformados em $\log(x+1)$.

Tabela 3 – Resultado da ANOVA unifatorial para os índices univariados da macrofauna entre os rodolitos controles e experimentais e entre os dias amostrais (sem controle).

	Controle x Experimento		Dias amostrais	
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Riqueza (S)	12,03	0,001	11,34	0,001
Densidade	4,077	0,003	3,317	0,014
Equitatividade de Pielou (J)	20,87	0,001	4,246	0,004
Diversidade de Shannon (H')	4,072	0,003	3,874	0,006

Em relação a riqueza, quando analisada a diferença dos rodolitos controles com os rodolitos experimentais, foi possível observar que os controles foram significativamente maiores que os coletados nos primeiros dias de experimento (D15, D30, D45 e D60). Os rodolitos dos demais dias não apresentaram diferenças significativas para a riqueza dos controles. Já nas análises para verificar diferenças na riqueza entre os dias experimentais, foi verificado que as coletas do D15 até D60 foram estatisticamente diferentes dos últimos dias de amostragem (D75 a D105) (Tabela. 4, Figura 10).

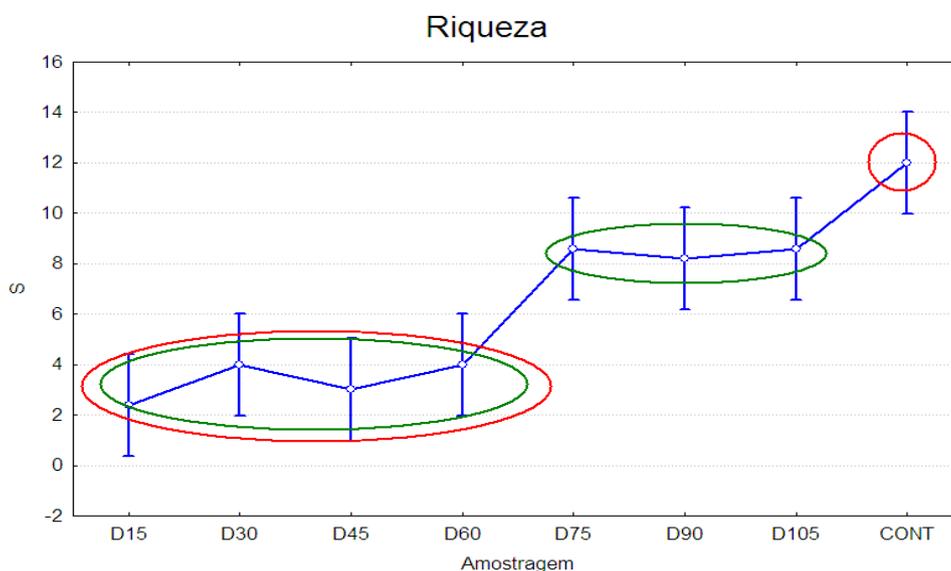


Figura 10 – Riqueza (média \pm erro padrão) dos rodolitos experimentais e controle. Destacados em vermelho estão os dias de amostragem em que tiveram diferenças significativas com os rodolitos controles. Em verde, os rodolitos experimentais que tiveram diferenças entre si. Ambos determinados pelo teste de Tukey.

A densidade dos rodolitos controles apresentou diferenças somente para os dias D45 e D60, que tiveram uma diminuição considerável em relação aos

demaís. Entre os dias experimentais, a análise mostra que o D60 também foi significativamente diferente do D90 (Tabela. 4, Figura 11).

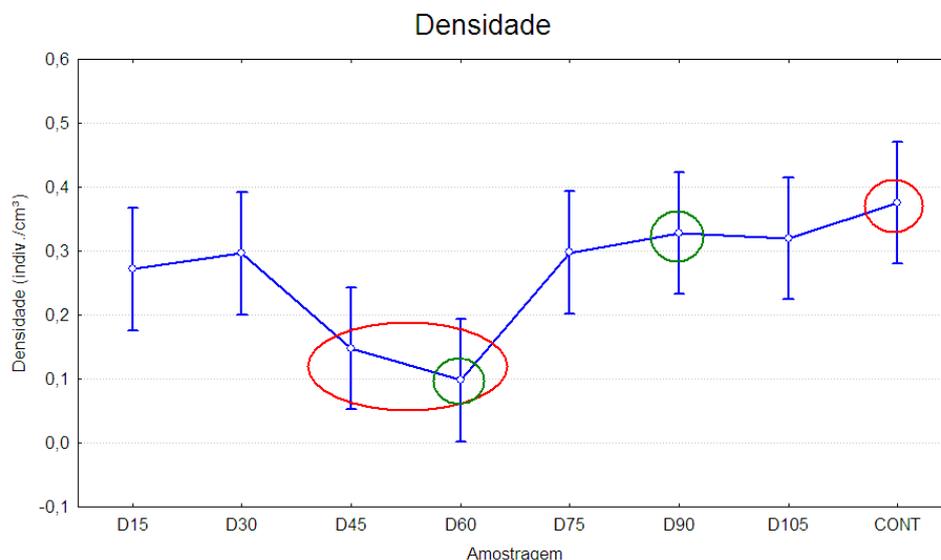


Figura 11 – Densidade (indiv./cm³) (média \pm erro padrão) dos rodolitos experimentais e controle. Destacados em vermelho estão os dias de amostragem em que tiveram diferenças significativas com os rodolitos controles. Em verde, os rodolitos experimentais que tiveram diferenças entre si. Ambos determinados pelo teste de Tukey.

Os rodolitos controles apresentaram valor de Equitatividade de Pieulou (J) maior que os valores dos rodolitos experimentais. A análise de variância verificou que os controles tiveram diferenças significativas de todos os dias dos experimentais. Quando a análise foi feita entre os dias amostrais, somente o D15 mostrou-se diferente dos demais (Tabela 4, Figura 12).

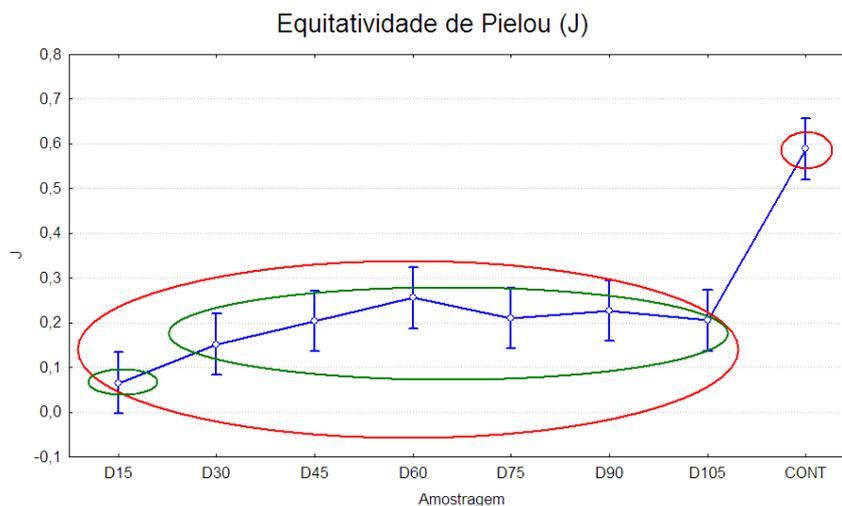


Figura 12 – Equitatividade de Pielou J (média \pm erro padrão) dos rodolitos experimentais e controle. Destacados em vermelho estão os dias de amostragem em que tiveram diferenças significativas com os rodolitos controles. Em verde, os rodolitos experimentais que tiveram diferenças entre si. Ambos determinados pelo teste de Tukey.

Quando analisado as diferenças significativas entre os rodolitos controles e os experimentais em relação a Diversidade de Shannon (H'), constata-se que os controles só foram diferentes da primeira amostragem (D15). Já nas análises efetuadas para testar diferenças na diversidade entre os dias experimentais, foi verificado que as coletas do D15 diferenciaram-se dos últimos dias de amostragem (D75 a D105) (Tabela.4, Figura 13).

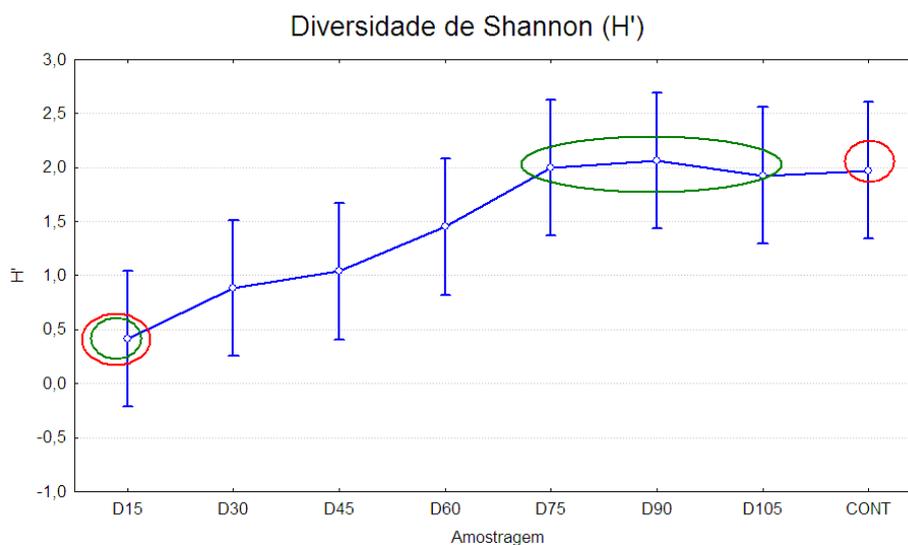


Figura 13 – Diversidade de Shannon H' (média \pm erro padrão) dos rodolitos experimentais e controle. Destacados em vermelho estão os dias de amostragem em que tiveram diferenças

significativas com os rodolitos controles. Em verde, os rodolitos experimentais que tiveram diferenças entre si. Ambos determinados pelo teste de Tukey.

A análise multivariada dos dados de abundância e composição da macrofauna associada mostrou diferença entre os dias de colonização e o controle, conforme o MDS. Houve um maior agrupamento entre as amostras de dias próximos (Figura 14). A análise ANOSIM confirma as diferenças observadas no MDS, evidenciando quatro agrupamentos distintos. Os dias D15 e D30 formam um grupo, assim como D45 e D60 e o outro é formado pelos dias D75, D90 e D105. Os rodolitos controles formam um grupo separado dos demais.

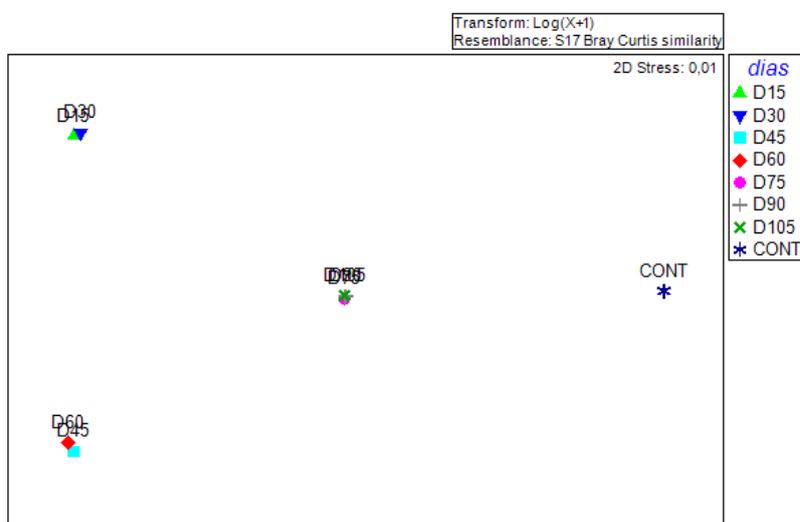


Figura 14 – Análise de Ordenação (MDS) da abundância e composição dos grupos macrofaunais nos rodolitos experimentais e controles.

O volume médio dos nódulos em cada dia amostral estão representados na Figura 15.

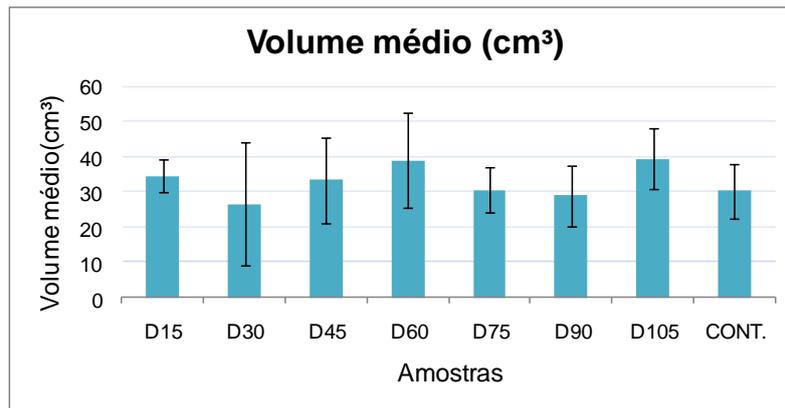


Figura 15 – Volume médio (cm³) dos nódulos em cada dia amostral.

A partir da análise estatística BIOENV constatou-se que a estrutura da comunidade bêntica foi bem relacionada com as variáveis ambientais. Variações na estrutura da fauna foram melhores explicadas pelo volume do nódulo e salinidade, com o valor de correlação igual a 0,990. O volume do nódulo foi a variável que mais apareceu no ranking do BIOENV.

5. DISCUSSÃO

O experimento de colonização em rodolitos naturais é uma técnica pioneira que apresenta elevada importância, uma vez que fornece dados para avaliação da resiliência das comunidades biológicas.

As oito coletas realizadas, quinzenalmente, após a instalação do experimento em campo, apresentaram diferenças entre as comunidades associadas. Mesmo as análises univariadas mostrando que os últimos dias do experimento se igualaram ao controle (com exceção da equitatividade), as análises multivariadas mostram resultados que propõem que a colonização apresentou-se em estágios, como predizem os modelos ecológicos. Pela análise dos descritores multivariados da fauna, que leva em consideração tanto a abundância quanto a composição de organismos, distinguiram-se quatro agrupamentos similares e cada um deles pode ser considerado uma etapa sucessional. Contudo, com o grande distanciamento dos controles aos demais dias amostrais, pode-se considerar que o tempo decorrido no experimento (105 dias) não foi suficiente para alcançar a sucessão final.

O Estágio I está relacionado com os primeiros dias amostrais, D15 e D30. Em geral, a macrofauna associada foi caracterizada por uma dominância de Amphipoda, que foram os primeiros indivíduos a colonizarem o substrato.

Existe vários exemplos em literatura que os anfípodos são organismos com características oportunistas, principalmente por serem considerados r-estrategistas (FLYNN, *et al.* 2008; DIAS & SPRUNG, 2003, COSTA & COSTA, 1999). A associação de anfípodos em algas é muito comum, uma vez que são animais omnívoros (SAINTE-MARIE, & G. LAMARCHE, 1985; TARARAM *et al.*, 1985). Dessa forma, supõe-se que inicialmente, a colonização nos rodolitos desprovidos de qualquer tipo de alimento e matéria orgânica seria somente em busca de proteção e abrigo.

Análises visuais permitiram supor que os primeiros anfípodos a colonizarem os rodolitos são adultos, devido ao seu tamanho. Após aproximadamente a 10ª semana de experimento (75 dias) os organismos apresentaram menor tamanho, podendo esse fato estar associado com picos reprodutivos desses

animais. Os anfípodos mostraram-se presentes durante todo o experimento, inclusive nos rodolitos controle, porém em menor quantidade.

O Estágio II é representado por dois agrupamentos distintos. O primeiro formado pelos dias D45 e D60 e o outro formado pelos dias D75 a D105. Ambos podem ser considerados estágios intermediários apesar da diferença na composição, uma vez que a composição específica difere-se do Estágio I e a comunidade ainda não chegou no clímax teórico (Estágio III).

Neste estágio, a abundância do grupo Polychaeta sofreu um acréscimo. Esse grupo, segundo mais dominante, apresentou maior riqueza de espécies ao passar do tempo. No primeiro momento, representantes da família Nereididae foram os mais abundantes, seguidos por organismos das famílias Silyidae e Sabellidae. Nereidídeos e sabelídeos são predadores carnívoros, enquanto sabelídios apresentam hábitos suspensívoros (PETII, *et al.* 1996).

Os poliquetas da família Sabellidae são construtores de tubos e encontrados dentro do nódulo em tubos constituídos de areia e fragmentos de conchas. Estão presentes nas amostras também os poliquetos perfuradores, como os eunicídeos e cirratulídeos (METRI, 2006), carnívoros e depositívoros, respectivamente.

CHINTIROGLOU & ANTONIADOU (2008) afirmam que anfípodos são mais eficientes na colonização em substratos duros contaminados por carga orgânica, enquanto que em substratos moles predominam os poliquetas. Assim os grupos de organismos apresentam respostas diferentes à colonização em cada tipo de substrato.

Os moluscos *Ischnochiton sp.* e *Diadora sp.* presentes em maiores quantidades nas amostras dos dias D90 e D105 podem indicar a presença de microalgas e bactérias incrustadas nos nódulos, uma vez que essas espécies tem hábitos micrófagos (MASUNARI, 1988).

Os rodolitos controles foram considerados neste estudo como comunidade clímax, em relação as etapas de colonização, consistindo no Estágio III. Este estágio apresenta composição específica diferentes dos rodolitos experimentais. Os anfípodos, considerados oportunistas, deixam de ser o

grupo dominante, indicando possivelmente a substituição por organismos tardios.

A pequena variação dos fatores abióticos turbidez, temperatura e salinidade da água não tiveram influencia como fatores limitantes para os organismos colonizadores. Esse fato é explicado, uma vez que as alterações dos parâmetros da comunidade bentônica não apresentam relação com a variação desses fatores isoladamente, e sim em associação com outras variáveis. Porém, a sucessão pode ter sido influenciada pela passagem de frentes frias, que podem ocasionado impactos físicos com alterações no batimento das ondas.

A considerável queda na abundância nos dias medianos do experimento (D45 e D60) pode ser explicada pela passagem de frentes frias nesse período. A intensificação dos ventos e aumento na altura e batimento de ondas podem ter ocasionado a remoção da fauna. Outra possível hipótese para essa redução na abundância é a influência de interações biológicas como competição e predação, não analisadas neste estudo.

O aumento na abundância na amostragem seguinte (D75), como já dito anteriormente pode ter sido ocasionado por um possível pico reprodutivo de anfípodas. Já em relação à riqueza, a explicação plausível encontrada também são as interações biológicas.

Farrell (1991) testou algumas interações biológicas em um costão rochoso, em que os mecanismos de sucessão foram investigados com uma série de experimentos de campo. Uma das conclusões do autor é que o curso da sucessão depende das interações diretas e indiretas entre as espécies.

Steller (2003) realizou um experimento de colonização em rodólitos artificiais. Utilizou uma bola de golfe oca, de plástico e preencheu com fragmentos da alga calcária, simulando os talos. Fez isso com seis bolas, e colocou-as em uma profundidade de 5m. Depois de 4 dias coletou-as e também coletou 6 nódulos que utilizou como controle. Nos tratamentos experimentais foi encontrado um grande numero de gastrópode enquanto que nos controles naturais os crustáceos dominaram. Segundo a autora, a abundância e

distribuição dos organismos estão relacionados com fatores abióticos e biologia desses organismos.

Segundo Metri (2006) um maior volume interno indica que o rodolito apresenta maior espaço interno, possível de abrigar organismos. Foi o que possivelmente ocorreu no presente trabalho. Através da análise Bio Env, o volume interno do nódulo foi a variável que mais explicou as variações na estrutura da fauna, geralmente associadas com outras variáveis ambientais.

A lavagem com hipoclorito de sódio usado para defaunação consistiu em um impacto extremamente agudo em que modificou-se as características biológicas e químicas do microhabitat representado pelo rodolito. Como os nódulos foram repostos no ambiente natural, o qual não sofreu e não teve composição faunística alterada, pode-se dizer que os primeiros indivíduos colonizadores são adultos (ZAJAC, *et al.*, 1998; BELL & DEVLIN, 1983). Porém as alterações químicas provocadas, possivelmente pela lavagem com água sanitária, que retirou toda a matéria orgânica pode ter provocado atrasos na colonização.

A metodologia aplicada mostrou-se eficaz para realização dos objetivos propostos. Porém, o período amostral nesse experimento foi insuficiente para que chegasse ao esperado clímax.

6. CONCLUSÃO

Com esse experimento foi possível identificar as etapas da sucessão ecológica da fauna associada aos rodólitos.

Fica claro a importância de estudos desse tipo, uma vez que possibilitam o conhecimento da estrutura do ecossistema e ajudam a formular hipóteses sobre o funcionamento da comunidade.

Estudos posteriores devem ser realizados para elucidação de questões aqui não solucionadas, como por exemplo quanto tempo demora para que a colonização se estabilize. Ajustes na metodologia para inclusão de outras variáveis, como interações biológicas e intervalo amostral, devem ser acrescentados.

7. REFERÊNCIAS

- ALBINO, J. 2000. **Tipologia e sedimentologia das areias das praias associadas aos tabuleiros da Formação Barreiras, ES**. In: Simpósio sobre praias arenosas, Itajaí, SC, pp 116-117.
- AMADO-FILHO, G.M., MANEVELDT, G., MANSO, R.C.C., MARINS-ROSA, B.V., PACHECO, M.R. & GUIMARÃES, S.M.P.B., 2007. **Structure of rhodolith beds from 4 to 55 meters deep along the southern coast of Espírito Santo State, Brazil**. *Ciencias Marinas*, 32(4): 399-410.
- BELL, S.S. & DEVLIN D. 1983. **Short-term Macrofaunal Recolonization of Sediment and Epibenthic Habitats in Tampa Bay, Florida**. *Bulletin of Marine Science*. 33(1): 102-108(7).
- BIOMAERL Team, 1998. **Mearl grounds; habitats of high biodiversity in European waters**, 3rd. European Marine Science and Technology Conference, Project Sunopses, Vol.I, Marine Ecosystems, Lisboa, 169-178.
- BIOMAERL Team. 2003. **Conservation and Management on NE Atlantic and Mediterranean Mearl Beds**. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 13 suppl.1: S65-S76.
- BLUNDEN, G., FARNHAM, W.F., JEPHSON, N., BARWELL, C.J., FENN, R.H., PLUNKETT, B.A. 1981. **The composition of mearl beds of economic interest in northern Brittany**, *Botanica Marina*, 20, 121-125.
- CHINTIROGLOU, C.; ANTONIADOU C. 2008. **Polychaetes/Amphipode Index**. In Sven Erik Jørgensen and Brian D. Fath (Editor-in-Chief), *Ecological Indicators*. Vol. [4] of *Encyclopedia of Ecology*, 5 vols. pp. [2868-2872] Oxford: Elsevier.
- COSTA, F. O.; COSTA, M.H. 1999. **Life history of the amphipod *Gammarus locusta* in the Sado estuary (Portugal)**. *Acta Oecologica, Volume 20*, pg305-314

- DIAS, N.; SPRUNG, M. 2003. **Population Dynamics and Production of the Amphipod *Orchestia gammarellus* (Talitridae) in a Ria Formosa Saltmarsh (Southern Portugal)**. *Crustaceana*. Vol. 76, No. 9, pp. 1123-114.
- DE GRAVE S. 1999. **The influence of sedimentary heterogeneity on within maerl bed differences in infaunal crustacean community**. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 49: 153–163.
- DIAS, G.T.M. 2001. **Granulados bioclásticos - algas calcárias**. *Brazilian Journal of Geophysics*. 18(3): 307-317.
- FARREL, T.M. 1991. **Models and Mechanisms of Succession: An Example From a Rocky Intertidal Community**. *Ecological Monographs* Vol. 61, No. 1 (Mar., 1991), pp. 95-113
- FLYNN, M.N.; VALÉRIO-BERARDO, M.T.; PEREIRA, W.R.L.S. 2008. **Dinâmica populacional de *Jassa slatteryi* em substrato artificial, São Sebastião, São Paulo, Brasil**. *Biomatemática*. ISSN 1679-365X. pg 69-80
- FREIWALD, A. & HENRICH, R. 1994. **Reef al coralline algal build-ups within the arctic Circle; morphology and sedimentary dynamics under extreme environmental seasonality**. *Sedimentology* 41; 963-84
- FOSTER, M.S. 2001. **Rhodoliths: Between rocks and soft places**. *Journal of Phycology* 37: 659–667.
- GALLUCCI F. & S. A. NETTO, 2004. **Effects of the passage of cold fronts over a coastal site: an ecosystem approach**. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 281,79–92.
- GHERARDI, D.F.M. 2004. **Community structure and carbonate production of a temperate rhodolith bank from Arvoredo Island, Southern Brazil**. *Brazilian Journal of Oceanography*, 52(3/4):207-224.
- GOMES, B. L. 2008. **Mapeamento da linha de costa do litoral de Aracruz – ES: Técnicas e aplicações**. Monografia de Graduação. Universidade Federal do Espírito Santo.

- HILY, C.; POTIN, P.; FLOCH, J-Y. 1992. **Structure of subtidal algal assemblages on soft-bottom sediments: fauna/flora interactions and role of disturbances in the Bay of Brest, France.** Marine Ecology Progress Series 85: 115–130.
- INMET. 2011. **Instituto Nacional de Meteorologia.** Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/pg_automaticas.php>
- Acesso em 02/08/2011.
- KEMPF M. 1970. **Notes on the benthic bionomy of the N-NE Brazilian Shelf.** Mar. Biol. 5(3): 213-224.
- LITTLER, M.M., D.S. LITTLER AND M.D. HANISAK. 1991. **Deep-water rhodolith distribution, productivity, and growth history at sites of formation and subsequent degradation.** J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 150: 163–182.
- LONGO, L.L. 1997. **Repartição espaço temporal da cnidofauna em arenito de praia em Santa Cruz (Aracruz-ES)** . Instituto de Biociências, São Paulo.
- MASUNARIA, S. 1998. **A Associação entre *Crepidula aculeata* (Gastropoda, Calyptraeidae) a alga calcárea *Amphiroa beauvoisii*, na Baía de Santos, São Paulo, Brasil.** Revta bras. Zool 5(2): 293-310 15.VIII.
- MCCALL, P. L., 1977. **Community patterns and adaptive strategies of the infaunal benthos of Long Island Sound.** J. mar. Res. 35: 221–226
- MMA. 2002. **Biodiversidade brasileira – avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros.** Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Brasília, pp 72.
- METRI, R. 2006. **Ecologia de um Banco de Algas Calcárias da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, SC, Brasil.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná.

- NERY, P.P.C.F.; LEITÃO, S.N.; FERNANDES, M.L.B.; SILVA, A.K.P.; CHAVES, A. C. 2008. **Recrutamento e sucessão ecológica da macrofuana incrustante em substratos no Porto de Recife – PE, Brasil.** Rev. Bras. Enga. Pesca 3(1).
- ODUM, E. P. 1988. **Ecologia.** Rio de Janeiro, Guanabara. 434p.
- OLIVEIRA FILHO, E. C. 1998. **The seaweed resources of Brazil.** In: Alan Critchley & Masao Ohno. (Org.). Seaweeds resources of the world. Yokosuba: JICA, v., p. 366-371.
- PARESQUE, K. 2008. **Influência da Arquitetura da Alga na Comunidade Fital Associada no Costão Rochoso da Ilha do Boi – Vitória/ES.** Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Biologia Animal) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.
- PEARSON, T.H.; ROSENBERG, R. 1978. **Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment** Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 16 16: 229-311
- PETII, M.A.V.; NONATO, E.F. & PAIVA, P.C. 1996. **Trophic relationships between polychaetes and btachyuran crabs on the southeastern Brazilian coast.** Rev. bras. oceanogr., 44(1):1-67
- QUINTANA, C.O. 2000. **Caracterização da comunidade bentônica de poças de maré na praia da estação de ecologia de Santa Cruz (Aracruz-ES).** Monografia de Graduação. Universidade Federal do Espírito Santo.
- RHOADS, D. C., MCCALL, P. L., YINGST, J. Y. 1978. **Production and disturbance on the estuarine seafloor.** Am. Sci. 66: 577–586
- RODRIGUES, M. L. G.; FRANCO, D. & SUGAHARA, S. 2004. **Climatologia de frentes frias no litoral de Santa Catarina.** Rev. Bras. Geof. Vol.22, n.2, pp. 135-151. ISSN 0102-261X.
- SAINTE-MARIE, B. & G. LAMARCHE, 1985. **The diets of six species of the carrion-feeding lysianassid genus Anonyx and their relation with morphology and swimming behaviour.** Sarsia, Vol. 70, pp. 119-126.

- SHULL, D.H. 1997. **Mechanisms of infaunal polychaete dispersal and colonization in an intertidal sandflat.** *Journal of Marine Research*, 55, 153-179.
- SOUZA, A.H.F.F., ABÍLIO, F.J.P., RIBEIRO, L.L. 2008. **Sucessão Ecológica do zoobentos em Substratos Artificiais no Açude Jatobá I, Patos_PB, Brasil.** *Revista de Biologia e Ciências da Terra*. ISSN 1519-5228, 125-144.
- STELLER, D.L.; RIOSMENA-RODRIGUEZ, R.; FOSTER M.S.; ROBERTS C.A. 2003. **Rhodolith bed diversity in the Gulf of California: the importance of rhodolith structure and consequences of disturbance.** *Aquat. Conserv: Mar. and Freshw. Ecosys.* 13:S5–S20.
- SURFGURU. 2011. **Previsão de ondas, ventos, análise espectral e tábuas de maré.** Disponível em: <<http://www.surfguru.com.br/previsao/es/norte/>>. Acesso em 02/08/2011.
- TARARAM, A. S.; WAKABARA, Y. e MESQUITA, H. S. 1985. **Feeding habits of *Hyale media* (Dana, 1853) (Crustacea-Amphipoda).** *Braz. j. oceanogr.*. vol.33, n.2, pp. 193-199. ISSN 1679-8759
- VILLAS-BÔAS, A.B. 2008. **Comunidades de organismos incrustantes e identificação de algas calcárias em bancos de rodolitos no Estado do Espírito Santo.** Museu Nacional, Rio de Janeiro.
- VILLAS-BÔAS, A.B.; FIGUEIREDO, M.A. de O. 2006. **Comunidade associada a um banco formado por algas calcárias (rodolitos) no estado do Espírito Santo.** In: XI Congresso brasileiro de ficologia, 2006, Itajaí.
- WECK, M.S. 1995. **Macrofauna associada às algas calcárias *Melobesia* (Corallinaceae) em Santa Cruz-ES.** Monografia de Pós-Graduação. Depto Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória.
- ZALMÃO, I.R. & GOMES, F.A.C. 2003. **Comunidade incrustante em diferentes materiais de um recife artificial no litoral norte do Estado do Rio de Janeiro.** *Biotemas*, 16(1): 57 – 80

ZAJAC, R.N.; WHITLATCH, R.B.; THRUSH, S. F. 1998. **Recolonization and sucession in soft-sediment infaunal communities: the spatial scale of controlling factors.** *Hydrobiologia* 375/376: 227–240.