

**RAFAEL METRI**

**ECOLOGIA DE UM BANCO DE ALGAS CALCÁRIAS DA  
RESERVA BIOLÓGICA MARINHA DO ARVOREDO, SC, BRASIL**

Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em Ciências, área de concentração Zoologia, Curso de Pós Graduação em Ciências Biológicas, Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Dra. Rosana Moreira da Rocha

**CURITIBA**

**2006**

Termo de aprovação

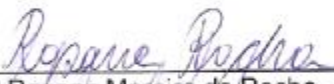
**ECOLOGIA DE UM BANCO DE ALGAS CALCÁRIAS DA  
RESERVA BIOLÓGICA MARINHA DO ARVOREDO,  
SC, BRASIL**


por

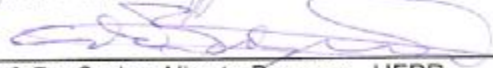
*Rafael Metri*


Tese aprovada em de março de 2006, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Doutor em Ciências, área de concentração Zoologia, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores

Curitiba, 13 de março de 2006.

  
\_\_\_\_\_  
Profª Drª Rosana Moreira da Rocha – UFPR

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Paulo Ricardo Pezzuto – UNIVALI

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Carlos Alberto Borzone - UFPR

  
\_\_\_\_\_  
Profª Drª Maria Angélica Haddad - UFPR

Curitiba, 23 de março de 2006

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Ariel Scheffer da Silva - LACTEC

## Índice Geral

Agradecimentos.....	i
Lista de tabelas Capítulo 1.....	iii
Lista de figuras Capítulo 1.....	iv
Lista de tabelas Capítulo 2.....	v
Lista de figuras Capítulo 2.....	vi
Resumo Geral.....	vii
Prefácio.....	ix
Capítulo 1: Fauna associada a um banco de algas calcárias da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Brasil.	
Resumo.....	1
Introdução.....	2
Material e Métodos.....	5
Resultados.....	13
Discussão.....	44
Referências Bibliográficas.....	62
Capítulo 2: O papel da predação e da perturbação na estruturação da fauna associada a um banco de algas calcárias da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Brasil.	
Resumo.....	67
Introdução.....	68
Material e Métodos.....	71
Resultados.....	79
Discussão.....	96
Referências Bibliográficas.....	105
Considerações Finais.....	108

## Agradecimentos

Agradeço especialmente a Dra Rosana Moreira da Rocha, por ser um exemplo de pesquisadora, por seus ensinamentos, confiança e por sua participação ativa em todas as etapas do trabalho;

Ao CNPq, pela bolsa de doutorado;

Aos pesquisadores que auxiliaram na identificação fauna:

- Porifera: Dra. Cléa Lerner;
- Cnidaria: Dra. Maria Angélica Haddad;
- Sipuncula: Dra. Gisele Y. Kawauchi;
- Mollusca: Dr. Orlei Negrello Filho e Ac. Marcos Gernet;
- Polychaeta: Dr. Paulo C. Lana, Dra. Antônia Cecília Z. Amaral, Dr. André Garrafoli, Dra. Cinthia S. G. Santos, MSc Tatiana M. Steiner, Dr. Paulo Paiva, Biól. Elisa M. Costa e Dr. Arno Blankensteyn;
- Amphipoda: Dra. Fosca P. P. Leite e Biól. Fernanda Almeida;
- Decapoda: Dr. Rogério C. Costa, Msc. Cassiana Baptista Metri e Dra Andréa S. Freire;
- Isopoda: Dr. Jayme de Loyola e Silva e Dra. Sonia G. Melo;
- Tanaidacea: Dra Kátia Christol dos Santos;
- Copepoda: Dra. Terue Cristina Kihara;
- Bryozoa: Dra. Maria Angélica Haddad e Biól. Leandro Manzoni;
- Peixes: Dr. Maurício Hostim, Dr. Eduardo Godoy e Msc. Marcelo R. Braga;

Agradeço especialmente aos colegas que ajudaram nas excursões a campo: Laura P. Kremer, Suzana B. Farias, Nicole Ritzmann, Cassiana Baptista Metri, James J. Roper, Almir P. Barreto, Carlos W. Hackradt;

Aos colegas que ajudaram nas triagens: Laura P. Kremer, Jennifer Nowatsky, Carlos W. Hackradt;

Ao Dr. James J. Roper pelo auxílio na elaboração do desenho amostral e discussões sobre as análises;

Aos Drs. Paulo Ricardo Pezzuto, Carlos Alberto Borzone, Maria Angélica Haddad e Ariel Scheffer da Silva pelas importantes sugestões e correções;

Ao Dr. Sérgio Netto pelas importantes dicas nas multivariadas;

Às operadoras de mergulho de Florianópolis Acquanauta Floripa e Sea Divers, pelo apoio logístico;

Aos funcionários do Ibama ligados à Rebiomar Arvoredo;

Aos professores, funcionários e colegas do Departamento de Zoologia e principalmente do Laboratório de Biologia de Ascidiacea, em especial à Dra. Tatiane Regina Moreno, pelas dicas e valiosas discussões sobre a fauna de substratos biológicos;

E, finalmente, agradeço à minha família, pelo carinho e especialmente à minha esposa Cassiana, pelo seu amor, companheirismo, bom humor, e obviamente pelas correções e sugestões.

## Lista de tabelas, capítulo 1

Tabela I. Análise de similaridade (ANOSIM) entre as coletas, para as variáveis morfométricas dos rodolitos.....	14
Tabela II. Média (intervalo de confiança) das medidas das variáveis morfométricas dos rodolitos e resultados das comparações entre as três coletas.....	15
Tabela III. Lista dos táxons da fauna associada aos rodolitos do banco de algas calcárias da Ilha do Arvoredo, SC, esua categorização em grupos funcionais.....	18
Tabela IV. Média (intervalo de confiança) da abundância dos táxons quantificados nas amostras em cada data de coleta.....	25
Tabela V. Porcentagem média de ocorrência dos principais táxons coloniais ou incrustantes + Nematoda ni (quantificados pela frequência de ocorrência), em cada uma das três coletas.....	28
Tabela VI. Análise de similaridade (ANOSIM) entre as coletas, para as abundancia das espécies quantificadas pela frequência de ocorrência nos rodolitos.....	28
Tabela VII. Comparação entre as coletas por teste de ANOVA para os principais táxons quantificados pela frequência de ocorrência.....	29
Tabela VIII. Análise de similaridade (ANOSIM) entre as coletas, para a abundância dos táxons quantificados por contagem nos rodolitos.....	31
Tabela IX. Média (por rodolito) e porcentagem relativa da abundância dos 12 principais táxons quantificados por contagem nos rodolitos de cada uma das três coletas.....	34
Tabela X. Comparação entre as coletas por ANOVA para os principais táxons quantificados pela contagem.....	35
Tabela XI. Guildas alimentares dos Polychaeta identificados nos rodolitos do banco de algas calcárias da Ilha do Arvoredo. Baseado em Fauchald & Jumars, (1979).....	39
Tabela XII. Famílias e espécies de peixes identificados durante os censos e seus hábitos alimentares, baseado em Carvalho Filho (1992); Gasparini & Floeter (2001); FishBase, 2004.....	41
Tabela. XIII. Comparação da fauna associada (número de indivíduos) em diferentes substratos biológicos.....	54

## Lista de figuras, capítulo 1

Figura 1. Área de estudo. Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Santa Catarina, Brasil.....	6
Figura 2. Banco de rodolitos da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Santa Catarina, Brasil.....	7
Figura 3. Número de rodolitos de cada espécie de alga calcária coletada, para cada uma das três coletas realizadas e para o total de rodolitos coletados.....	14
Figura 4. MDS das variáveis morfométricas dos rodolitos de cada data de coleta.....	14
Figura 5. Número de rodolitos mensurados nas áreas controles das três coletas em função do índice de Esfericidade calculado.....	16
Figura 6. Número de táxons por grupo taxonômico da macrofauna identificados no banco de algas calcárias da Ilha do Arvoredo, SC.....	17
Figura 7. Média e intervalo de confiança da Riqueza (S), Equitabilidade (J') e Diversidade (H') para os táxons coloniais ou incrustantes (quantificados por frequência de ocorrência) e solitários (quantificados por contagem) em cada uma das coletas.....	24
Figura 8. Porcentagem de ocorrência média por rodolito, considerando a fragmentação dos rodolitos em 8 partes. Estão representados os 10 táxons coloniais ou incrustantes (+ Nematoda ni) mais abundantes somando-se as 3 coletas.....	27
Figura 9. MDS entre as três coletas, para a abundância dos táxons quantificados pela frequência de ocorrência.....	28
Figura 10. MDS entre as três coletas, para a abundância dos táxons contados.....	31
Figura 11. Número de indivíduos por litro de alga de cada grupo taxonômico da macrofauna identificado no banco de algas calcárias da Ilha do Arvoredo, SC, em cada uma das três coletas realizadas (barras) e abundância relativa média de cada grupo taxonômico (pontos).....	33
Figura 12. Porcentagem relativa da abundância dos 12 táxons solitários (+ <i>P. variabilis</i> ) mais abundantes nas 3 coletas somadas.....	34
Figura 13. Porcentagem relativa das guildas alimentares dos táxons de Polychaeta identificados nos rodolitos do banco de algas calcárias da Ilha do Arvoredo, SC.....	40
Figura 14. Número absoluto de peixes quantificados nos censos tipo transecto em cada data.....	42
Figura 15. Abundância relativa e frequência das espécies de peixes quantificados nos censos de março/2003 (A), abril/2004 (B) e abril/2005 (C).....	43

## Lista de tabelas, capítulo 2

Tabela I. Comparações entre os pares de tratamentos (ANOSIM) para cada uma das três coletas realizadas, com base nas variáveis morfométricas dos rodolitos.....	80
Tabela II. Média (intervalo de confiança) das medidas das variáveis morfométricas dos rodolitos e resultados das comparações entre tratamentos para cada coleta.....	83
Tabela III. Comparações entre os pares de tratamentos (ANOSIM) para cada uma das três coletas realizadas, com base na abundância dos táxons coloniais ou incrustantes (quantificados pela frequência de ocorrência nos rodolitos).....	86
Tabela IV. Média (intervalo de confiança) da frequência de ocorrência em 8 fragmentos de rodolitos para os táxons com frequência média > 0,1 em abril/2002 e resultados das comparações entre os tratamentos.....	88
Tabela V. Média (intervalo de confiança) da frequência de ocorrência em 8 fragmentos de rodolitos para os táxons com frequência média > 0,1 em junho/2002 e resultados das comparações entre os tratamentos.....	89
Tabela VI. Média (intervalo de confiança) da frequência de ocorrência em 8 fragmentos de rodolitos para os táxons com frequência média > 0,1 em abril/2004 e resultados das comparações entre os tratamentos.....	90
Tabela VII. Comparações entre os pares de tratamentos (ANOSIM) para cada uma das três coletas realizadas, com base na abundância dos táxons solitários (quantificados pela contagem).....	91
Tabela VIII. Média (intervalo de confiança) do número de indivíduos/ml de alga para os táxons com média maior que 5 ind/rodolito em abril/2002 e resultados das comparações entre os tratamentos.....	93
Tabela IX. Média (intervalo de confiança) do número de indivíduos/ml de alga para os táxons com média maior que 5 ind/rodolito em junho/2002 e resultados das comparações entre os tratamentos.....	94
Tabela X. Média (intervalo de confiança) do número de indivíduos/ml de alga para os táxons com média maior que 5 ind/rodolito em abril/2004 e resultados das comparações entre os tratamentos.....	95



## Lista de figuras, capítulo 2

Figura 1. Desenho amostral dos dois experimentos de exclusão de predadores e perturbações artificiais realizados no banco de algas calcárias da Ilha do Arvoredo, SC.....	73
Figura 2. Modelo das gaiolas de exclusão completa (GC) e gaiolas parciais (GL) utilizadas no experimento 2, em vista total (A) e lateral (B).....	75
Figura 3. Número de rodolitos de cada espécie de alga calcária coletada, em cada tratamento das três coletas realizadas e do total de rodolitos coletados.....	80
Figura 4. MDS da medidas morfométricas dos rodolitos entre os tratamentos das 3 coletas realizadas.....	82
Figura 5. Média e Intervalo de confiança da Riqueza (S), Equitabilidade (J') e Diversidade (H') para os táxons coloniais ou incrustantes (quantificados pela frequência) em cada tratamento de cada uma das coletas.....	86
Figura 6. MDS da abundância dos táxons coloniais ou incrustantes (quantificados pela frequência de ocorrência) entre os tratamentos das 3 coletas.....	87
Figura 7. Média e Intervalo de confiança da Riqueza (S), Equitabilidade (J') e Diversidade (H') para os táxons solitários (quantificados pela contagem) em cada tratamento de cada uma das coletas.....	91
Figura 8. MDS da abundância dos táxons solitários (quantificados pela contagem) entre os tratamentos das 3 coletas.....	92

# Ecologia de um banco de algas calcárias da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, SC, Brasil.

## Resumo

As algas calcárias são organismos abundantes em grande parte dos ecossistemas marinhos rasos. São relativamente comuns em algumas partes do mundo e têm como característica comum o fato de manterem uma grande quantidade de organismos associados. O banco de rodolitos (algas calcárias de vida livre) da Reserva do Arvoredo (27°16'00''S e 48°22'41''W) pode ser considerado bastante vulnerável, devido ao seu pequeno tamanho e a não existência de registros de outros bancos na região, sendo o limite sul de distribuição deste tipo de ecossistema no Brasil.

As interações entre espécies, como a predação, são consideradas um dos principais processos controladores da estrutura da comunidade em ecossistemas marinhos. Assim, para se avaliar o papel da predação sobre a fauna associada aos rodolitos foi realizado um experimento envolvendo a exclusão de predadores, utilizando gaiolas de exclusão, conjuntamente com tratamentos de perturbação física nos rodolitos. Foram realizadas três coletas representando efeitos de curto (7 dias), médio (63 dias) e longo prazo (112 dias). Os rodolitos coletados foram medidos e quebrados em 8 pedaços semelhantes e os animais coloniais ou incrustantes foram quantificados pela frequência de ocorrência nestes fragmentos. Animais solitários foram contados e este valor foi posteriormente dividido pelo volume do rodolito. Estes valores foram utilizados para descrever a fauna e compará-la entre as coletas e tratamentos. Para caracterizar este ecossistema, inicialmente as algas calcárias e toda a fauna coletada em áreas controles foi descrita e comparada entre as datas. Censos visuais da ictiofauna foram conduzidos em várias datas para identificar os principais predadores deste ambiente e a época de maior pressão de predação. Em seguida, a abundância da fauna foi comparada entre os tratamentos para se testar os efeitos de artefato criados pela gaiola (Controles x Gaiolas Parciais), efeitos da exclusão de predadores (Gaiolas Parciais x Gaiolas Completas), efeitos da perturbação *per se* (Gaiolas Completas x Gaiolas Completas Perturbadas) e efeitos da predação em consequência da perturbação (Gaiolas Parciais x Gaiolas Parciais Perturbadas).

*Mesophyllum erubescens* (67 %), seguida de *Lithothamnion superpositum* (27 %) foram as principais espécies de algas calcárias coletadas, na sua maioria de forma mais achatada que esférica. 168 táxons de invertebrados foram encontrados no banco, sendo 136 solitários e 32 coloniais. Polychaeta teve maior riqueza de táxons (37) seguido de Crustacea (35) e Mollusca (31). 113 táxons foram quantificados e utilizados nas análises. Dentre os animais coloniais ou incrustantes destacam-se a esponja *Pachataxa* sp. e a ascídia *Didemnum* sp1, presentes em quase 90% dos fragmentos de rodolitos. Considerando os táxons solitários, 23.570 indivíduos foram coletados sendo que Polychaeta, Echinodermata e Crustacea, juntos, perfizeram 90% deste total. Em média, cada rodolito continha 358 indivíduos da macrofauna ou 4.267 indivíduos por litro de alga. O poliqueto *Pseudopotamilla* sp.+ foi o mais abundante seguido do ofiúro *Ophiactis* sp. e do poliqueto *Haplosyllis* sp+. Análises multi e univariadas demonstraram a diferença na comunidade entre as três coletas. 30 espécies de peixes foram identificadas nos censos, sendo que 25 delas são potenciais predadoras dos invertebrados associados ao banco. Os peixes foram mais abundantes sobre o banco no verão e outono e bastante raros no inverno e primavera sendo representados principalmente por *Chaetodon striatus*, *Stephanolepis hispidus* e *Dipletrum radiale*. A

fauna associada aos rodolitos assemelha-se a de outros substratos biológicos em vários aspectos, como a dominância de poliquetos e ofiúros, e difere em outros, como a baixa abundância de moluscos. Nestas comparações, o banco estudado ocupou uma posição intermediária em termos de densidade total da fauna.

Análises multivariadas indicaram efeitos de perturbação+predação no experimento de curto prazo e análises univariadas mostraram que a ascídia *Didemnum* sp1 e o ofiúro *Ophiactis* sp. foram mais predados após a realização das perturbações. Este efeito não foi mantido em médio e longo prazo. Alguns táxons apresentaram redução na abundância em função da perturbação realizada em médio prazo e o táxon *Haplosyllis* sp+ foi menos predados dentro das gaiolas completas quando comparados às gaiolas parciais. Este táxon, no experimento de longo prazo foi mais predado nas áreas perturbadas. Alguns táxons foram significativamente influenciados pelos tratamentos, especialmente o aumento da pressão de predação gerado pela perturbação que expõe ou danifica as potenciais presas, porém, nem predação nem perturbação causaram alterações na riqueza ou diversidade de espécies. Estes processos ecológicos não atingem toda uma área de maneira uniforme, tanto espacialmente quanto temporalmente, o que pode ter gerado os resultados pouco homogêneos observados. Além disso, a grande heterogeneidade estrutural deste ambiente parece ser suficiente para manter uma grande diversidade taxonômica e funcional da fauna associada. Esta diversidade e o fato do banco de algas ser local de reprodução e alimentação da fauna justificam a conservação deste ecossistema. Atividades que resultem especialmente na desestabilização dos rodolitos têm potenciais efeitos prejudiciais sobre a comunidade associada ao banco.

## Prefácio

Nos últimos anos da década passada e início desta, a intenção da exploração industrial de bancos de algas calcárias no Espírito Santo, para obtenção do calcário, mobilizou a opinião pública e a comunidade científica e chamou a atenção para esse tipo de ambiente, pouquíssimo conhecido no Brasil. Na época, foi ressaltada a importância de mais estudos nestes ecossistemas já que pouco se sabia a respeito dos potenciais efeitos nocivos de perturbações antrópicas sobre bancos de algas calcárias e sua biota associada. Ao mesmo tempo, tínhamos conhecimento de um pequeno banco de algas calcárias na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, SC.

Assim, a idéia de realizar esta pesquisa surgiu durante o mestrado, quando estudamos a importância de perturbações físicas sobre a fauna de ascídias associada aos rodolitos do banco de algas calcárias da Rebiomar Arvoredo. Naquele estudo, várias áreas foram artificialmente perturbadas, revirando-se manualmente os rodolitos e a abundância das espécies de ascídia foi comparada entre estas áreas e outras não manipuladas (controles). Um dos principais efeitos das perturbações realizadas foi o aumento da pressão de predação, evidenciado pela concentração de peixes nestas áreas buscando as presas expostas. Inicialmente, não se observou nenhum efeito claro sobre as ascídias, indicando que outros itens da fauna devem ser preferencialmente consumidos nesta situação. Se as ascídias não pareciam estar sendo predadas, certamente outros animais estavam. Assim, foi realizado um experimento de exclusão de predadores para testar sua importância na estrutura, desta vez, de toda a macrofauna associada aos nódulos calcários. Além disso, um experimento de perturbação física foi outra vez realizado com a intenção de avaliar como estes dois processos ecológicos interagem regulando as populações de “presas”.

As algas calcárias têm importante papel na oferta de habitats e proteção de organismos e, quando aparecem em grandes concentrações formando bancos, têm como característica comum o fato de manterem uma grande quantidade de organismos associados. Bancos de algas calcárias são ambientes relativamente abundantes em algumas partes do mundo, especialmente nos ecossistemas marinhos rasos. Bancos de algas coralinas são particularmente comuns na costa brasileira, representando o maior ambiente deposicional de carbonato do mundo (Testa & Bosence, 1999).

Na costa do Brasil, notadamente na região nordeste e sudeste, encontram-se grandes extensões de bancos de algas calcárias nodulares de vida livre (rodolitos). O limite sul de distribuição deste tipo de ecossistema no Brasil está representado pelo banco de algas da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo que pode ser considerado bastante vulnerável, devido ao seu pequeno tamanho e a inexistência de registros de outros bancos na região.

Bancos de rodolitos possuem uma indiscutível importância biológica, já que suportam uma grande diversidade de organismos associados sendo comparáveis aos recifes de coral em termos de estrutura e diversidade de espécies. Apesar disso, poucos estudos ecológicos foram realizados neste tipo de ecossistema no mundo e particularmente no Brasil, especialmente em relação à sua fauna associada e aos processos que estruturam suas populações (Marrack, 1999; Foster, 2001; Donnan & Moore, 2003b).

Destacam-se alguns poucos estudos sobre a comunidade associada a bancos de rodolitos como os de Keegan (1974), De Grave (1999), Steller *et al.* (2003) e Hinosa-Arango & Riosmena-Rodriguez (2004). Estes trabalhos, porém, não descrevem de forma precisa a quantificação dos organismos e praticamente não envolveram a fauna colonial ou incrustante. Outros estudos sobre fauna associada aos bancos de rodolitos

abordaram os efeitos dos impactos resultantes da exploração econômica dos bancos por meio de dragagens ou pesca de arrasto (para obtenção do calcário ou exploração de espécies comercialmente importantes) sobre a fauna associada (De Grave & Whitaker, 1999; Hall-Spencer & Moore, 2000; Kamenos *et al.* 2004). A maioria destes estudos ocorreu em bancos da Europa (Atlântico Norte, especialmente no Reino Unido e Mediterrâneo) e do Golfo da Califórnia, sendo que nenhum trabalho deste tipo foi realizado no Brasil. Apesar de ser um ambiente relativamente pouco estudado, o interesse científico vem aumentando, no sentido de se avaliar a diversidade total destes ecossistemas e os principais processos biológicos que estruturam a comunidade dos bancos de rodolitos.

Estes ambientes proporcionam substrato duro para fixação de invertebrados marinhos, porém não são consolidados. Assim, suportam espécies típicas dos dois tipos de ambientes (Foster, 2001) e são diferentes de outros ecossistemas nos quais o efeito da predação já foi relativamente bem estudado. O papel da predação na determinação e composição de comunidades em recifes de corais e ambientes semelhantes não é tão bem estudado ou entendido como nas regiões entremarés (Nybakken, 2001). Estudos experimentais são muito valiosos para o entendimento das interações ecológicas em ambientes marinhos (Underwood, 1996; Connell & Anderson, 1999) e experimentos manipulativos com exclusão dos predadores têm sido realizados desde a segunda metade do século passado, gerando informações vitais para o entendimento de processos envolvendo predação. O presente trabalho representa, entretanto, o primeiro experimento de manipulação da densidade de predadores em bancos de rodolitos, especialmente com a utilização de gaiolas de exclusão, associados à experimentos de perturbação física nos nódulos.

Por estes motivos, o trabalho está dividido em dois capítulos, sendo o primeiro uma ampla descrição da fauna associada ao banco de algas calcárias, com uma lista das espécies encontradas e de como estas utilizam o substrato, além de uma comparação da abundância da fauna entre as coletas para verificar alguma variação temporal e uma comparação com a fauna de outros substratos biológicos. O segundo capítulo trata do experimento de exclusão de predadores e de perturbação física e discute como estes processos afetam a estrutura daquela comunidade. Desta maneira, procura-se preencher uma lacuna no conhecimento das comunidades marinhas e dos processos ecológicos que as regulam, de maneira especial no caso deste banco de rodolitos, localizado dentro da área da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, única unidade de conservação desta categoria no sul do Brasil.

## Capítulo 1. Fauna associada a um banco de algas calcárias da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Brasil.

### Resumo

As algas calcárias são organismos abundantes em grande parte dos ecossistemas marinhos rasos e suportam grande número de espécies associadas, originando um dos mais diversos ecossistemas no ambiente marinho, quando formando bancos. Bancos de algas calcárias são particularmente comuns na costa brasileira, representando o maior ambiente deposicional mundial de carbonato. O banco de algas calcárias da Reserva do Arvoredo (27°16'00''S e 48°22'41''W) representa o limite sul de distribuição deste tipo de ecossistema no Brasil. Com o objetivo de descrever a fauna associada a este banco, foram realizadas três coletas de rodolitos, por meio de mergulho autônomo. Os rodolitos foram identificados e medidos (diâmetros e volumes) antes da quantificação da fauna. Censos visuais de peixes foram conduzidos em várias datas para descrever a ictiofauna e identificar as épocas do ano com maior concentração de potenciais predadores dos invertebrados associados aos rodolitos. *Mesophyllum erubescens* (67%) e *Lithothamnion superpositum* (27%) foram as principais espécies de algas calcárias formadoras de rodolitos, na sua maioria de forma mais achatada que esférica. 168 táxons de invertebrados foram encontrados no banco, sendo 136 solitários e 32 coloniais. Polychaeta teve maior riqueza de táxons (37) seguido de Crustacea (35) e Mollusca (31). Dentre os animais incrustantes, destacam-se a esponja *Pachataxa* sp. e a ascídia *Didemnum* sp1, presentes em quase 90% dos fragmentos de rodolitos. Em média, cada rodolito continha 358 indivíduos da macrofauna ou 4.267 indivíduos por litro de alga, sendo que Polychaeta, Echinodermata e Crustacea, juntos, perfizeram 90% dos indivíduos. O complexo de poliquetos *Pseudopotamilla* sp.+ foi o taxon mais abundante, seguido do ofiúro *Ophiactis* sp. e do complexo de poliquetos *Haplosyllis* sp.+. Análises multivariadas e univariadas demonstraram diferenças na comunidade entre as três coletas. 30 espécies de peixes foram identificadas nos censos, sendo que 25 delas são potenciais predadoras dos invertebrados associados ao banco. Os peixes foram mais abundantes sobre o banco no verão e outono e bastante raros no inverno e primavera, sendo representados principalmente por *Chaetodon striatus*, *Stephanolepis hispidus* e *Dipletrum radiale*. A fauna associada aos rodolitos assemelha-se a de outros substratos biológicos em vários aspectos, como a dominância de poliquetos e ofiúros, mas difere pela baixa abundância de moluscos. Nestas comparações, o banco estudado ocupou uma posição intermediária em termos de densidade total da fauna. A alta heterogeneidade estrutural dos rodolitos proporciona grande quantidade de microhabitats, o que mantém uma grande diversidade de invertebrados associados.



## 1. Introdução

As algas calcárias são organismos muito abundantes em grande parte dos ecossistemas marinhos rasos (Gherardi & Bosence, 2001) e suportam grande número de espécies associadas, originando um dos mais diversos ecossistemas no ambiente marinho, especialmente quando em grandes concentrações, formando bancos (Dommasnes, 1969; Stocker & Bergquist, 1987; Edgar, 1990; Sumida & Pires-Vanin, 1997). Sendo assim, são comparáveis aos recifes de coral em termos de estrutura e diversidade de espécies (Foster, 2001) e são classificadas como ‘bioconstrutoras verdadeiras’ com importante papel na oferta de habitats e proteção de organismos (Jones *et al.*, 1997). Por absorverem o carbono do meio e imobilizá-lo sob a forma de carbonatos, é muito provável que estes organismos tenham um importante papel na retenção do carbono lançado na atmosfera sob a forma de CO<sub>2</sub>, já que cerca de 90% do talo destes vegetais é composto por carbonatos (Oliveira, 1996).

Ambientes estruturalmente complexos, como os ambientes recifais, apresentam a tendência de possuir altos valores de riqueza e abundância de espécies. A heterogeneidade estrutural aumenta a quantidade de microhabitats potenciais destes ambientes, aumentando, assim, o número de diferentes espécies capazes de colonizá-los (Bell *et al.*, 1991). O fato da área de superfície do substrato ser maior em relação a ambientes arquiteturalmente homogêneos e também a possibilidade de “filtrar” a coluna d’água causando o acúmulo de indivíduos transportados passivamente pelas ondas, tendem a aumentar a riqueza e abundância das espécies (Dean & Connell, 1987). Do mesmo modo, a modificação do fluxo de água e a oferta de sombra e abrigo, podem até mesmo, induzir o assentamento de larvas e aumentar o recrutamento de várias espécies (Dean, 1981). Neste tipo de ambiente pode ocorrer acúmulo de sedimento nos espaços

disponíveis, o que aumenta, também, a heterogeneidade estrutural, permitindo que organismos da infauna ocupem os locais com retenção de sedimento, elevando a diversidade específica do ecossistema (McQuaid & Dower, 1990). Além disso, os refúgios encontrados em ambientes complexos diminuem a severidade do estresse físico e oferecem proteção contra os predadores (McGuinness & Underwood, 1986; Walters & Wethey, 1996).

Bancos de rodolitos já foram descritos em regiões tropicais, temperadas e árticas e desde a região entremarés até mais de 200 m de profundidade (Marrack, 1999; Foster, 2001). Pesquisas sobre este tipo de ecossistema envolvem tradicionalmente estudos paleoambientais em bancos fósseis (Bosence & Pedley, 1982; Macintyre *et al.*, 1991) e estudos sobre a relação entre a forma dos rodolitos e as características hidrológicas da área do banco (Bosellini & Ginsburg, 1971; Littler *et al.*, 1991; Steller & Foster, 1995; Marrack, 1999). Os estudos neste tipo de ecossistema têm aumentado consideravelmente nos últimos anos, especialmente na Europa, onde existe um programa de pesquisa específico sobre bancos de rodolitos, envolvendo Reino Unido, França, Espanha e Malta, chamado BIOMAERL (em alusão ao termo “maerl”, muitas vezes usado como sinônimo de banco de rodolitos). Entretanto, poucos estudos abordaram a ecologia de bancos de rodolitos vivos, especialmente sua fauna associada (Marrack, 1999; Foster, 2001). Destacam-se alguns poucos estudos sobre a comunidade associada a bancos de rodolitos como os de Keegan (1974), De Grave (1999), Steller *et al.* (2003) e Hinoso-Arango & Riosmena-Rodriguez (2004) e outros envolvendo os efeitos dos impactos resultantes da exploração econômica dos bancos (para obtenção do calcário ou exploração de espécies comercialmente importantes) sobre a fauna associada (De Grave & Whitaker, 1999; Hall-Spencer & Moore, 2000; Kamenos *et al.* 2004). A maioria destes estudos ocorreu em bancos da Europa (Atlântico Norte, especialmente no

Reino Unido e Mediterrâneo) e do Golfo da Califórnia. Apesar de ser um ambiente relativamente pouco estudado, o interesse científico vem aumentando, no sentido de se avaliar a diversidade total destes ecossistemas. Assim, um grande número de espécies têm sido encontradas associadas à rodolitos. Estudos realizados na Europa pelo programa BIOMAERL encontraram 460 espécies de animais (particularmente poliquetos, crustáceos e moluscos) e 63 espécies de algas associadas aos bancos (Barbera et al., 1998). No Brasil, estudos envolvendo a comunidade associada a bancos de rodolitos são extremamente raros, sendo que apenas um artigo foi publicado sobre a ecologia do banco da Ilha do Arvoredo, mas este não apresenta resultados efetivos de quantificação da fauna, e sim da cobertura de algas vivas, mortas, sedimentos e zoantídeos em algumas porções do banco (Gherardi, 2004).

A ocorrência de bancos densos de algas calcárias vivas é bem conhecida no Brasil, prolongando-se pela maior parte do litoral brasileiro que é tido como o local com a maior concentração de bancos de rodolitos do mundo (Foster, 2001). No litoral sul da região Nordeste e norte da Sudeste estão as maiores concentrações de algas calcárias de vida livre, sendo os principais depósitos de carbonato biogênico da costa e representando o maior ambiente deposicional mundial de carbonato (Testa & Bosence, 1999). O banco localizado na Ilha do Arvoredo representa o limite sul de distribuição deste tipo de ecossistema no Brasil e seu isolamento e pequeno tamanho (100.000m<sup>2</sup> de acordo com Gherardi, 2004) o tornam vulnerável. Mergulhadores locais relatam a presença de pequenas concentrações de rodolitos na Ilha Deserta, a 2 km a leste da Ilha do Arvoredo (também comentado por Gherardi, 2004). Apesar de sua indiscutível importância biológica, poucos estudos ecológicos foram realizados neste tipo de ecossistema no Brasil. Assim, torna-se urgente o conhecimento das características biológicas deste ecossistema.

O banco de rodolitos de algas calcárias da Ilha do Arvoredo pode ser considerado um ambiente de substrato duro, porém não consolidado, já que tratam-se de organismos livres não aderidos ao substrato. Assim, mantém espécies típicas destes dois tipos de substrato (Foster, 2001). Neste sentido, o objetivo deste estudo é descrever a fauna associada aos rodolitos do banco de algas calcárias da Ilha do Arvoredo e verificar possíveis alterações temporais na estrutura da comunidade e sua relação com características físicas dos rodolitos.

## 2. Material e Métodos

### 2.1. Área de estudo

Este estudo foi desenvolvido na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, única Unidade de Conservação desta categoria no sul do país, mais propriamente na Ilha do Arvoredo, localizada na costa catarinense, distante cerca de 11 km ao norte da Ilha de Santa Catarina e aproximadamente 6,5 km do continente. A Reserva engloba as ilhas do Arvoredo, Galé, Deserta, o Calhau de São Pedro e área marinha adjacente, com uma superfície de 17.600 hectares de acordo com a resolução CONAMA nº 13/89 (fig. 1). Esta é uma área que apresenta grande biodiversidade devido ao fato de estar no local de influência de duas correntes oceânicas, a corrente do Brasil e a corrente das Malvinas, e por situar-se numa faixa de transição entre os climas tropical e subtropical. Na face norte da Ilha do Arvoredo, num local conhecido como Porto Norte ( $27^{\circ}16'00''S$  e  $48^{\circ}22'41''W$ ), próximo ao costão rochoso, encontra-se um banco de agregados de algas coralinas nodulares formado essencialmente por rodolitos de pelo menos cinco espécies:

*Mesophyllum erubescens* (Foslie) Lemoine, *Lithothamnion superpositum* (Foslie), *Lithophyllum stictaeforme* (Areschoug) Hauck, *Lithophyllum margaritae* (Hariot) Heydrich e *Hydrolithon* sp. (Paulo Horta, comunicação pessoal, 2003). Estes nódulos ou rodolitos de vida livre ocorrem em profundidades que vão de 6 a 20 m sobre um fundo arenoso uniforme (fig. 2), cobrindo uma área de aproximadamente 100.000 m<sup>2</sup> (Gherardi, 2004).

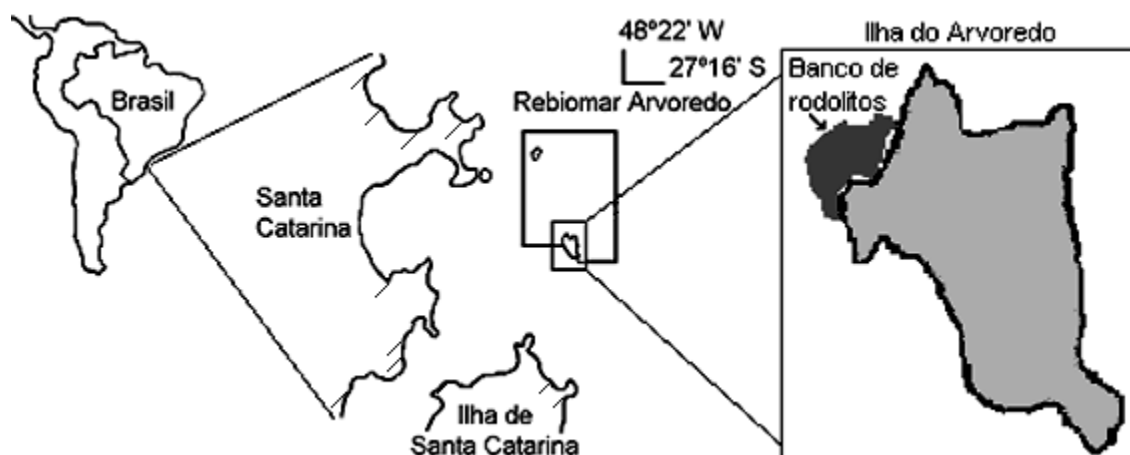


Figura 1. Área de estudo. Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Santa Catarina, Brasil.

Em uma observação geral, os rodolitos são mais escassos nas margens do banco, mas em direção ao centro formam uma cobertura contínua sobre a areia. Ocasionalmente ocorrem manchas de areia, locais onde a densidade de rodolitos é baixa. Acredita-se que essas manchas sejam causadas por perturbações antrópicas, como a ancoragem de embarcações. Em estudos anteriores verificou-se que, exceto nos primeiros metros da margem do banco, onde os rodolitos são mais escassos, a cobertura de algas é homogênea quanto à densidade, dimensões e forma dos rodolitos (Rocha *et al.*, no prelo).

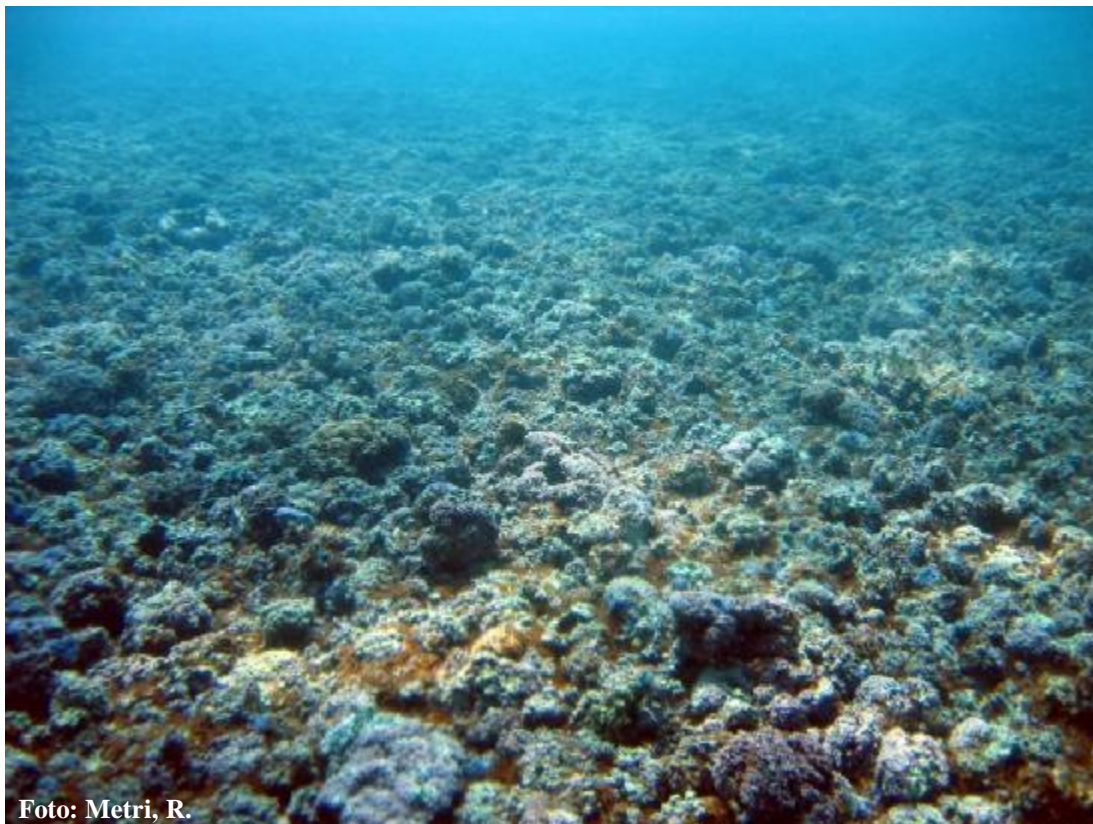


Figura 2. Banco de rodolitos da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Santa Catarina, Brasil. Os maiores nódulos têm cerca de 20 cm de diâmetro.

## 2.2. Procedimentos de campo

Foram realizadas três coletas de rodolitos calcários durante o período de estudo, paralelamente ao experimento de exclusão de predadores (capítulo 2). Estes rodolitos representam, portanto, os controles do experimento, ou seja, foram coletados em áreas não manipuladas experimentalmente. As coletas ocorreram em 25 de abril e 21 de junho de 2002 e 4 de abril de 2004, por meio de mergulho autônomo, evitando-se causar distúrbios no fundo.

As coletas foram realizadas numa área a cerca de 30 m da margem do banco, onde a cobertura de nódulos é quase total. Nas duas primeiras coletas foram amostrados 25 rodolitos (5 réplicas com 5 nódulos cada) e na última 20 rodolitos (10 réplicas com 2 nódulos cada). As réplicas foram dispostas aleatoriamente numa área de cerca de 225

m<sup>2</sup> Apenas rodolitos de tamanho intermediário foram coletados, evitando-se os fragmentos e os nódulos muito grandes (com mais de 10 cm de diâmetro). Da mesma maneira evitou-se amostrar rodolitos da espécie *Lithophyllum margaritae*, pois esta apresenta uma forma de crescimento muito diferente das demais espécies (formando finas e duras lâminas de calcário, enquanto as outras espécies formam ramificações digitiformes ou protuberâncias) e possui mecanismos para evitar epibiontes, como descamamento (Paulo Horta 2003, com. pessoal). Depois de cuidadosamente coletadas com sacos plásticos para evitar a fuga de organismos, cristais de mentol foram adicionados às algas-substrato para anestésiar a fauna. Após 2 horas o material foi fixado em formol 4%.

### 2.3. Procedimentos laboratoriais

Em laboratório foram tomadas algumas medidas dos nódulos, como os três maiores diâmetros ortogonais, o volume externo - V1 (com o rodolito encapado com filme plástico) e o volume real - V2 (rodolito não encapado). Estas variáveis contêm informações sobre as dimensões dos nódulos, representando fatores importantes para os organismos associados.

Com os dados dos diâmetros ortogonais e volumes foram calculados outros valores que caracterizam fisicamente os rodolitos do banco. Desenvolveu-se um índice de esfericidade que traz informação sobre a forma dos rodolitos, pela fórmula  $Esfericidade = 2X/(Y+Z)$ , sendo X o maior dos três diâmetros medidos. Assim, rodolitos esféricos teriam esfericidade próxima a 1, com os três diâmetros de comprimento semelhante. Se o diâmetro X for significativamente maior que os outros dois (20 % ou  $Esfericidade \geq 1,2$ ) considera-se que o rodolito não é esférico. Foi também calculada a diferença entre os volumes V1 e V2 que reflete o volume dos

espaços internos proporcionados pelo rodolito, sendo uma medida da heterogeneidade dos mesmos. Quanto maior for este volume, mais espaços internos ele possui, ou seja, sua capacidade de abrigar outros organismos é maior.

Foi calculado o número de ramificações do talo de 43 rodolitos da espécie *Mesophyllum erubescens* coletados em abril/2004. As outras espécies de algas, além de terem menor representatividade nas coletas realizadas, possuem padrões de ramificação muito diferentes (*L. superpositum* e *L. margaritae*), ou não apresentam ramificações muito evidentes (*L. stictaeforme*) e por este motivo não foi calculada a densidade de ramificações para estas espécies. A densidade de ramificações foi estimada contando-se o número de extremidade dos ramos em cinco quadrats de 1 cm<sup>2</sup> dispostos aleatoriamente na superfície do nódulo (Steller *et al.* 2003). Os talos dos rodolitos coletados foram também classificados quanto a sua forma de crescimento de acordo com a terminologia de Woelkerling *et al.* (1993), que define as formas foliosas, com as ramificações do talo laminares, e fruticosas, com as ramificações mais cônicas ou tubulares. Exemplares de todas as espécies foram obtidos para esta caracterização.

Cada rodolito analisado foi quebrado em 8 pedaços semelhantes e toda a macrofauna maior que 1 mm foi quantificada: os animais coloniais e incrustantes foram quantificados pela frequência de ocorrência nos 8 fragmentos de cada rodolito (devido ao tamanho dos nódulos coletados, não foi possível quebrá-los em mais pedaços), como forma de se aproximar este valor a uma medida de abundância como porcentagem de cobertura; animais simples foram cuidadosamente retirados das algas-substrato e do líquido de fixação, separados e contados posteriormente (alguns eram contados no momento da triagem). Apesar de caracterizar-se como um animal simples, uma espécie de Nematoda foi quantificada pela frequência de ocorrência nos rodolitos, pois os animais eram muito abundantes e quebradiços, dificultando sua contagem. Ao contrário,



uma espécie colonial (o zoantídeo *Protopalycha variabilis*) foi quantificada contando-se o número de pólipos nos rodólitos. Foi calculada a média da abundância de cada táxon da macrofauna por rodólito em cada réplica, sendo esta variável utilizada para descrever a estrutura da fauna.

#### 2.4. Ictiofauna

Em mergulhos anteriores verificou-se que os peixes parecem ser o grupo de macropredadores mais importante deste ecossistema, ocorrendo em grande número sobre o banco e alimentando-se ativamente no local. Assim, foi realizado um levantamento quali/quantitativo da ictiofauna para identificar os principais macropredadores dos invertebrados do banco de algas calcárias e a época do ano em que a pressão de predação deve ser mais expressiva. Inicialmente foram realizados censos visuais estacionários em dezembro/2002 (15 réplicas) e fevereiro/2003 (30 réplicas), quando todos os peixes avistados numa área circular de 4 m de raio ( $\approx 50 \text{ m}^2$ ) em torno do mergulhador eram contados por aproximadamente 1 minuto. Alguns censos pilotos utilizando transecto foram realizados e considerados mais eficientes na quantificação da ictiofauna. Assim, censos visuais foram realizados em março, julho e novembro de 2003, abril e setembro de 2004 e abril de 2005, pelo método do transecto, constando de 10 réplicas em cada data, quando todos os peixes avistados em uma área de um metro de cada lado de um transecto de 20 m de comprimento ( $40 \text{ m}^2$ ) foram contados por um mergulhador nadando lentamente sobre o transecto. Ocorreram censos, portanto, em todas as épocas do ano, apesar do esforço não ter sido o mesmo em cada época. Por serem de difícil visualização e conseqüentemente contagem durante os transectos, os pequenos peixes crípticos não foram quantificados. Os peixes foram também observados em todos os mergulhos realizados no local durante o período (para coleta

das algas calcárias, instalação e manutenção dos experimentos de exclusão de predadores) e aspectos do comportamento alimentar foram registrados durante os censos, por observação direta.

## 2.5. Análise dos dados

Os parâmetros métricos mensurados foram comparados entre as coletas por análises multivariadas e ANOVAs unifatoriais para verificar se diferenças nestas variáveis podem explicar possíveis diferenças observadas na comunidade. O método de ordenação MDS (non-metric Multi Dimensional Scaling) estabeleceu a disposição gráfica dos rodolitos coletados em cada mês a partir de uma matriz de similaridade criada com as variáveis diâmetros X, Y e Z, volumes externo e real e índice de Esfericidade. A matriz de similaridade foi construída com os dados logarimizados e utilizando o método da distância euclidiana padronizada, por se tratarem de medidas morfométricas com diferentes unidades. No gráfico de MDS, a proximidade dos pontos reflete diretamente a similaridade entre eles. Para testar a diferença entre os rodolitos de cada coleta, foi realizado o teste de ANOSIM (análise de similaridade) que se baseia no ranking de similaridade entre as réplicas de cada data.

A estrutura da comunidade foi descrita em cada coleta por meio da abundância absoluta e relativa das principais espécies por rodolito. Apesar de terem sido excluídos das coletas os rodolitos muito pequenos ou muito grandes, para evitar que diferenças no tamanho dos rodolitos entre as datas ou mesmo entre as réplicas de cada, pudessem influenciar nas comparações da fauna, os valores de abundância por rodolito da fauna quantificada pela contagem foram transformados em abundância por ml de alga, dividindo-se a média do número de indivíduos de cada táxon por rodolito em cada réplica, pela média do volume real (V2) dos rodolitos desta réplica. Estes valores foram

transformados para número de indivíduos por litro de alga (multiplicando por 1000), para expressar os resultados.

As coletas foram comparadas para registrar possíveis alterações sazonais na estrutura da comunidade por meio das análises multivariadas (MDS e ANOSIM). A matriz de similaridade para a fauna quantificada pela frequência de ocorrência foi criada a partir do arcoseno dos dados (método tradicionalmente usado para normalizar dados de porcentagem), enquanto os dados dos táxons contados foram transformados para  $\text{Log}(x+1)$ . Em ambos os casos foi utilizado o índice de Bray-Curtis para estabelecer as similaridades entre as réplicas. Descritores ecológicos como riqueza, equitabilidade e diversidade foram calculados e comparados entre as coletas. Alguns táxons na primeira ou segunda coleta foram desmembrados e quantificados separadamente na terceira coleta (porém quantificados conjuntamente nas primeiras), assim, as comparações entre as coletas e o cálculo da diversidade de Shannon ( $H'$ ) e Equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) foram realizados considerando apenas os táxons que foram quantificados igualmente nas três coletas. A abundância das principais espécies foi comparada entre as coletas usando ANOVAs, com dados transformados para arcoseno (táxons coloniais ou incrustantes) ou logaritmizados ( $\text{Log}(x+1)$  – táxons solitários) para atingir a normalidade. Foi aplicado o teste de Tukey sempre que a ANOVA detectou diferenças significativas, para identificar quais coletas diferiram entre si. Como na coleta de abril/2004 havia 10 réplicas, foram sorteados 5 pares e os valores utilizados nos testes foram as médias resultantes de cada par. Assim os testes foram balanceados, com 5 réplicas em todas as coletas.

Foi calculada a densidade média dos peixes observados nos censos tipo transecto em cada data (número de indivíduos/40 m<sup>2</sup>), pois este método se mostrou mais eficiente na quantificação da ictiofauna. A frequência de ocorrência dos peixes, obtida durante os

censos visuais, foi calculada e expressa como uma porcentagem da presença de cada espécie nos censos. Além disso, as espécies foram classificadas de acordo com seu hábito alimentar para identificação dos principais predadores do ecossistema.

### 3. Resultados

#### 3.1. Características das algas substrato

Ao todo, 70 rodolitos das áreas não manipuladas experimentalmente foram coletados e triados, 25 na primeira coleta, 25 na segunda e 20 na terceira. Estes rodolitos foram medidos e identificados antes da quantificação da fauna. O padrão de abundância das espécies de algas coletadas foi semelhante entre as coletas, sendo que a espécie dominante foi *Mesophyllum erubescens* (67 %), seguida de *Lithothamnion superpositum* (27 %) e *Lithophyllum stictaeforme* (6 %) (fig. 3). Outras espécies de algas (*Lithophyllum margaritae* e *Hydrolithon* sp.) não foram coletadas nas áreas controles de nenhuma das coletas, mesmo ocorrendo com certa frequência no banco.

A média do diâmetro dos rodolitos coletados nas áreas controle variou de 4,3 a 9,5 cm. O volume externo (V1) variou de 43,7 a 437,5 ml, e o volume real dos rodolitos coletados (V2) variou de 18,7 a 218,7 ml. Estes valores representam as medidas de rodolitos de tamanho médio deste ecossistema, já que se encontram no local desde fragmentos de algas até nódulos com mais de 20 cm de diâmetro, porém estes foram evitados durante as coletas. Os rodolitos coletados foram significativamente diferentes entre as três coletas com relação às variáveis morfométricas (tab. 1, fig. 4), com os rodolitos de abril/2004 mais volumosos e os rodolitos de abril/2002 de menor volume (tab. II).

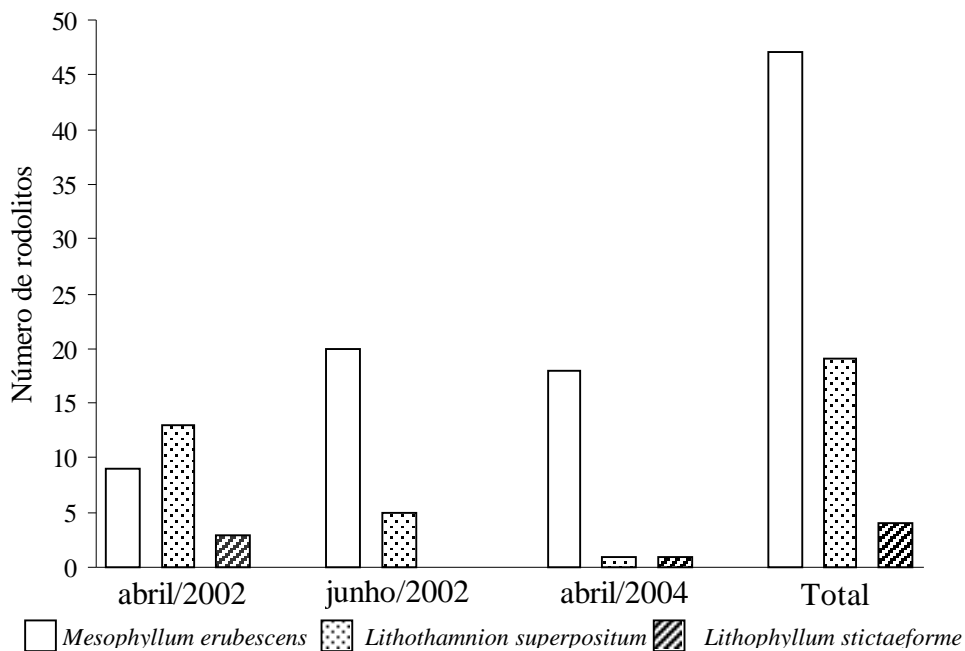


Figura 3. Número de rodolitos de cada espécie de alga calcária coletada, para cada uma das três coletas realizadas ( $n = 25$ ,  $25$  e  $20$ , respectivamente) e para o total de rodolitos coletados ( $n = 70$ ).

Tabela I. Análise de similaridade (ANOSIM) entre as coletas, para as variáveis morfométricas dos rodolitos. \* = diferença significativa.

Comparações	R	P
Global	0,579	0,001 *
abril/2002 – junho/2002	0,464	0,016 *
abril/2002 – abril/2004	0,956	0,008 *
junho/2002 – abril/2004	0,284	0,071

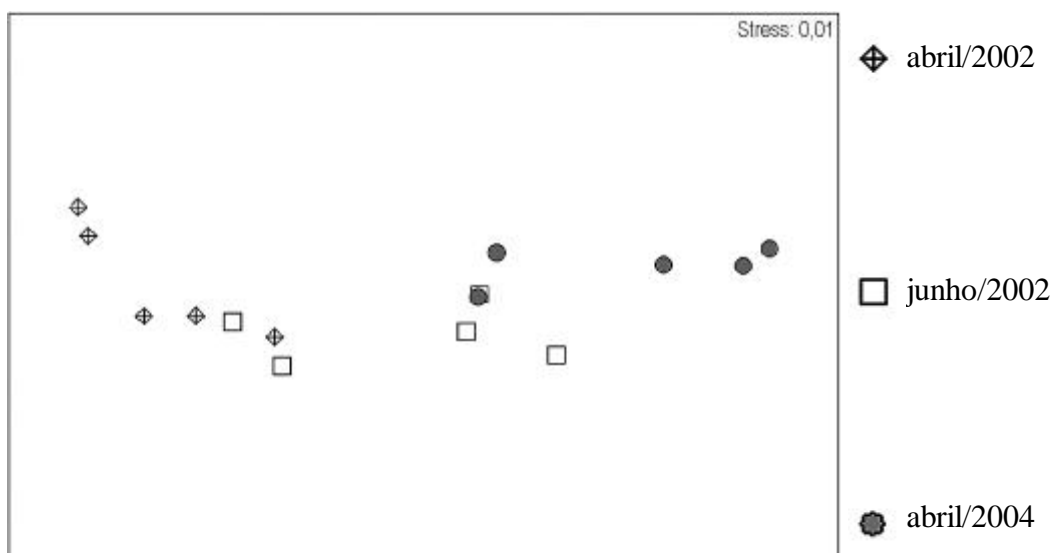


Figura 4. MDS das variáveis morfométricas dos rodolitos de cada data de coleta.

Tabela II. Média (intervalo de confiança) das medidas das variáveis morfométricas dos rodolitos e resultados das comparações entre as três coletas (n=25 em abril/2002, 25 em junho/2002 e 20 em abril/2004). Em todos os casos que o teste foi significativo (\*  $p < 0,05$ ), o teste de Tukey apontou a mesma realção entre as três coletas (abril/2002 < junho/2002 < abril/2004). G.L. = graus de liberdade; S.Q. = soma de quadrados.

	Média (intervalo de confiança) das medidas			ANOVA			
	abril/2002	junho/2002	abril/2004	Fonte	G.L.	S.Q.	F
Diâmetro				Coletas	2	0,786	
Médio (cm)	5,9 (0,6)	7,0 (0,9)	7,9 (0,9)	Erro	65	0,834	30,6*
(X+Y+Z)/3				Erro Total	67	1,620	
Volume				Coletas	2	6,703	
Externo (ml)	93,0 (27,3)	147,0 (49,0)	225,0 (83,8)	Erro	65	5,516	39,5*
V1				Erro Total	67	12,219	
Volume				Coletas	2	6,610	
Real (ml)	45,0 (15,3)	73,2 (26,2)	109,0 (47,5)	Erro	65	7,838	27,4*
V2				Erro Total	67	14,448	
Volume				Coletas	2	7,056	
Espaços (ml)	48,0 (15,8)	73,7 (24,7)	115,9 (39,3)	Erro	65	5,776	39,7*
V1-V2				Erro Total	67	12,832	
Esfericidade				Coletas	2	0,051	
X/((Y+Z)/2)	1,2 (0,1)	1,3 (0,2)	1,2 (0,1)	Erro	65	0,544	3,1
				Erro Total	67	0,595	

A densidade média de ramificações de *Mesophyllum erubescens*, em abril/2004 foi 14,7 ramos/cm<sup>2</sup> (intervalo de confiança = 0,8). Quanto à forma de crescimento, todas as espécies de algas foram consideradas fruticulosas, exceto *L. margaritae* que é foliosa.

Apenas 23% dos 70 rodolitos controles mensurados foram considerados esféricos, com os três eixos ortogonais semelhantes. A grande maioria (77 %) apresentou o eixo 'X' muito maior que os outros eixos, indicando que estes rodolitos são mais achatados que esféricos (fig. 5).

O volume dos espaços internos (V1-V2) das algas foi aproximadamente a metade do volume externo, ou seja, praticamente igual ao volume do próprio talo da alga, evidenciando a grande heterogeneidade estrutural que o talo da alga oferece, disponibilizando muitos refúgios para a fauna críptica e incrustante.

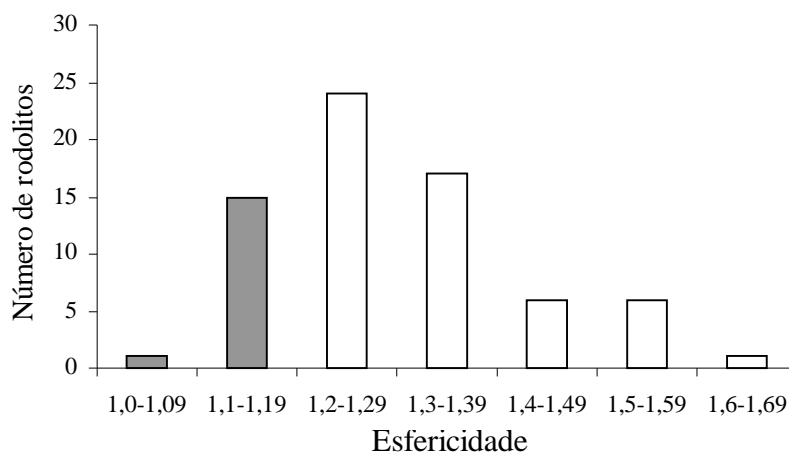


Figura 5. Número de rodolitos mensurados nas áreas controles das três coletas (n = 70) em função do índice de Esfericidade calculado. Rodolitos com Esfericidade = 1,2 ou maior foram considerados não esféricos.

### 3.2. Fauna associada aos rodolitos

Ao todo, foram identificados 168 táxons da macrofauna associada aos rodolitos calcários (tab. III), sendo que 123 táxons foram identificados até o nível de espécie (77) ou gênero (46). Alguns dos táxons definidos são formados por complexos de espécies que não foram separadas nas triagens (p. e. 'Serpulidae ni', que engloba todas as espécies de poliquetos serpulídeos em uma única família).

A grande maioria dos táxons identificados nas amostras correspondeu a organismos solitários (127 táxons) com relativamente poucos coloniais (41 táxons). 63 táxons são sésseis e 105 não sésseis ou não aderidos ao substrato. Considerando que a fauna associada às algas calcárias tem diferentes microhabitats disponíveis para colonização, os táxons foram classificados como epibiontes, quando ocupavam as porções mais superficiais e expostas dos nódulos; crípticos, quando colonizavam as reentrâncias e espaços internos entre as ramificações dos rodolitos; perfuradores, no caso das espécies que constroem galerias perfurando o calcário dos talos das algas; e

infaunais, no caso daqueles táxons encontrados no sedimento depositado nos espaços do rodolito, geralmente dentro das galerias construídas pelos perfuradores. Assim, 48 táxons foram considerados epibiontes, 90 crípticos, 26 perfuradores e 4 infaunais .

Os Polychaeta tiveram maior riqueza de táxons (37) seguidos de Crustacea (35) e Mollusca (31). Outros grupos importantes em número de táxons foram Ascidiacea (11), Porifera, Bryozoa e Cnidaria (9), e Echinodermata (6) (tab. III; fig. 6).

De todos os táxons identificados, 55 deles não foram quantificados nas amostras, por ocorrerem esporadicamente e com baixa abundância ou foram quantificados em conjunto (p. ex. 5 espécies de briozoários que foram quantificadas em conjunto como ‘Cheilostomata’ e só posteriormente foram identificadas). Em média, cada rodolito continha 56 táxons da macrofauna, 14 representando táxons coloniais e 42 solitários.

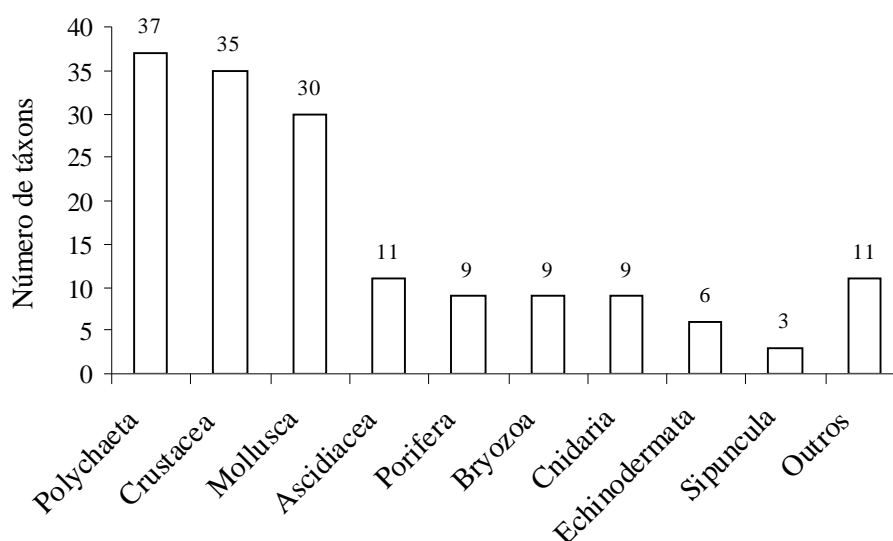


Figura 6. Número de táxons por grupo taxonômico da macrofauna identificados no banco de algas calcárias da Ilha do Arvoredo, SC.



Tabela III. Lista dos táxons da fauna associada aos rodolitos do banco de algas calcárias da Ilha do Arvoredo, SC, e sua categorização em grupos funcionais. I = individual (solitário), C = colonial (ou incrustante), S = sésstil, N = não sésstil, E = epibionte, Cr = críptico, P = perfurador, In = infaunal.

Filo	Classe	Ordem	Família	Táxon	I/C	S/N	E/Cr/P/In		
Porifera	Calcarea			Calcarea ni	C	S	Cr		
		Demospongiae		Demospongiae ni	C	S	E		
			Astrophorida	Calthropellidae	<i>Pachataxa</i> sp.	C	S	P	
			Axinellida	Trachycladidae	<i>Trachycladus</i> sp.	C	S	E	
			Dendroceratida	Darwinellidae	<i>Darwinella</i> sp.	C	S	E	
			Haplosclerida		Haplosclerida ni 1	C	S	E	
					Haplosclerida ni 2	C	S	E	
			Poecilosclerida	Guitarriidae	<i>Guitarra sepiæ</i> Lerner <i>et al.</i> , 2003	C	S	E	
			Verongida	Aplysinidae	<i>Aplysina caissara</i> Pinheiro & Hajdu, 2001	C	S	E	
	Cnidaria	Anthozoa		Actiniaria	Aiptasiidae	<i>Aiptasia pallida</i> (Agassiz in Verrill, 1864)	I	S	Cr
			Zoantharia	Zoanthidae	<i>Protopalithoa variabilis</i> (Duerden, 1898)	C	S	E	
			Hydrozoa	Capitata	Zanclidae	<i>Zanclæa</i> sp.	C	S	Cr
			Conica	Sertulariidae	<i>Sertularella conica</i> Allman, 1877	C	S	E	
				Haleciidae	<i>Halecium</i> sp.	C	S	E	
			Filifera	Clavidae	<i>Turritopsis nutricula</i> McCrady, 1859	C	S	E	
			Proboscoidea	Campanulariidae	<i>Clytia hemisphaerica</i> (Linnaeus, 1767)	C	S	E	
					<i>Clytia linearis</i> (Thornely, 1899)	C	S	E	
					<i>Linuche unguiculata</i> (Swartz, 1788)	C	S	Cr	
Sipuncula		Scyphozoa	Coronatae		<i>Nephasoma</i> sp.	I	N	P	
	Sipunculida	Golfingiaformes	Golfingiidae	<i>Themiste alutacea</i> (Grube, 1858)	I	N	P		
		Phascolosomiformes	Themistidae	<i>Phascolosoma</i> sp.	I	N	P		
		Phascolosomida	Phascolosomatidae	<i>Echiura</i> ni	I	N	Cr		
Echiura				<i>Barbatia candida</i> (Helbling, 1779)	I	N	Cr		
Mollusca	Bivalvia	Arcoidea	Arcidae	<i>Gregariella coralliophila</i> (Gmelin, 1791)	I	S	Cr		
		Mytiloidea	Mytilidae	<i>Lithophaga patagonica</i> (Orbigny, 1947)	I	S	P		
				Pterioidea	Isognomonidae	<i>Isognomon alatus</i> (Gmelin, 1791)	I	S	Cr
					Pteriidae	<i>Pteria hirundo</i> (Linnaeus, 1758)	I	N	P
				Ostreoidea	Pectinidae	<i>Leptopecten bavayi</i> (Dautzenberg, 1900)	I	N	Cr
						<i>Nodipecten nodosus</i> (Linnaeus, 1758)	I	N	E
					Spodilyidae	<i>Spondylus cf. ictericus</i> Reeve, 1856	I	S	E
				Pholadomyoidea	Thraciidae	<i>Thracia distorta</i> (Montagu, 1808)	I	S	Cr
				Veneroidea	Crassatellidae	<i>Crassatella</i> sp.	I	N	P
					Petricolidae	<i>Petricola typica</i> (Jonas, 1844)	I	N	P
					Ungulinidae	<i>Diplodonta patagonica</i> (Orbigny, 1842)	I	N	Cr
			Cephalopoda	Octopoda	Octopodidae	<i>Octopus vulgaris</i> (Cuvier, 1797)	I	N	Cr
			Gastropoda	Archaeoastropoda	Fissurellidae	<i>Emarginula</i> sp.	I	N	Cr
						<i>Fissurella</i> sp.	I	N	Cr
					Trochidae	<i>Solariella patriae</i> Carcelles, 1953	I	N	Cr
			Turbinidae	<i>Astraea latispina</i> (Philippi, 1844)	I	N	Cr		

continua...

Filo	Classe	Ordem	Família	Táxon	I/C	S/N	E/Cr/P/In				
Mollusca	Gastropoda	Mesogastropoda	Caecidae	<i>Caecum</i> sp. 1	I	N	Cr				
				<i>Caecum pulchellum</i> Stimpson, 1851	I	N	Cr				
				<i>Caecum ryssotitum</i> Folin, 1867	I	N	Cr				
			Calyptraeidae	<i>Crepidula aculeata</i> (Gmelin, 1791)	I	N	Cr				
				<i>cf Eulima cf. mulata</i> Rios & Absalão, 1990	I	N	Cr				
				Naticidae ni	I	N	Cr				
			Rissoidae	<i>Rissoina catesbyana</i> (Orbigny, 1842)	I	N	Cr				
			Neogastropoda	Columbellidae	<i>Anachis catenata</i> (Sowerby, 1844)	I	N	Cr			
					<i>Anachis lyrata</i> (Sowerby, 1832)	I	N	Cr			
				Coralliophilidae	<i>Coralliophila aberrans</i> (Adams, 1850)	I	N	Cr			
				Fascioliariidae	<i>Leucozonia</i> sp. 1	I	N	Cr			
					<i>Leucozonia nassa</i> (Gmelin, 1791)	I	N	Cr			
			Nudibranchia		Nudibranchia ni	I	N	Cr			
		Annelida	Polyplacophora Polychaeta	Nudibranchia	Isochnochitonidae	<i>Isochnochiton</i> sp.	I	N	Cr		
						Amphinomida	Amphinomidae	<i>Pseudoerythoe</i> sp.	I	N	Cr
				Capitellida	Capitellidae	Capitellidae ni	I	N	In		
						Eunicida	Dorvilleidae	<i>Dorvillea</i> sp.	I	N	Cr
								Eunicidae	<i>Nematonereis</i> sp.	I	N
								<i>Palola</i> sp.	I	N	Cr
								<i>Eunice insularis</i> Nogueira, Steiner & Amaral, 2001	I	N	P
								<i>Eunice rubra</i> (Grube, 1856)	I	N	P
								<i>Eunice spongicola</i> (Treadwell, 1921)	I	N	P
						Phyllodocida	Lumbrineridae	<i>Lumbrineris cf. inflata</i> Moore, 1911	I	N	P
Chrysopetalidae	<i>Bhawania</i> sp.							I	N	Cr	
	Hesionidae						Hesionidae ni	I	N	Cr	
								<i>Podarke</i> sp.	I	N	Cr
Nereidae	Nereidae ni			I	N						
Phyllodocidae	Phyllodocidae ni 1			I	N		Cr				
	Phyllodocidae ni 2			I	N		In				
				<i>Etione</i> sp.	I		N	Cr			
Polynoidae	Polynoidae ni			I	N		Cr				
	Syllidae			Syllidae ni 1	I		N	Cr			
				<i>Autolytus</i> sp.	I	N	E				
				<i>Haplosyllis cf. spongicola</i> (Grube, 1855)	I	N	Cr				
				<i>Odontosyllis fulgurans</i> (Audouin & Milne Edwards, 1834)	I	N	Cr				
				<i>Syllis (Ehlersia) cornuta</i> Rathke, 1843	I	N	Cr				
		<i>Syllis (Typosyllis) hyalina</i> Grube, 1863	I	N	Cr						
		<i>Trypanosyllis vittigera</i> Ehlers, 1887	I	N	Cr						
Opheliida		Opheliidae	<i>Armandia</i> sp.	I	N	In					
			Sabelliida	Sabellidae	Sabellidae ni	I	S	E			
					<i>Demonax microphthalmus</i> (Verril, 1893)	I	S	E			

continua...

Filo	Classe	Ordem	Família	Táxon	I/C	S/N	E/Cr/P/In			
Annelida	Polychaeta	Sabellida	Sabellidae	<i>Pseudopotamilla reniformis</i> (Bruguiere, 1798)	I	S	E			
			Serpulidae	Serpulidae ni	I	S	E			
			Spionida	Cirratulidae	<i>Cirratulus</i> sp.	I	S	P		
				<i>Dodecaceria</i> sp.	I	S	P			
		Chaetopteridae		Chaetopteridae ni	I	S	E			
				<i>Chaetopterus</i> sp.	I	S	P			
		Spionidae		Spionidae ni	I	S	P			
				<i>Polydora</i> sp. 1	I	S	P			
				<i>Polydora</i> sp. 2	I	S	P			
		Terebellida	Terebellidae	Terebellidae ni	I	S	P			
				<i>Pista</i> sp.	I	S	P			
				<i>Paraeupolymnia uspiana</i> Nogueira, 2003	I	S	P			
				Acari ni	I	N	Cr			
				Amphipoda ni	I	N	Cr			
		Arthropoda	Acari Crustacea Malacostraca	Amphipoda	Aoridae	<i>Lembos</i> sp.	I	N	Cr	
					Aristiidae	<i>Aristias</i> sp.	I	N	Cr	
					Amphilochidae	<i>Gitanopsis</i> sp.	I	N	Cr	
Caprellidae	<i>Caprella</i> sp.				I	N	Cr			
Leucothoidae	<i>Leucothoe spinicarpa</i> (Abildgaard, 1789)				I	N	Cr			
Melitidae	<i>Dulichella appendiculata</i> (Say, 1818)				I	N	Cr			
	<i>Quadriamera miranda</i> (Ruffo, Krapp, and Gable, 2000)				I	N	Cr			
Podoceridae	<i>Podocerus fissipes</i> Serejo, 1995				I	N	Cr			
Cumacea	Cumacea ni				I	N	Cr			
Decapoda						Brachyura ni	I	N	Cr	
						Caridea ni	I	N	Cr	
						Paguroidea ni	I	N	Cr	
						Majidae	Majidae ni	I	N	Cr
							<i>Mithrax caribbaeus</i> Rathbun, 1920	I	N	Cr
							<i>Stenorhynchus</i> sp.	I	N	Cr
						Portunidae	<i>Cronius ruber</i> (Lamarck, 1818)	I	N	Cr
						Xanthidae	Xanthidae ni	I	N	Cr
			<i>Pilumnus spinosissimus</i> (Rathbun, 1898)	I		N	Cr			
		Isopoda		Anthuridae		Anthuridae ni 1	I	N	P	
Anthuridae ni 2	I				N	P				
Corallanidae	Isopoda ni			I	N	Cr				
	<i>Lanocira kroyeri</i> Hansen, 1890			I	N	Cr				
Mysida			Janiridae	<i>Janira</i> sp.	I	N	Cr			
			Mysidacea ni	I	N	Cr				
			Stomatopoda	Gonodactylidae	<i>Gonodactylus</i> sp.	I	N	Cr		
Tanaidacea			Apseudidae	<i>Bunakenia</i> sp.	I	N	Cr			
				<i>Gollumudes</i> sp.	I	N	Cr			

continua...

Filo	Classe	Ordem	Família	Táxon	I/C	S/N	E/Cr/P/In			
Arthropoda (Crustacea)	Malacostraca	Tanaidacea	Leptocheliidae	<i>Leptochelia</i> sp.	I	N	Cr			
			Nototanaidae	<i>Teleotanis gerlachi</i> (Lang, 1956)	I	N	Cr			
				<i>Teleotanis</i> sp.	I	N	Cr			
			Tanaidae	<i>Sinelobus stanfordi</i> (Richardson, 1901)	I	N	Cr			
			Maxillopoda / Cirripedia		Cirripedia ni		I	S	E	
				Copepoda	Copepoda ni		I	N	Cr	
			Platyhelminthes Nemertea	Turbellaria	Harpacticoida	Porcellidiidae	<i>Porcellidium</i> sp.	I	N	Cr
						Ostracoda	Ostracoda ni	I	N	Cr
							Turbellaria ni	I	N	Cr
			Entoprocta Bryozoa	Eurystomatoda	Cheilostomata	Tetrastemmatidae	Tetrastemmatidae ni	I	N	Cr
	Entoprocta ni	I				S	E			
Nematoda		Ctenostomata	Beaniidae	<i>Beania hirtissima</i> (Heller, 1867)	C	S	E			
				<i>Beania mirabilis</i> Johnston, 1840	C	S	E			
			Cleidoshamatidae	<i>Cleidochasma porcellanum</i> (Busk, 1860)	C	S	E			
			Epistomiidae	<i>Synnotum aegyptiacum</i> (Audouin, 1826)	C	S	E			
			Microporellidae	<i>Microporella</i> sp.	C	S	E			
			Schizoporellidae	<i>Arthropoma ceciliae</i> (Audouin, 1826)	C	S	E			
			Smittinidae	<i>Parasmittina signata</i> (Waters, 1889)	C	S	E			
			Vesiculariidae	<i>Labioporella dipla</i> Marcus, 1949	C	S	E			
			Nollelidae	<i>Nolella gigantea</i> (Busk, 1856)	C	S	E			
				Nematoda ni 1	I	V	P			
Chaetognatha Echinodermata	Asterioidea Echinoidea  Holothuroidea Ophiuroidea	Spinulosida Cidaroida Clypeasteroida Temnopleuroida	Echinasteridae	<i>Echinaster brasiliensis</i> Müller & Troschel, 1842	I	N	E			
			Cidaridae	<i>Euclidaris</i> sp.	I	N	P			
			Clypeasteridae	<i>Clypeaster</i> sp.	I	N	E			
			Toxopneustidae	<i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816)	I	N	Cr			
				Holothuroidea ni	I	N	P			
				Ophiuroidea ni1	I	N	Cr			
				Ophiuroidea ni2	I	N	Cr			
			Ophiactidae	<i>Ophiactis</i> sp.	I	N	Cr			
			Chordata	Ascidiacea	Ophiurida Aplousobranchia	Clavelinidae	<i>Clavelina oblonga</i> Herdman, 1880	C	S	E
						Didemnidae	<i>Didemnum</i> sp. 1	C	S	E
	<i>Didemnum</i> sp. 2	C				S	E			
	<i>Didemnum granulatum</i> Tokioka, 1954	C				S	E			
	<i>Didemnum vanderhorsti</i> Van Name, 1924	C				S	E			
	<i>Diplosoma listerianum</i> (Milne-Edwards, 1841)	C				S	E			
	<i>Polysyncraton amethysteum</i> (Van Name, 1902)	C				S	E			
	<i>Lissoclinum fragile</i> (Van Name, 1902)	C				S	E			
	<i>Lissoclinum perforatum</i> (Giard, 1872)	C				S	E			

continua...

Filo	Classe	Ordem	Família	Táxon	I/C	S/N	E/Cr/P/In
Chordata	Ascidiacea	Aplousobranchia	Didemnidae	<i>Trididemnum orbiculatum</i> (Van Name, 1902)	C	S	E
			Polyclinidae	<i>Aplidium accareense</i> (Millar, 1953)	C	S	E
			Polycitoridae	<i>Eudistoma</i> sp.	C	S	Cr
		Stolidobranchia	Styelidae	<i>Botrylloides nigrum</i> (Herdman, 1886)	C	S	E
				<i>Botryllus tuberatus</i> Ritter & Forsyth, 1917	C	S	E
				<i>Polyandrocarpa anguinea</i> Sluiter, 1898	C	S	E

Obs. Atualmente os Polychaeta não são classificados em categorias supra familiares, porém, para manter a coerência da tabela foi usada a classificação de Fauchald (1977).

### 3..2.1. Animais coloniais ou incrustantes

Os valores de diversidade de Shannon (H') e Equitabilidade de Pielou (J') foram maiores na coleta de abril/2004 e menores em junho/2002 (fig. 7), mas de acordo com a ANOVA apenas a equitabilidade foi significativamente maior em abril/2004 em relação a junho/2002 ( $F = 10,5$ ,  $p < 0,05$ ).

Dos 23 táxons da macrofauna que foram quantificados pela frequência de ocorrência (tab. IV), apenas 9 apareceram em mais de 10% dos fragmentos de rodolitos, sendo que a esponja *Pachataxa* sp. (87,9%), a ascídia *Didemnum* sp.1 (84,5%) e Nematoda ni (67,1%) foram as únicas espécies com ocorrência registrada em mais de 50% dos fragmentos, seguidos da esponja *Darwinella* sp. com 47,9% e outras espécies bem menos abundantes (fig. 8). Considerando o ranking dos dez táxons dominantes em cada coleta percebe-se a manutenção da estrutura da comunidade entre as diferentes coletas, com poucos casos de trocas de posições (tab. V). Ainda assim, a análise de similaridade (ANOSIM) e o MDS demonstraram diferença entre a coleta de abril/2004 e as outras (tab. VI; fig. 9). Isto provavelmente aconteceu porque a abundância dos táxons individuais foi geralmente maior em abril/2004 (tab. VII).

Dentre as espécies de esponjas que colonizam os rodolitos, *Pachataxa* sp. chama a atenção não só por sua abundância, mas também por sua ação nos nódulos. Esta espécie é perfuradora de calcário e foi encontrada em todos os rodolitos triados, na maioria das vezes preenchendo grande parte do interior do talo, ao contrário das outras esponjas, sempre epibiontes. Além disso, este táxon representa uma nova espécie ou ao menos um registro novo, aumentando sua área de distribuição ao sul (Cléa Lerner, comunicação pessoal, 2005). A esponja *Darwinella* sp. foi outra espécie extremamente abundante em todas as coletas com frequências sempre próximas a 50%. Esta esponja é

colonizada por vários invertebrados, principalmente alguns poliquetos silídeos, isópodes e anfípodes.

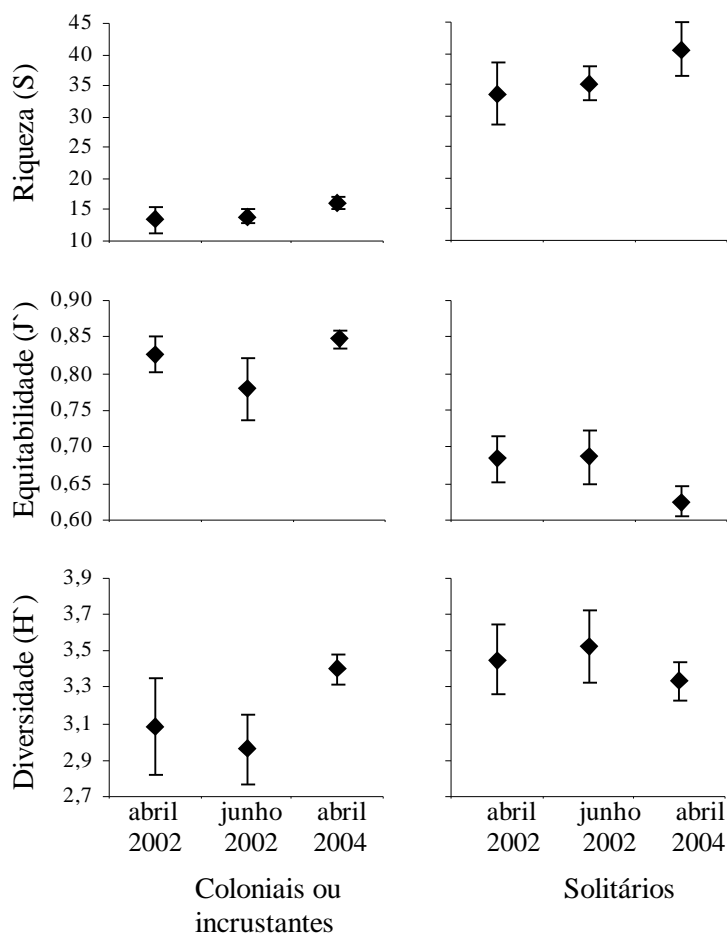


Figura 7. Média e intervalo de confiança da Riqueza (S), Equitabilidade (J') e Diversidade (H') para os táxons coloniais ou incrustantes (quantificados por frequência de ocorrência) e solitários (quantificados por contagem) em cada uma das coletas.

Ascídias foram sempre muito abundantes nos nódulos, sendo que *Didemnum* sp.1, a mais abundante de todas, é, provavelmente, uma espécie nova, assim como *Didemnum* sp.2 e *Eudistoma* sp. Merecem destaque também as ascídias *Diplosoma listerianum* e *Eudistoma* sp. que figuraram sempre entre as espécies mais abundantes e também foram significativamente mais abundantes na coleta de abril/2004 (tabs. V e VII). Todas as espécies de ascídias colonizam preferencialmente as regiões mais

periféricas dos rodolitos, exceto *Eudistoma* sp., que pode ser considerada de hábito mais críptico, estando fixada às algas pela base da colônia, geralmente no interior de fendas ou entre as ramificações do talo. Juntamente com as esponjas, as ascídias podem desempenhar um papel importante por ocupar a superfície dos nódulos, reduzindo o espaço disponível para fixação por outros itens da fauna.

Tabela IV. Média (intervalo de confiança) da abundância dos táxons quantificados nas amostras em cada data de coleta (em % para os animais quantificados pela frequência – F - e em número de indivíduos por litro de alga, para os animais contados - C). – indica que não houve quantificação do táxon naquela coleta; 0 indica que nenhum indivíduo/colônia foi observado; 0,00 indica uma abundância muito baixa.

Filo	Classe ou Ordem	Táxon	Frequência / Contagem	abril/2002	junho/2002	abril/2004	
Porifera	Calcarea	<i>Calcarea</i> ni	F	6,6 (4,0)	4,2 (1,6)	12,5 (6,6)	
		Demospongiae	Demospongiae ni	F	0	1,2 (1,4)	5,6 (7,3)
			<i>Aplysina caissara</i>	F	0	3,8 (4,7)	2,5 (4,9)
			<i>Darwinella</i> sp.	F	53,0 (18,6)	41,5 (13,5)	49,6 (11,2)
			<i>Pachataxa</i> sp.	F	85,0 (14,0)	94,0 (5,7)	84,0 (8,9)
			<i>Trachycladus</i> sp.	F	6,8 (5,2)	0,6 (1,2)	14,4 (17,1)
Cnidaria	Anthozoa	<i>Aiptasia pallida</i>	C	45,9 (39,8)	24,0 (9,4)	111,0 (46,5)	
		<i>Protopalithoa variabilis</i>	C	448,2 (167,7)	214,7 (132,4)	126,3 (63,3)	
	Hydrozoa	<i>Clytia hemisphaerica</i>	F	2,2 (1,9)	13,0 (7,5)	31,9 (9,7)	
		<i>Sertularella conica</i>	F	5,0 (6,2)	1,2 (1,4)	1,8 (1,8)	
		<i>Zanclaea</i> sp.	F	2,6 (2,2)	1,8 (1,4)	8,1 (4,2)	
	Scyphozoa	<i>Lynuche unguolata</i>	C	-	21,2 (7,0)	12,5 (19,5)	
Sipuncula		<i>Sipuncula</i> ni	C	29,4 (6,8)	18,8 (7,4)	23,9 (13,8)	
Mollusca	Bivalvia	<i>Mollusca</i> ni	C	-	0	8,3 (6,5)	
		<i>Barbatia candida</i>	C	-	3,9 (2,8)	2,1 (1,7)	
		<i>Crassatella</i> sp.	C	-	0	0,6 (1,1)	
		<i>Diplodonta patagonica</i>	C	-	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	
		<i>Gregariella coralliophila</i>	C	-	3,6 (3,9)	3,9 (1,6)	
		<i>Isognomon alatus</i>	C	-	8,6 (3,0)	16,3 (6,8)	
		<i>Leptopecten bavayi</i>	C	-	2,9 (2,6)	0	
		<i>Lithophaga patagonica</i>	C	22,8 (18,6)	25,6 (19,2)	10,5 (3,2)	
		<i>Petricola typica</i>	C	-	0	1,2 (1,5)	
		<i>Pteria hirundo</i>	C	-	0	1,1 (1,3)	
		<i>Spondylus ictericus</i>	C	31,1 (12,6)	17,6 (6,9)	4,5 (3,8)	
		<i>Thracia distorta</i>	C	-	5,6 (1,8)	9,8 (3,6)	
	Gastropoda	<i>Gastropoda</i> ni 1	C	-	2,2 (1,9)	0,8 (1,5)	
		<i>Gastropoda</i> ni 2	C	-	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	
		<i>Gastropoda</i> ni 3	C	-	0,4 (0,8)	0,5 (0,9)	
		Naticidae ni	C	-	1,3 (1,6)	2,7 (2,3)	
		Nudibranchia ni	C	-	0,5 (0,1)	0,6 (1,2)	
		<i>Astraea latispina</i>	C	-	0	0,6 (1,1)	
		<i>Caecum pulchellum</i>	C	-	1,5 (1,9)	2,6 (3,3)	
		<i>Caecum ryssotitum</i>	C	-	14,8 (11,9)	21,7 (6,2)	
	<i>Caecum</i> sp. 1	C	-	0,5 (0,9)	0,4 (0,7)		

continua...



Filo	Classe ou Ordem	Táxon	Frequência / Contagem	abril/2002	junho/2002	abril/2004		
Mollusca	Gastropoda	<i>cf Eulima cf. mulata</i>	C	-	0	4,1 (4,3)		
		<i>Crepidula aculeata</i>	C	-	1,1 (1,4)	0		
		<i>Fissurella</i> sp.	C	-	0,9 (1,1)	0,6 (1,1)		
		<i>Leucozonia nassa</i>	C	-	0	0,4 (0,7)		
		<i>Rissoina catesbyana</i>	C	-	4,3 (0,6)	0		
		<i>Solariella patriae</i>	C	-	1,2 (1,5)	0,5 (0,9)		
Annelida	Polyplacophora	<i>Isochnochiton</i> sp.	C	-	0	0,6 (1,2)		
	Polychaeta	Capitellidae ni	C	6,6 (6,9)	0	7,3 (6,1)		
		Cirratulidae ni	C	105,8 (55,2)	78,5 (27,3)	83,4 (32,2)		
		Hesionidae ni	C	2,1 (4,0)	0	1,3 (1,8)		
		Nereidae ni	C	1,0 (2,0)	0	0		
		Phyllodocidae 1	C	3,6 (4,9)	2,4 (4,7)	0,9 (1,0)		
		Phyllodocidae 2	C	12,2 (7,3)	5,3 (5,4)	0		
		Polynoidae ni	C	3,4 (4,4)	2,5 (2,1)	8,0 (1,4)		
		Serpullidae ni	C	258,4 (59,9)	119,0 (32,1)	85,6 (16,4)		
		Spionidae ni	C	0,8 (1,7)	0	0		
		Syllidae ni1	C	1,8 (2,2)	3,7 (4,3)	2,8 (2,3)		
		Terebellidae ni	C	4,2 (8,3)	0,7 (1,4)	1,1 (2,2)		
		<i>Autolytus</i> sp.	C	32,4 (28,6)	24,9 (17,3)	77,5 (20,2)		
		<i>Bhawania</i> sp.	C	0	1,4 (2,0)	2,0 (2,1)		
		<i>Chaetopterus</i> sp.	C	0,8 (1,7)	1,0 (2,0)	1,5 (1,3)		
		<i>Dodecaceria</i> sp.	C	153,7 (41,9)	146,3 (70,4)	52,0 (11,8)		
		<i>Dorvillea</i> sp.	C	3,2 (3,9)	2,9 (1,6)	6,6 (5,5)		
		<i>Etione</i> sp.	C	3,0 (6,0)	6,1 (4,2)	24,6 (14,5)		
		<i>Eunice insularis</i>	C	305,8 (59,1)	218,2 (42,9)	203,3 (36,4)		
		<i>Eunice rubra</i>	C	5,5 (4,8)	8,0 (6,2)	8,3 (4,1)		
		<i>Eunice spongicola</i>	C	42,8 (16,4)	33,3 (9,6)	22,0 (2,0)		
		<i>Haplosyllis</i> sp.+	C	790,1 (277,6)	353,5 (95,8)	590,9 (173,8)		
		<i>Lumbrineris cf. inflata</i>	C	190,8 (124,2)	96,6 (37,5)	57,6 (26,7)		
		<i>Nematonereis</i> sp.	C	4,4 (4,0)	15,2 (8,6)	13,1 (7,2)		
		<i>Odontosyllis fulgurans</i>	C	0	2,6 (3,7)	13,0 (5,3)		
		<i>Podarke</i> sp.	C	5,9 (3,8)	18,7 (2,6)	19,8 (7,2)		
		<i>Pseudoerythoe</i> sp.	C	4,6 (4,5)	9,3 (9,4)	29,4 (13,2)		
		<i>Pseudopotamilla</i> sp.+	C	1565,7 (501,2)	1044,7 (283,9)	1094,7 (357,3)		
		<i>Trypanosyllis vittigera</i>	C	19,3 (18,7)	14,0 (10,8)	23,7 (5,8)		
		Arthropoda	Amphipoda	Eusiridae ni	C	1,0 (2,0)	0	0
				<i>Aristias</i> sp	C	36,0 (22,3)	5,9 (2,3)	9,7 (3,5)
				<i>Caprella</i> sp.	C	0	0,5 (1,0)	0
				<i>Lembos</i> sp.	C	5,2 (6,5)	1,2 (1,5)	1,9 (1,6)
<i>Dulichella appendiculata</i>	C			19,1 (12,3)	47,8 (21,7)	29,7 (15,6)		
<i>Leucothoe spinicarpa</i>	C			21,0 (11,1)	19,1 (17,7)	34,1 (9,9)		
<i>Podocerus fissipes</i>	C			1,1 (2,1)	0,0 (0,0)	1,3 (1,8)		
<i>Quadrimaera miranda</i>	C			19,1 (12,3)	109,6 (32,1)	172,2 (57,7)		
Copepoda	Copepoda ni			C	7,2 (14,2)	2,9 (5,6)	6,8 (3,4)	
Decapoda	Decapoda ni 1			C	-	-	0,4 (0,7)	
	<i>Cronius ruber</i>		C	0	0	0,2 (0,6)		
	<i>Mithrax caribbaeus</i>		C	-	-	10,7 (4,4)		
	<i>Pilumnus spinosissimus</i>		C	-	-	6,0 (1,3)		
	Isopoda		Anthuridae ni	C	7,1 (6,2)	2,1 (2,8)	2,3 (3,6)	
			<i>Janira</i> sp.	C	358,5 (309,2)	140,6 (24,4)	369,1 (85,9)	
			<i>Lanocira kroyeri</i>	C	4,4 (5,3)	4,0 (4,1)	9,2 (7,3)	
			Mysidacea	Mysidacea ni	C	-	-	3,6 (4,3)
Ostracoda	Ostracoda ni		C	11,8 (19,7)	1,2 (1,4)	6,1 (2,9)		

Continua...

Filo	Classe ou Ordem	Táxon	Frequência / Contagem	abril/2002	junho/2002	abril/2004
Arthropoda	Paguroidea	Paguroidea ni	C	-	-	0,4 (0,7)
	Stomatopoda	<i>Gonodactylus</i> sp.	C	-	-	2,4 (2,7)
	Tanaidacea	<i>Gollumedes</i> sp.	C	21,5 (21,6)	16,2 (9,1)	93,0 (43,6)
<i>Leptocheilia</i> sp.		C	17,1 (27,1)	2,0 (2,5)	45,0 (22,8)	
Platyhelminthes	Turbelaria	Turbelaria ni	C	0	4,9 (3,6)	2,1 (2,0)
Nemertea	Nemertea	Nemertea ni	C	8,4 (12,8)	8,8 (7,2)	21,5 (11,8)
Bryozoa	Eurystomatoda	Cheilostomata ni	F	23,4 (15,2)	13,8 (7,1)	26,3 (10,1)
		<i>Nolella gigantea</i>	F	29 (10,2)	21,5 (4,4)	13,1 (9,7)
Nematoda		Nematoda ni 1	F	65,0 (14,2)	58,8 (18,1)	80,6 (15,1)
		Nematoda ni 2	C	104,6 (85,8)	3,7 (3,0)	9,0 (3,2)
Echinodermata	Echinoidea	<i>Lytechinus variegatus</i>	C	1,6 (1,9)	0	0,6 (1,2)
	Holothuroidea	Holothuroidea ni	C	0,8 (1,7)	0	0
	Ophiuroidea	<i>Ophiactis</i> sp.	C	418,9 (166,7)	456,6 (74,8)	1629,2 (493,7)
Chordata	Ascidiacea	<i>Clavelina oblonga</i> *	F	0,6 (1,2)	0	0
		<i>Botrylloides nigrum</i>	F	0,6 (1,2)	0,6 (1,2)	0,6 (1,2)
		<i>Didemnum granulatum</i>	F	2,0 (3,9)	4,4 (5,8)	5,7 (5,1)
		<i>Didemnum</i> sp. 1	F	74,6 (14,4)	85,4 (6,1)	96,4 (2,6)
		<i>Didemnum</i> sp. 2	F	5,6 (6,8)	2,0 (2,4)	8,2 (3,8)
		<i>Didemnum vanderhorsti</i>	F	3,6 (5,7)	0,6 (1,2)	2,5 (2,8)
		<i>Diplosoma listerianum</i>	F	22,0 (14,1)	13,6 (9,7)	52,0 (14,9)
		<i>Eudistoma</i> sp.n.	F	13,3 (11,6)	6,0 (4,3)	26,3 (8,7)
		<i>Polyandrocarpa anguinea</i>	F	1,2 (1,6)	0	0
		<i>Polysyncraton amethysteum</i>	F	0	4,5 (9,0)	0
		<i>Trididemnum orbiculatum</i>	F	5,4 (4,5)	2,6 (2,2)	2,5 (2,8)

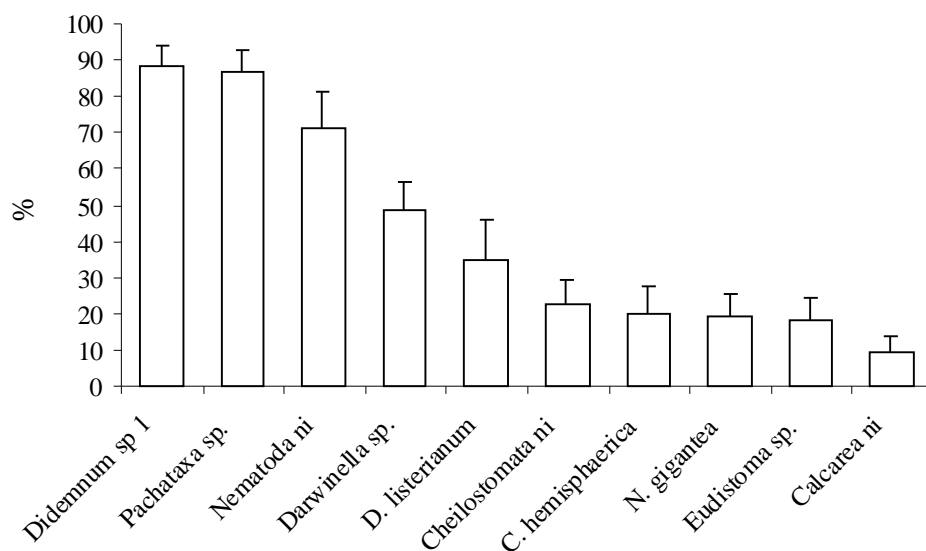


Figura 8. Porcentagem de ocorrência média nos rodolitos, considerando a fragmentação dos rodolitos em 8 partes. Estão representados os 10 táxons coloniais ou incrustantes (+ Nematoda ni) mais abundantes somando-se as 3 coletas. A barra vertical representa o intervalo de confiança.

Tabela V. Porcentagem média de ocorrência dos principais táxons coloniais ou incrustantes + Nematoda ni (quantificados pela frequência de ocorrência), em cada uma das três coletas.

Táxon	abril/02	Táxon	junho/02	Táxon	abril/04
<i>Pachataxa</i> sp.	85,0	<i>Pachataxa</i> sp.	94,0	<i>Didemnum</i> sp 1	96,3
<i>Didemnum</i> sp 1	74,5	<i>Didemnum</i> sp 1	85,0	<i>Pachataxa</i> sp.	83,8
Nematoda ni	65,0	Nematoda ni	58,5	Nematoda ni	80,6
<i>Darwinella</i> sp.	53,0	<i>Darwinella</i> sp.	41,5	<i>D. listerianum</i>	51,9
<i>N. gigantea</i>	29,0	<i>N. gigantea</i>	21,5	<i>Darwinella</i> sp.	49,4
Cheilostomata ni	23,5	Cheilostomata ni	14,0	<i>C. hemisphaerica</i>	31,9
<i>D. listerianum</i>	22,0	<i>D. listerianum</i>	13,5	Cheilostomata ni	26,3
<i>Eudistoma</i> sp	13,5	<i>C. hemisphaerica</i>	13,0	<i>Eudistoma</i> sp.	26,3
Calcarea ni	8,0	<i>Eudistoma</i> sp	6,0	<i>Trachycladus</i> sp.	14,4
<i>Trachycladus</i> sp.	6,5	<i>Didemnum</i> sp 2	4,5	<i>N. gigantea</i>	13,1

Tabela VI. Análise de similaridade (ANOSIM) entre as coletas, para as abundancia das espécies quantificadas pela frequência de ocorrência nos rodolitos. \* diferença significativa.

Comparações	R	P
Global	0,354	0,007*
abril/2002 – junho/2002	-0,048	0,651
abril/2002 – abril/2004	0,416	0,032*
junho/2002 – abril/2004	0,660	0,008*

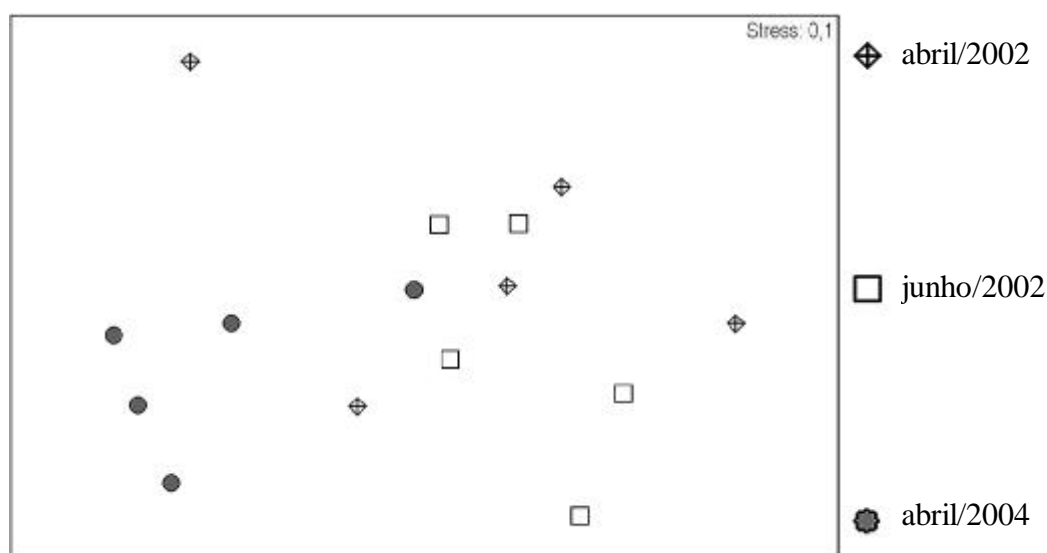


Figura 9. MDS entre as três coletas, para a abundância dos táxons quantificados pela frequência de ocorrência. Os valores foram transformados para arcoseno e foi utilizado o índice de Bray-Curtis para construção da matriz de similaridade.

Tabela VII. Comparação entre as coletas por teste de ANOVA para os principais táxons quantificados pela frequência de ocorrência (n=5 em cada coleta). Os valores foram transformados para arcoseno. Em todos os casos em que os testes foram significativos (\* p < 0,05), o teste de Tukey indicou as coletas diferentes. G.L. = graus de liberdade. S.Q. = soma de quadrados.

Táxon	Fonte	G.L.	S.Q.	F
<i>Pachataxa</i> sp.	Coleta	2	0,207	1,7
	Erro	12	0,732	
	Erro Total	14	0,939	
<i>Didemnum</i> sp1.	Coleta	2	0,559	7,9* abr/02 < abr/04
	Erro	12	0,426	
	Erro Total	14	0,984	
Nematoda ni	Coleta	2	0,367	2,8
	Erro	12	0,773	
	Erro Total	14	1,140	
<i>Darwinella</i> sp.	Coleta	2	0,052	0,6
	Erro	12	0,478	
	Erro Total	14	0,530	
<i>D. listerianum</i>	Coleta	2	0,582	8,6* (abr/02 = jun/02) < abr/04
	Erro	12	0,404	
	Erro Total	14	0,986	
<i>N. gigantea</i>	Coleta	2	0,066	3,0
	Erro	12	0,133	
	Erro Total	14	0,199	
Cheilostomata ni	Coleta	2	0,052	1,7
	Erro	12	0,180	
	Erro Total	14	0,232	
<i>C. hemisfaerica</i>	Coleta	2	0,230	9,5* (abr/02 = jun/02) < abr/04
	Erro	12	0,145	
	Erro Total	14	0,374	
<i>Eudistoma</i> sp.	Coleta	2	0,118	6,1* abr/02 < abr/04
	Erro	12	0,116	
	Erro Total	14	0,234	

Nematoda ni, apesar de não ser incrustante ou colonial foi quantificado pela frequência de ocorrência, pois geralmente ocorre em grande quantidade, formando “novelos” com vários indivíduos, sendo muito difícil sua separação sem partir os organismos. Ocorre no interior das algas calcárias, muitas vezes em galerias de poliquetos e bivalves. Nas três coletas ficou em terceiro lugar no ranking das espécies mais abundantes com 65, 58,5 e 80,6% de frequência (tabs. V e VII).

Os briozoários também estiveram bem representados nas três coletas, principalmente pela espécie *Nolella gigantea* que, em algumas ocasiões, chegava a recobrir totalmente áreas da superfície dos rodolitos e outras vezes ocorria em grande quantidade nas bases das colunas dos zoantídeos. *N. gigantea* obteve sua maior representatividade na coleta de abril/2002, quando chegou a 29% de ocorrência (tab. V). Outras espécies de briozoários foram quantificados em conjunto no táxon Cheilostomata e foram mais comuns na coleta de abril/2004 com 26,3% de frequência. Estes briozoários incrustantes parecem ser mais abundantes em áreas mais profundas do banco de algas como pôde ser verificado em coletas esporádicas realizadas naqueles locais.

Os cnidários quantificados pela frequência foram representados por duas espécies principais de hidrozoários. Outras espécies foram raras e pouco conspícuas, não sendo então quantificadas nas amostras. *Clythia hemisfaerica* foi o hidróide mais comum, chegando a ocorrer em 31,9% dos fragmentos de rodolitos na coleta de abril/2004, porém nas coletas anteriores foi bem menos freqüente (tabs. V e VII).

### 3.2.2. Animais solitários

Um total de 23.570 indivíduos foi encontrado nos 70 rodolitos coletados nas áreas não manipuladas experimentalmente – 5.801 na coleta de abril/2002, 6.101 na coleta de junho/2002 e 11.668 na coleta de abril/2004 – compreendendo 99 táxons quantificados por contagem (tab. IV).

As análises multivariadas realizadas considerando apenas os táxons quantificados em todas as coletas e com valores de abundância por ml demonstraram a diferença da comunidade entre as três datas (tab. VIII, fig. 10). Os índices de diversidade de Shannon e Equitabilidade de Pielou não diferiram entre as coletas apesar

da riqueza ter sido maior em abril/2004 que em abril/2002 ( $F=4,3$ ,  $p<0,05$ ) (fig. 7). Numericamente, os grupos mais representativos da macrofauna foram Polychaeta, Echinodermata e Crustacea, que, juntos, perfizeram 90% de todos os indivíduos coletados, com os poliquetos sendo mais abundantes em abril/02 e equinodermos e crustáceos mais abundantes em abril/2004. Em média, cada rodolito continha 358 indivíduos da macrofauna ou 4.267 indivíduos por litro de alga.

Tabela VIII. Análise de similaridade (ANOSIM) entre as coletas, para a abundância dos táxons quantificados por contagem nos rodolitos. \* diferença significativa.

Comparações	R	P
Global	0,609	0,001*
abril/2002 – junho/2002	0,560	0,008*
abril/2002 – abril/2004	0,612	0,008*
junho/2002 – abril/2004	0,884	0,008*

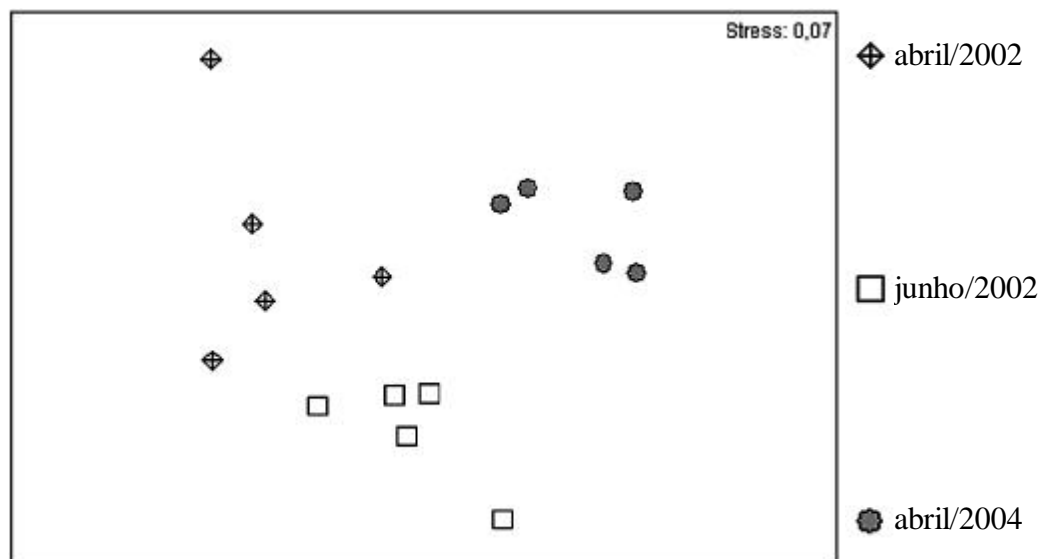


Figura 10. MDS entre as três coletas, para a abundância dos táxons contados. Os valores foram transformados para  $\text{Log}(x+1)$  e foi utilizado o índice de Bray-Curtis para criar a matriz de similaridade.

Os poliquetos foram os animais dominantes em todas as coletas, constituindo 55,3% da abundância total de organismos (fig. 11). Em todas as três coletas o táxon *Pseudopotamilla* sp.+ foi o mais abundante. As três espécies que formam este táxon são *Pseudopotamilla reniformis*, a mais abundante delas, *Demonax microphthalmus* e uma nova espécie, possivelmente um novo gênero de sabelídeo (Elisa Costa, comunicação pessoal, 2005). No geral, este foi o táxon mais abundante em abundância por ml (fig. 12), sendo também o táxon dominante nas duas primeiras coletas em termos de abundância por rodolito (tab. IX). Apesar de aparecer com menor importância relativa na coleta de abril/2004 foi nesta coleta que teve maior abundância, passando de aproximadamente 70 indivíduos/rodolito nas primeiras coletas para 118 ind/rod na terceira (com um máximo de 262 ind/rod), porém, devido à grande variância, estas diferenças não foram significativas estatisticamente (tab. X). Este táxon é formado por três espécies de poliquetos sabelídeos não diferenciados no momento das triagens uma vez que era contado o número de tubos destes animais, muito semelhantes entre as três espécies. Os tubos eram contados, pois os indivíduos deste táxon freqüentemente eram observados no líquido de fixação, indicando que deixavam ou caíam dos tubos após a coleta. Tubos claramente antigos e conseqüentemente não ocupados não eram contados. Os poliquetos alocados no táxon *Haplosyllis* sp.+ são, na verdade, uma soma das espécies *Haplosyllis* cf. *spongicola*, *Syllis* (*Ehlersia*) *cornuta* e *Syllis* (*Typosyllis*) *hyalina*, sendo que a primeira era muito mais abundante nas amostras e por isso, mais representativa deste complexo de espécies (*H. spongicola* sozinha é atualmente considerada um complexo de espécies - Paulo Paiva, comunicação pessoal, 2005). Estas foram quantificadas em conjunto devido à dificuldade de separação durante as triagens. Ficaram em terceiro lugar geral de importância, sendo o segundo grupo mais abundante de Polychaeta (fig. 12). A coleta de abril/2004 apresentou valores significativamente

maiores de abundância por rodolito (64,7 ind/rod) e, após a transformação em abundância por ml a coleta de abril/2002 apresentou maiores valores, significativamente diferentes de junho/2002 (tab. X), apesar da porcentagem relativa ser semelhante em cada coleta (tab. IX). Estes animais eram comumente encontrados em associação com esponjas (*Darwinella* sp. e algumas vezes *Pachatxa* sp.), mergulhados em seus tecidos, apesar da correlação entre a abundância destes táxons não ter sido significativa ( $p > 0,05$ ) (possivelmente pela constância na abundância das esponjas).

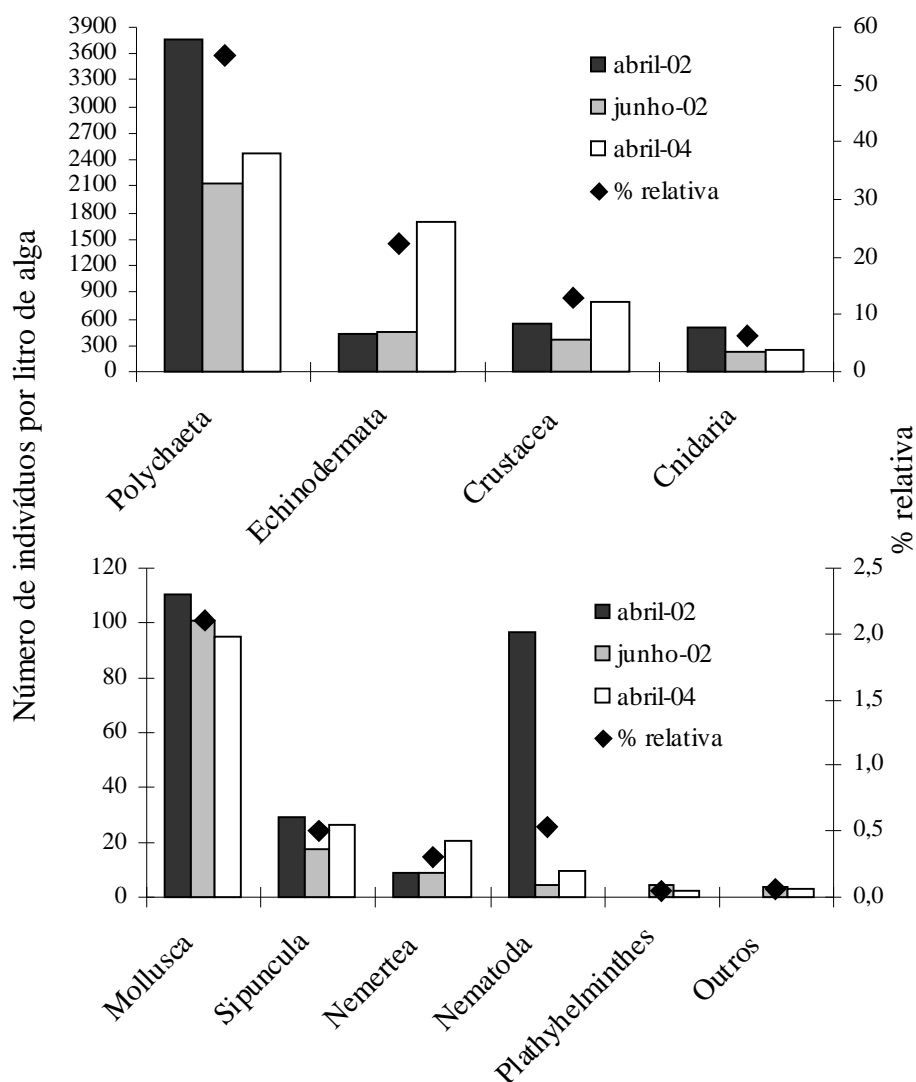


Figura 11. Número de indivíduos por litro de alga de cada grupo taxonômico da macrofauna identificado no banco de algas calcárias da Ilha do Arvoredo, SC, em cada uma das três coletas realizadas (barras) e abundância relativa média de cada grupo taxonômico (pontos). A) grupos mais abundantes; B) grupos menos abundantes.



Eventualmente alguns indivíduos deste táxon foram dissecados para análise do conteúdo alimentar. Algumas pelotas fecais foram retiradas dos tratos digestivos e analisadas em lâminas sob microscópio. As análises revelaram restos de esponjas e ascídias (espículas), identificando estes grupos como uns dos principais itens alimentares destes silídeos.

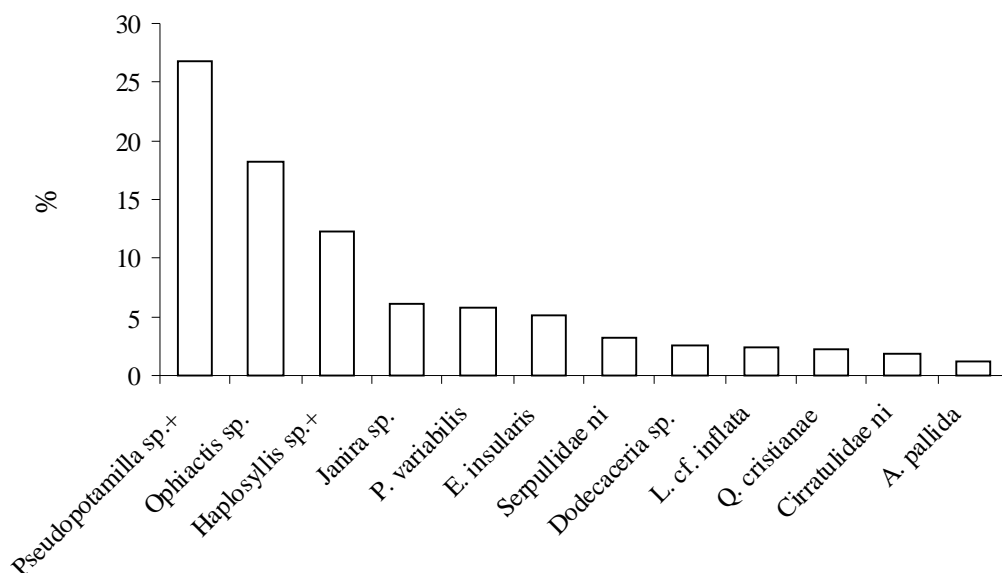


Figura 12. Porcentagem relativa da abundância dos 12 táxons solitários (+ *P. variabilis*) mais abundantes nas 3 coletas somadas.

Tabela IX. Média (por rodolito) e porcentagem relativa da abundância dos 12 principais táxons quantificados por contagem nos rodolitos de cada uma das três coletas.

abril/2002			junho/2002			abril/2004		
Táxon	ind/rod	%	Táxon	ind/rod	%	Táxon	ind/rod	%
<i>Pseudopotamilla</i> sp.+	68,1	27,9	<i>Pseudopotamilla</i> sp.+	72,0	29,5	<i>Ophiactis</i> sp.	186,6	31,9
<i>Haplosyllis</i> sp.+	34,1	14,0	<i>Ophiactis</i> sp.	33,6	13,8	<i>Pseudopotamilla</i> sp.+	117,9	20,2
<i>P. variabilis</i>	20,1	8,2	<i>Haplosyllis</i> sp.+	25,8	10,6	<i>Haplosyllis</i> sp.+	64,7	11,1
<i>Ophiactis</i> sp.	18,9	7,7	<i>E. insularis</i>	15,6	6,4	<i>Janira</i> sp.	39,7	6,8
<i>Janira</i> sp.	15,3	6,3	<i>P. variabilis</i>	14,1	5,8	<i>E. insularis</i>	22,2	3,8
<i>E. insularis</i>	13,7	5,6	<i>Janira</i> sp.	10,4	4,3	<i>Q. miranda</i>	18,9	3,2
Serpullidae ni	11,3	5,3	<i>Dodecaceria</i> sp.	10,1	4,2	<i>P. variabilis</i>	12,8	2,2
<i>L. cf. inflata</i>	8,7	4,6	Serpulidae ni	8,4	3,4	<i>A. pallida</i>	12,1	2,1
<i>Dodecaceria</i> sp.	6,9	3,6	<i>Q. miranda</i>	8,2	3,4	<i>Gollumedes</i> sp.	10,3	1,8
Cirratulidae ni	4,5	2,8	<i>L. cf. inflata</i>	7,1	2,9	Serpulidae ni	9,5	1,6
Nematoda ni	4,3	1,8	Cirratulidae ni	5,9	2,4	Cirratulidae ni	9,4	1,6
<i>A. pallida</i>	2,2	1,8	<i>D. appendiculata</i>	3,8	1,6	<i>Autolytus</i> sp.	8,5	1,5

Tabela X. Comparação entre as coletas por teste de ANOVA para os principais táxons quantificados pela contagem (n=5 em cada coleta). Os valores foram transformados para Log(x+1). Em todos os casos em que os testes foram significativos (\* p < 0,05), o teste de Tukey indicou as coletas diferentes. G.L. = graus de liberdade. S.Q. = soma de quadrados.

Táxons	Fonte	G.L.	S.Q.	F
<i>Ophiactis</i> sp.	Dados	2	0,220	28,2* (abr/02 = jun/02) < abr/04
	Erro	17	0,047	
	Erro Total	19	0,267	
<i>Pseudopotamilla</i> sp.+	Dados	2	0,027	2,0
	Erro	17	0,081	
	Erro Total	19	0,108	
<i>Haplosyllis</i> sp.+	Dados	2	0,035	5,0* abr/02 > jun/02
	Erro	17	0,042	
	Erro Total	19	0,076	
<i>Janira</i> sp.	Dados	2	0,018	2,4
	Erro	17	0,044	
	Erro Total	19	0,061	
<i>E. insularis</i>	Dados	2	0,004	5,2* abr/02 > abr/04
	Erro	17	0,004	
	Erro Total	19	0,008	
<i>P. variabilis</i>	Dados	2	0,030	6,6* abr/02 > abr/04
	Erro	17	0,027	
	Erro Total	19	0,058	
<i>Q. miranda</i>	Dados	2	0,009	16,7* abr/02 < (jun/02 = abr/04)
	Erro	17	0,003	
	Erro Total	19	0,013	
Serpulidae ni	Dados	2	0,011	20,5* abr/02 > (jun/02 = abr/04)
	Erro	17	0,003	
	Erro Total	19	0,015	
Cirratulidae ni	Dados	2	0,000	0,5
	Erro	17	0,004	
	Erro Total	19	0,004	
<i>L. inflata</i>	Dados	2	0,006	3,1
	Erro	17	0,012	
	Erro Total	19	0,019	
<i>Dodecaceria</i> sp.	Dados	2	0,005	5,7* (abr/02 = jun/02) > abr/04
	Erro	17	0,005	
	Erro Total	19	0,010	
<i>A. pallida</i>	Dados	2	0,003	6,2* jun/02 < abr/04
	Erro	17	0,003	
	Erro Total	19	0,007	

*Eunice insularis* foi outra espécie de poliqueto muito comum em todas as amostras e novamente mais abundante na terceira coleta quando considerada a

abundância por rodolito (22,2 ind/rod) apesar da leve diminuição na sua abundância relativa (tab. IX). Como os nódulos da última coleta eram maiores, a comparação realizada com a abundância por ml indicou que a coleta de abril/2002 apresentou maiores valores que abril/2004 (tab. X). Outras espécies deste gênero foram observadas, destacando-se *E. spongicola* e *E. rubra*. Todas elas eram encontradas preferencialmente no interior dos nódulos, construindo galerias e nas análises de suas pelotas fecais foram identificados restos de ascídias e esponjas, além de restos de algas. *E. spongicola* apresentou também restos de ofiuróides nas suas pelotas fecais. Um eunicídeo do gênero *Nematonereis* foi encontrado com certa frequência em algumas amostras, sempre no sedimento depositado dentro das galerias de outros poliquetos.

Outros poliquetos ocupam da 7<sup>a</sup> à 11<sup>a</sup> posição no ranking geral de espécies mais abundantes (fig. 12). Serpulidae ni manteve uma média de abundância por rodolito aproximadamente igual em todas as coletas apesar da diminuição na sua importância relativa na coleta de abril/2004 (tab. IX) mas foi mais abundante em abril/2002 do que em abril/2004 na comparação da abundância por ml. Estes poliquetos constroem tubos rígidos (geralmente calcários) e foram encontrados mais frequentemente nas porções mais superficiais dos rodolitos. Cirratulidae ni também apresentou diminuição na sua importância relativa na coleta de abril/2004, mesmo não havendo diferença significativa da sua abundância entre as coletas (tab. X). *Lumbrineris cf. inflata* foi sempre comum nas amostras e apesar de manter uma média de abundância aproximadamente constante entre as coletas houve uma diminuição de sua importância relativa em abril/2004 fazendo com que não aparecesse no ranking das doze principais espécies nesta coleta (tabs. IX e X). Comportamento semelhante apresentou outro cirratulídeo do gênero *Dodecaceria* sp., mas este foi significativamente menos abundante na coleta de

abril/2004 do que nas anteriores. Estes últimos três táxons de poliquetos são perfuradores do calcário.

Na coleta de abril/2004 o poliqueto *Autolytus* sp. apareceu entre as espécies mais abundantes com uma densidade média de 8,5 ind/rod (tab. IX). Esta espécie somente foi encontrada associada a ascídias e mais raramente a esponjas, vivendo dentro das colônias e representando, possivelmente, uma nova espécie.

Outro poliqueto importante foi *Polydora* sp1., que algumas vezes chegou a ser extremamente abundante nas poucas amostras em que foi quantificado (até 63/rodolito). Este é um poliqueto perfurador que constrói galerias no talo das algas. Esta morfoespécie foi quantificada em poucas amostras de abril/2002, porém, por ser muito abundante, frágil e de difícil retirada dos nódulos não foi quantificada nas amostras seguintes, não fazendo parte, portanto, das análises.

Os poliquetos foram classificados em grupos tróficos de acordo com a proposta de Fauchald & Jumars (1979) e das análises de conteúdo das pelotas fecais de algumas espécies (quando possível) (tab. XI). Esta classificação foi possível apenas para os Polychaeta, pois para os outros grupos a categorização em grupos tróficos não é tão bem estabelecida. Poliquetos predadores foram mais representativos do que outros grupos tróficos (fig. 13) principalmente pela maior riqueza das famílias Eunicidae e Syllidae (tab. III).

O filo Echinodermata constituiu 22,2% da abundância total (fig. 11) sendo representado quase exclusivamente pelo ofiúro *Ophiactis* sp., uma vez que outros equinodermos foram bastante raros nas amostras. Foi a segunda espécie mais abundante da macrofauna (fig. 12), dominando em várias amostras. No ranking dos principais táxons simples em cada coleta a importância deste ofiúro subiu de 7,7% em abril/2002 (quarto lugar), para 13,8% em junho/2002 (segundo) e, finalmente 31,9% (primeiro) na

coleta de abril/2004 (tab. IX). A densidade média de ofiúros chegou a um máximo de 465 ind/rod numa amostra de abril/2004, que foi significativamente diferente das outras coletas (tab. X).

Os crustáceos perfizeram 12,8% da abundância total, sendo representados principalmente pelos Isopoda, Amphipoda e Tanaidacea (fig. 11). O Isópode *Janira* sp. foi o crustáceo mais abundante contribuindo com 6,1% do total da fauna coletada (fig. 12). Comparando as três coletas, este isópode foi mais abundante na coleta de abril/2004 com uma média de 39,7 ind/rod (ou 182,4 ind/l) e um máximo de 68,5 ind/rod, porém não houve diferença entre as coletas na comparação da abundância por ml (tab. X). *Quadrinemaera miranda* e *Dulichchiella appendiculata* foram dois anfípodes abundantes na maioria das amostras, aparecendo entre as principais espécies na segunda e terceira (apenas *Q. miranda*) coletas (tab. IX). Novamente, apesar da maior densidade destes táxons na coleta de abril/2004, sua abundância relativa diminuiu. Ainda assim as três coletas foram diferentes quanto à abundância de *Q. miranda* (tab. X). O tanaidáceo *Gollumedes* sp. aparece com maior importância na coleta de abril/2004, com densidade média de 10,3 ind/rod.

Os cnidários foram representados principalmente por duas espécies, chegando a 6,1% da abundância total de organismos coletados (fig. 11). O zoantídeo *Protopalithoa variabilis*, apesar de ser colonial, é uma espécie bastante conspícua e sempre abundante no banco de algas, e foi quantificado contando-se o número de pólipos. Ao contrário da maioria dos outros táxons diminuiu sua abundância na terceira coleta (tab. IX), sendo detectada diferença significativa entre as coletas de abril/2002 e abril/2004. A anêmona *Aiptasia pallida* foi significativamente mais abundante na terceira coleta (tab. X), com máximo valor de densidade em abril/2004 (35 ind/rod).

Tabela XI. Guildas alimentares dos Polychaeta identificados nos rodolitos do banco de algas calcárias da Ilha do Arvoredo. Baseado em Fauchald & Jumars, (1979). \* indica os táxons cujas pelotas fecais foram analisadas.

Família	Táxon	Guilda
Amphinimidae	<i>Pseudoerythoe</i> sp.	CMX
Capitellidae	Capitellidae ni	SMX, BMX
Chaetopteridae	Chaetopteridae ni	FSP
	<i>Chaetopterus</i> sp.	FSP
Chrysopetalidae	<i>Bhawania</i> sp.	CMX
Cirratulidae	Cirratulidae ni	SMT
	<i>Dodecaceria</i> sp.	SST
Dorwileidae	<i>Dorwillea</i> sp.	HMJ, CMJ, SMJ
Eunicidae	Eunicidae ni	HMJ, HDJ, CMJ, CDJ
	<i>Eunice insularis</i> *	CMJ, CDJ
	<i>Eunice rubra</i> *	CMJ, CDJ
	<i>Eunice spongicola</i> *	CMJ, CDJ
	<i>Nematonereis</i> sp.	HMJ, HDJ, CMJ, CDJ
Hesionidae	Hesionidae ni	HMJ, CMJ
	<i>Podarke</i> sp.	HMJ, CMJ
Lumbrineridae	<i>Lumbrineris cf. inflata</i>	CMJ, HMJ, BMJ
Nereidae	Nereidae ni	HMJ, CMJ, CDJ, FDP, SDJ
Phyllodocidae	<i>Etione</i> sp.	CMX
	Phyllodocidae ni1	CMX
	Phyllodocidae ni2	CMX
Polynoidae	Polynoidae ni	CMJ, CDJ
Sabellidae	<i>Pseudopotamilla</i> sp.+	FST
Serpullidae	Serpullidae ni	FST
Spionidae	Spionidae ni	FDT, SDT
	<i>Polydora</i> sp.	FDT, SDT
Syllidae	Syllidae ni1	CMJ
	<i>Autolytus</i> sp.	CMJ
	<i>Haplosyllis</i> sp.+*	CMJ
	<i>Odontosyllis fulgurans</i>	CMJ
	<i>Trypanosyllis vittigera</i> *	CMJ
Terebellidae	Terebellidae ni	SST
	<i>Pista</i> sp.	SST

O código de três letras representa respectivamente Alimentação, Motilidade e Aparato Alimentar que, juntos, formam a guilda alimentar. Alimentação: C = carnívoro, H = herbívoro, F = filtrador, S = detritívoro de superfície, B = perfurador, detritívoro de sub-superfície; Motilidade: M = móvel, D = pouco móvel, S = sésil; Aparato alimentar: J = mandibulado, X = não mandibulado, T = tentaculado, P = bombeador.

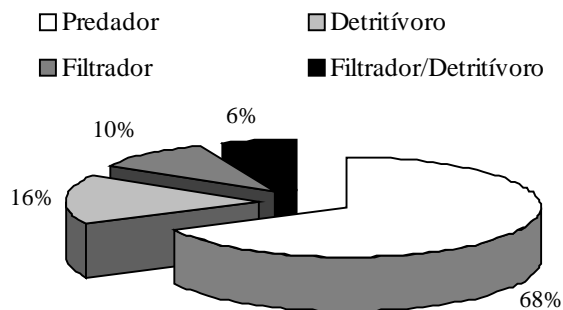


Figura 13. Porcentagem relativa das guildas alimentares dos táxons de Polychaeta identificados nos rodolitos do banco de algas calcárias da Ilha do Arvoredo, SC.

Apesar da grande riqueza de espécies os moluscos não foram muito abundantes numericamente nas amostras, constituindo apenas 2,1% do total de indivíduos (fig. 11). A maioria das espécies de moluscos foi considerada rara, sendo que apenas algumas espécies foram constantes, apesar de pouco abundantes nas amostras. O gastrópodo *Caecum ryssotitum* e os bivalves *Isognomon alatus* e *Litophaga patagonica* foram os moluscos mais abundantes com médias de 1,9, 1,4 e 1,4 ind/rod, respectivamente (*C. ryssotitum* e *I. alatus* foram quantificados apenas na segunda e terceira coleta). *L. patagonica* é conhecida por sua ação bioerosiva e foi constante em praticamente todas as amostras.

Os outros grupos da macrofauna associada aos nódulos calcários somaram apenas 1,4% da abundância total de organismos. Destes, merecem destaque os nemátodos, sipúnculas e nemertinos que, apesar de não serem muito abundantes, estavam sempre presentes em quase todos os rodolitos. Os nemátodos chegaram a aparecer entre os táxons mais abundantes na coleta de abril/2002 com média de 4,3 ind/rod (tab. IX). Sipuncula teve uma média geral de 2,1 ind/rod. Os sipúnculas inclusive têm importante papel no retrabalhamento do interior dos nódulos devido ao seu hábito perfurador. Os nemertinos, por outro lado, podem ter papel importante como predadores “internos” da comunidade e tiveram uma média geral de 1,4 ind/rod.

## 3.2.3. Ictiofauna

Durante os censos visuais da ictiofauna, 30 espécies de peixes foram identificadas sobre o banco de algas calcárias, sendo que 25 delas são potenciais predadoras dos invertebrados associados ao banco (tab. XII). Foram quantificadas nos censos tipo transecto, 25 destas espécies e as 5 restantes foram observadas durante outros mergulhos ou nos censos estacionários, mas não foram vistas dentro da área dos

Tabela XII. Famílias e espécies de peixes identificados durante os censos e seus hábitos alimentares, baseado em Carvalho Filho (1992); Gasparini & Floeter (2001); FishBase, 2004. H = Herbívoro; I = Comedor de invertebrados bentônicos; O = Onívoro; P = Piscívoro.

Família	Espécie	Hábito alimentar
Blennidae	<i>Parablennius pilicornis</i> Miranda-Ribeiro, 1915	I
Chaetodontidae	<i>Chaetodon striatus</i> (Linnaeus, 1758)*	I
Dactylopteridae	<i>Dactylopterus volitans</i> Uyeno & Sato, 1983	I
Dasyatidae	<i>Dasyatis</i> sp.	I, P
Ephippidae	<i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)	I
Gobiidae	<i>Coryphopterus glaucofraenum</i> Gill, 1863	I
	<i>Gobulus myersi</i> Ginsburg, 1939	I
Haemulidae	<i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	I
	<i>Haemulon</i> sp1.*	I
	<i>Haemulon</i> sp2	I
Labrisomidae	<i>Malacoctenus delalandei</i> Greenfield & Johnson, 1981	I
	<i>Paraclinus</i> sp.	I
	<i>Starksia brasiliensis</i> (Gilbert, 1900)	I
Lutjanidae	<i>Lutjanus analis</i> Allen, 1985	I, P
Malacanthidae	<i>Malacanthus plumieri</i> (Bloch, 1787)	I
Monacanthidae	<i>Stephanolepis hispidus</i> (Linnaeus, 1766)*	I
Mugilidae	<i>Mugil</i> sp.	H
Mulidae	<i>Pseudupeneus maculatus</i> Robins & Ray, 1986**	I
Ostraciidae	<i>Acanthostracion polygonius</i> Poey, 1876	I
Pomacentridae	<i>Stegastes fuscus</i> (Cuvier, 1830)**	H
	<i>Stegastes pictus</i> (Castelnau, 1855)	H
Scaridae	<i>Sparisoma</i> sp.	H
Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i> sp.	I, P
Serranidae	<i>Diplectrum radiale</i> (Quoy & Gaimard, 1824)*	I
	<i>Epinephelus niveatus</i> (Valenciennes, 1828)	P, I
	<i>Epinephelus marginatus</i> (Lowe, 1834)	P, I
	<i>Serranus flaviventris</i> (Cuvier, 1829)	P, I
	<i>Mycteroperca acutirostris</i> (Valenciennes, 1828)	P, I
Spariidae	<i>Diplodus argenteus</i> (Valenciennes, 1830)	O
Tetraodontidae	<i>Sphoeroides spengleri</i> Bloch, 1785**	I

\* = abundantes; \*\* = pouco abundantes (baseados no censo de abril/2004; ver texto); sem asterisco = raras.



transectos. O outono foi a época com maior abundância (fig. 14), sendo que no inverno e primavera, nos dois anos em que foi realizado o censo, apenas alguns indivíduos da espécie *Stephanolepis hispidus* foram observados sobre o banco de algas, apesar do grande número de peixes no costão rochoso adjacente. Apesar de apenas um censo ter sido realizado no verão (e ainda no final), durante mergulhos realizados nesta época foram observadas várias espécies de peixes, em grande número, indicando que o verão parece ser, juntamente com o outono, uma época de maior pressão de predação sobre os invertebrados associados ao banco de algas. Em censos estacionários realizados em dezembro/02 e fevereiro/03 foram observados 1,6 e 3 ind/50 m<sup>2</sup>, respectivamente. O método do transecto é mais eficiente na quantificação dos peixes, por isso, baseando-se no censo por transecto de abril/2004 (com maior riqueza e abundância de peixes) 4 espécies foram consideradas abundantes (mais de 4 ind/40m<sup>2</sup>), 3 pouco abundantes (entre 0,4 e 4 ind/40m<sup>2</sup>) e as 18 restantes, raras (menos de 0,4 ind/40m<sup>2</sup>) (tab. XII). As espécies mais abundantes neste censo foram *S. hispidus*, *C. striatus* e *D. radiale*, com abundância média de 4,9, 4,75 e 4,05 ind/40m<sup>2</sup>, respectivamente (fig. 15).

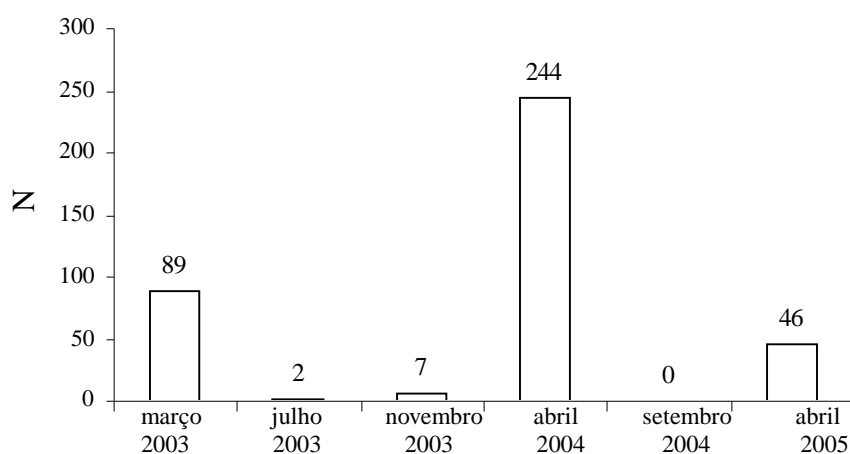


Figura 14. Número absoluto de peixes quantificados nos censos tipo transecto em cada data.

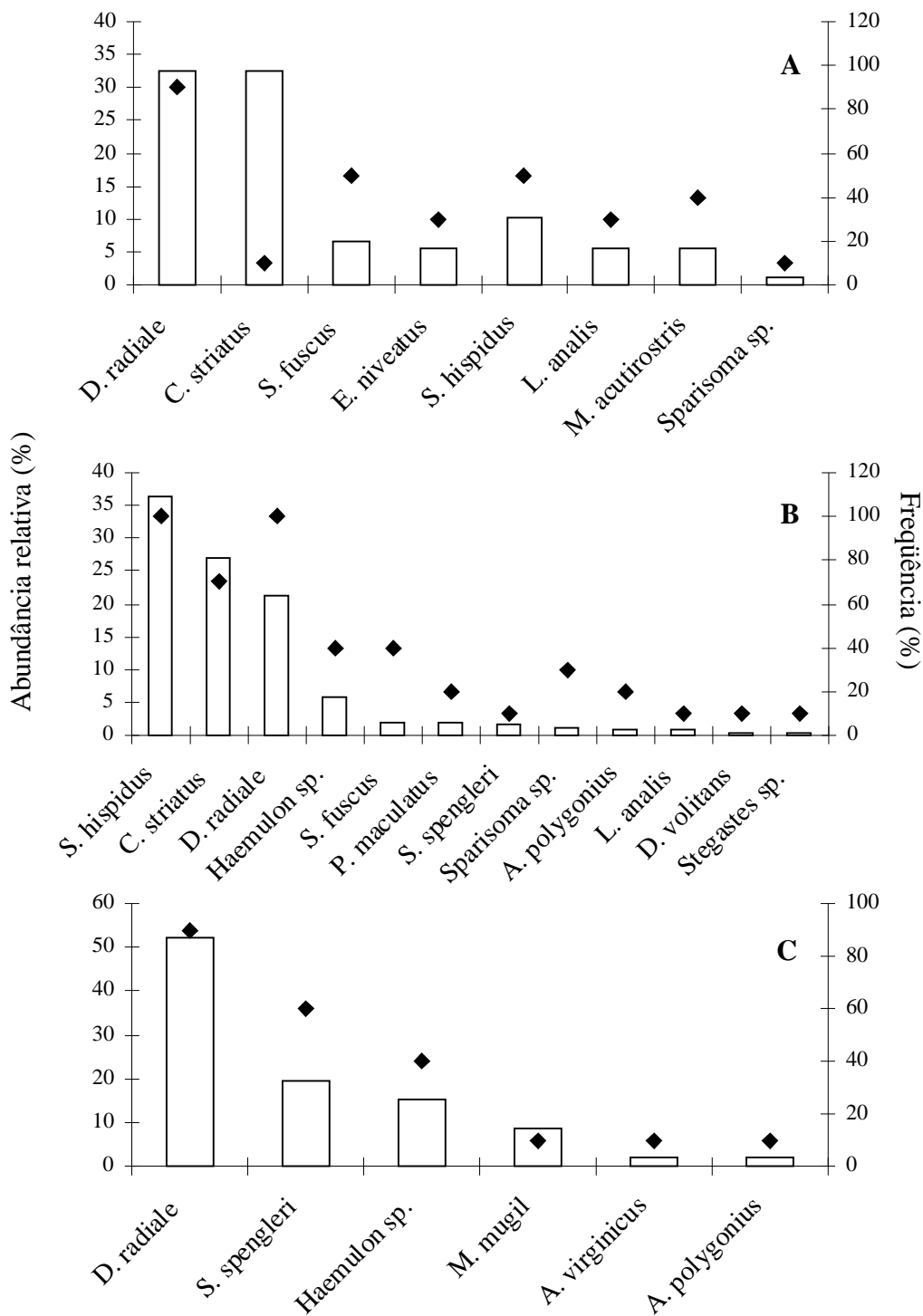


Figura 15. Média da abundância relativa (barras) e frequência (pontos) das espécies de peixes quantificados nos censos de março/2003 ( $n = 89$ ) (A), abril/2004 ( $n = 244$ ) (B) e abril/2005 ( $n = 46$ ) (C). Em todos os casos foram realizadas 10 réplicas, cada uma com  $40 \text{ m}^2$ .

Todas as principais espécies de peixes foram vistas alimentando-se frequentemente sobre os rodolitos. *L. annalis* muitas vezes foi visto em direção ao centro do banco buscando presas grandes; frequentemente foram observados grandes cardumes de *C. faber* e *D. argenteus* alimentando-se principalmente nas áreas mais rasas do banco, assim como *M. acutirostris*. No censo de março/2003 foi observada uma grande quantidade de juvenis de *E. niveatus* (cherne) e outros serranídeos de importância comercial como *E. marginatus* (garoupa) e *M. acutirostris* (badejo).

#### 4. Discussão

As algas calcárias podem ser consideradas como bio-engenheiras do ecossistema por criarem habitat para outros organismos devido a sua arquitetura heterogênea (Jones *et al.*, 1997). Estes habitats incluem os espaços naturais entre as ramificações do talo, espaços entre os rodolitos e substrato calcário duro para organismos sésseis e perfuradores. São consideradas como um dos organismos mais resistentes a perturbações, principalmente as não arborescentes (Steneck & Dethier, 1994). No caso dos rodolitos estudados, sua forma heterogênea fornece refúgios e microhabitats que promovem uma grande diversidade de epibiontes. A diferença entre o volume dos rodolitos encapados com filme plástico e o volume real dos mesmos serve como um indicador da quantidade de refúgios (volume de espaços internos) oferecidos por eles. Os resultados mostram que o volume de espaços internos é aproximadamente a metade do volume externo dos rodolitos, ou seja, é equivalente ao volume real do próprio talo

da alga, demonstrando a grande quantidade de refúgios disponibilizados para os epibiontes e para a fauna críptica.

As três coletas realizadas apresentaram diferenças na comunidade associada ao banco de algas. Certamente a diferença de tamanho observada, em especial de volume, entre os nódulos de cada coleta poderia influenciar neste resultado, causando a diferença da comunidade entre as coletas, uma vez que esta é uma variável importante para a fauna associada (Steller *et al.* 2003). Nas primeiras duas coletas, foram obtidas cinco réplicas com cinco rodolitos cada, enquanto na terceira foram dez réplicas com dois rodolitos cada. Talvez a necessidade de colocar cinco rodolitos dentro de um único saco plástico em cada réplica tenha viciado a amostragem, no sentido de se coletar rodolitos menores nas duas primeiras coletas.

Apesar desta diferença de tamanhos entre os rodolitos, as análises multivariadas para a abundância da fauna foram realizadas ou com os valores de porcentagem, no caso dos táxons quantificados por frequência, ou com o número de indivíduos por ml de alga (volume real), no caso dos táxons contados. Desta maneira, a influência do tamanho do rodolito é retirada da análise, indicando que as diferenças observadas refletem diferenças temporais reais da comunidade. Os valores de Diversidade e Equitabilidade também evidenciam este padrão, pois foram calculados levando em conta apenas os táxons quantificados nas três coletas e mesmo assim apresentaram diferenças entre as coletas. Os táxons coloniais ou incrustantes tiveram maior riqueza, equitabilidade e, conseqüentemente, maior diversidade na coleta de abril/2004 em relação às outras. A esponja *Pachataxa* sp. e a ascídia *Didemnum* sp1 dominaram em todas as coletas, mas na terceira outros táxons ganharam importância, como Nematoda ni, *Diplosoma listerianum*, *Darwinella* sp. e *Clythia hemisphaerica* que aumentaram em abundância em relação às coletas anteriores. De maneira inversa, os táxons contados tiveram

menores valores de equitabilidade e diversidade (apesar da diferença não significativa para diversidade) na coleta de abril/2004, mesmo com maior riqueza (diferença também não significativa estatisticamente). Nesta terceira coleta, a dominância do ofiúro *Ophiactis* sp. e dos poliquetos *Pseudopotamilla* sp., já observada nas outras coletas, aumentou ainda mais. Pode-se dizer, então, que de modo geral, a composição da fauna associada aos rodolitos não sofreu mudanças significativas entre as coletas, mas que alterações temporais na abundância da fauna ocorrem neste ecossistema.

A morfologia e a distribuição dos rodolitos dependem da combinação de fatores como a bioturbação e a energia ambiental. A morfologia e a densidade das ramificações dos rodolitos são comumente usados em estudos paleoecológicos, como indicadores das condições ambientais, inferindo particularmente o grau de circulação da água (Bosellini & Ginsburg, 1971; Steller & Foster, 1995; Marrack, 1999). A análise da esfericidade dos rodolitos realizada neste estudo também serviu para inferir seu grau de deslocamento. Apenas 23% dos 70 rodolitos amostrados foram considerados esféricos, com os três eixos semelhantes, o que pode indicar também que estes rolam frequentemente sobre o substrato, sendo desgastados e crescendo de forma semelhante em todas as direções. A grande maioria, pelo contrário, apresentou um dos diâmetros muito maior que os demais, ou seja, os rodolitos parecem ser mais achatados que esféricos, indicando uma posição preferencial no substrato. Apesar de serem organismos de vida livre, ou não aderidos ao substrato, a maioria dos rodolitos do banco não sofre deslocamento freqüente. A própria forma heterogênea dos rodolitos, com muitas ramificações, parece atuar como um estabilizador do banco de algas, pois eles encaixam-se uns nos outros, diminuindo ainda mais sua capacidade de deslocamento, maximizando desta maneira a qualidade dos refúgios ofertados.

Marrack (1999), estudando o deslocamento dos rodolitos por meio de gravações em vídeo, observou que os rodolitos das margens mais rasas de um banco exposto às ondas movimentaram-se mais frequentemente que os do centro, mais profundos, onde há a atenuação da energia das ondas. Da mesma forma, na Ilha do Arvoredo, o crescimento do banco na borda rasa (próximo ao costão rochoso) é limitado devido às intensas correntes (Gherardi, 2004). Existem evidências de que o número de ramificações dos rodolitos diminui a medida que aumenta a profundidade, talvez refletindo uma diminuição na movimentação da água (Steller & Foster, 1995). Não foi possível determinar esta relação para o banco da Ilha do Arvoredo, pois os rodolitos em que foram calculadas as densidades das ramificações, em abril/2004, não foram coletados em um gradiente de profundidade expressivo. Novas coletas nas margens mais rasas e mais profundas do banco poderiam elucidar esta questão.

A movimentação dos rodolitos pode ser causada pela movimentação da água como ondas e correntes, incluindo também aquelas geradas por eventos climáticos como tempestades (Foster, 2001). Vários estudos têm apontado que em alguns locais, a bioturbação pode ser uma importante fonte de movimento, principalmente causada pelo deslocamento de ouriços (Keegan, 1974; James, 2000; Foster 2001) e, eventualmente, de pepinos-do-mar (Steller & Foster, 1995). Porém, apesar de grandes concentrações de ouriços serem comuns em ambientes deste tipo, no banco da Ilha do Arvoredo foram muito raros (como discutido mais adiante) e, portanto, a bioturbação causada por ouriços não deve ser importante neste local. Eventos de bioturbação foram observados em algumas ocasiões, principalmente por ação de peixes em busca de presas. Cardumes de corcorocas (*Haemulon* sp.) e enchadas (*Chaetodipterus faber*) foram observados forrageando sobre o banco e investindo sobre suas presas, deslocando vários nódulos. Os enchadas chegavam mesmo a suspender rodolitos a mais de um metro na coluna

d'água ao abocanharem pólipos de zoantídeos. Badejos (*Mycteroperca acutirostris*) e caranhas (*Lutjanus annalis*), ao perseguirem suas presas (pequenos peixes crípticos e decápodes) também chegavam a deslocar rodolitos pontualmente.

A estabilidade de bancos de rodolitos também está relacionada com a densidade de nódulos. Bancos mais densos são menos facilmente perturbados por ondas e correntes (Hinojosa-Arango & Riosmena-Rodríguez, 2004). Da mesma maneira, bancos de rodolitos com grande densidade de talos (maior heterogeneidade) mantêm maior riqueza de espécies epibênticas, crípticas e infaunais do que áreas com substrato não consolidado sem cobertura de algas (Steller *et al.*, 2003). Em estudo anterior, verificou-se que a densidade de rodolitos próximo ao local das coletas passa dos 330 rodolitos/m<sup>2</sup> (Rocha *et al.*, no prelo). A cobertura de rodolitos é geralmente superior a 50% e em alguns locais os rodolitos chegam a cobrir 100% da superfície do banco (Gherardi, 2004).

Há uma forte correlação positiva tanto entre o volume do talo como a densidade de ramificações, e a abundância da fauna associada (Steller, *et al.* 2003). A alga *Mesophyllum erubescens* é claramente a que apresenta maior densidade de ramificações entre as que compõem o banco da Ilha do Arvoredo. A densidade de ramificações dos rodolitos coletados variou de 10,6 a 22,2 ramos/cm<sup>2</sup>, se equiparando a registros de outras regiões, como no Golfo da Califórnia (4,4 a 21,8 ramos/cm<sup>2</sup>) (Steller *et al.*, 2003), onde alguns bancos são formados principalmente por *Lithophyllum margaritae*. Naqueles locais, entretanto, os nódulos variam de 1 a 4 cm de diâmetro, sendo bem menores que os da Ilha do Arvoredo.

Os fatores discutidos até aqui contribuem para que o ecossistema banco de rodolitos seja caracterizado por uma grande abundância e riqueza de organismos associados, principalmente devido à oferta de refúgios de boa qualidade no que se refere

à duração e estabilidade deste recurso. Aliado a isso está o fato de que este ambiente pode ser considerado como um substrato duro, mas não consolidado, uma vez que são algas de vida livre. E apesar de ser um substrato não consolidado, apresenta grande estabilidade. Substratos instáveis podem criar fortes dificuldades para os organismos bênticos, especialmente os sésseis e filtradores, pois as ondas e correntes suspendem sedimentos que podem soterrar organismos, prejudicar a filtração e evitar o assentamento larval (Monniot *et al.*, 1991). Para as ascídias, em casos de alta turbidez (maior energia ambiental), as espécies solitárias tendem a ocorrer em maior quantidade que as coloniais (Gabriele *et al.*, 1999). Poderia-se esperar, então, que no ambiente de nódulos de algas calcárias, as ascídias coloniais fossem prejudicadas pelo fato do substrato não ser consolidado e estar em contato com o fundo arenoso. No entanto, não é este o caso, já que apenas ascídias coloniais foram identificadas nos rodolitos.

Bancos de rodolitos mantêm, assim, espécies típicas dos dois tipos de substrato, consolidado e inconsolidado, provendo uma grande amplitude de substrato duro relacionado com a amplitude de formas e tamanhos de rodolitos vivos e mortos, e habitats de substrato mole heterogêneo devido à variação nos tamanhos dos fragmentos de rodolitos misturados com sedimentos mais finos (Foster, 2001). No presente estudo, além dos 48 táxons de animais epibiontes, que dificilmente seriam encontrados em fundos moles, outros 119 táxons foram reconhecidos, sendo 26 destes de hábito perfurador, demonstrando a grande riqueza da fauna associada aos rodolitos (taxonomica e funcionalmente) pela oferta de diferentes tipos de microhabitats.

A fauna do sedimento adjacente não foi identificada no presente estudo, mas provavelmente há um fluxo constante da fauna vágil entre o sedimento e o rodolito. Apesar disso, existem fortes evidências de que os dois compartimentos deste ecossistema possuam biotas bem diferentes, mesmo considerando apenas a fauna vágil.



No estudo realizado para elaboração do Plano de Manejo da Reserva do Arvoredo foi feito um levantamento preliminar da fauna associada ao banco de algas calcárias e a lista de Polychaeta, por exemplo, é significativamente diferente da apresentada no presente estudo (Ibama, 2004), com várias espécies típicas de substrato consolidado, pois as amostras obtidas continham não só os rodolitos, mas também parte do sedimento abaixo deles, o que pode ter contribuído para as diferenças observadas com o presente estudo. Outro fator importante é que no presente trabalho a triagem dos rodolitos foi feita mais minuciosamente do que no plano de manejo (Arno Blankensteyn, comunicação pessoal, 2003). De qualquer modo, em ambos os estudos observa-se uma grande diversidade da fauna, o que justifica a classificação do plano de manejo para o banco de algas como um dos locais mais significativos e com maior necessidade de conservação da Reserva.

Os estudos mais completos envolvendo a fauna associada a bancos de rodolitos foram realizados principalmente no Reino Unido e Golfo da Califórnia e estes concentraram-se quase exclusivamente nas espécies crípticas e nas que enterram-se na área do banco. Tradicionalmente, os táxons mais importantes identificados em bancos de rodolitos, têm sido Crustacea e Polychaeta (Foster, 2001; De Grave *et al.*, 2000; Steller *et al.*, 2003). De Grave e Whitaker (1999) acrescentam os Mollusca entre os mais abundantes nestes ecossistemas e Birkett *et al.* (1998) citam os moluscos como muito ricos em fundos de rodolitos. No presente trabalho o mesmo padrão foi verificado, com os Polychaeta dominando, tanto em riqueza quanto em número de indivíduos, porém os Mollusca, apesar da grande riqueza, geralmente apresentaram baixa abundância.

Polychaeta também é o grupo mais prolífico em colônias de corais, com poliquetos das famílias Syllidae e Eunicidae entre os mais abundantes (Nogueira, 2003).

Estes, geralmente predadores (na maioria carnívoros), devem desempenhar importante papel no controle de outros ítems da fauna, especialmente esponjas, ascídias e ofiúros, frequentemente encontrados nos seus conteúdos alimentares. O ofiúro *Ophiactis* sp. chegou a ser o ítem mais abundante em várias amostras, especialmente em abril/2004, assim como em outros bancos de rodolitos (Keegan, 1974; Hinosa-Arango & Riosmena-Rodriguez, 2004). Uma espécie do mesmo gênero também foi muito abundante em colônias de corais (Nogueira, 2003), demonstrando a semelhança entre o ambiente de bancos de rodolitos e ambientes recifais. Porém, enquanto os crustáceos decápodes frequentemente são citados como muito abundantes em ambiente marinhos de substrato duro, poucos deles foram identificados neste estudo. Talvez o fato de apenas os nódulos terem sido coletados tenha favorecido este resultado e possivelmente o microhábitat formado pelos espaços entre os nódulos ou na interface sedimento/rodolito seja mais atrativo aos crustáceos de maior tamanho. Ainda assim, o Stomatopoda *Gonodactylus* sp. foi encontrado algumas vezes no interior de rodolitos, em buracos ou fendas. Stomatopoda é um grupo freqüentemente citado como característico de bancos de rodolitos (Hall-Spencer & Atkinson, 1999; Steller *et al.*, 2003).

Dentre os pequenos crustáceos, alguns trabalhos apontam para a dominância de Amphipoda em bancos de rodolitos, seguidos de Ostracoda (Steller *et al.*, 2003; Hinosa-Arango & Riosmena-Rodriguez, 2004). No presente estudo, os Isopoda foram mais abundantes (devido à quantidade de *Janira* sp.), seguidos de Amphipoda e Tanaidacea. Ostracoda foi freqüente nas amostras, mas sempre em baixa abundância.

Poucos trabalhos abordaram a quantificação da fauna incrustante e os que o fizeram, quantificaram a fauna por porcentagem de ocupação do espaço superficial, e não chegaram a um maior detalhamento taxonômico (Steller, *et al.*, 2003; Gherardi, 2004). A fauna incrustante tem fundamental importância na ocupação do espaço

disponível. Neste sentido, destacam-se as esponjas, ascídias e briozoários que, com crescimento rápido e principalmente bidimensional rapidamente ocupam os espaços disponíveis. Estes táxons se mostraram importantes também por abrigar outros animais e também compor a dieta de alguns poliquetos.

A fauna sésil não incrustante foi dominada pelos Polychaeta Sabellidae, Chaetopteridae não identificados e *Polydora* sp1 (apenas o primeiro foi quantificado), destacando-se também a anêmona *Aiptasia pallida*, principalmente na coleta de abril/2004. Anêmonas do mesmo gênero são descritas como muito abundantes em bancos de rodolitos no México, chegando a ser a espécie dominante (Steller *et al.*, 2003; Hinosa-Arango & Riosmena-Rodriguez, 2004).

Uma característica da biota dos bancos de rodolitos é a grande quantidade de animais perfuradores do calcário, assim como em outros ambientes recifais. Os bivalves *Lithophaga patagonica* e *Petricola typica* foram identificados nos rodolitos e são conhecidos como importantes perfuradores em corais (Nogueira, 2003), assim como outros moluscos de menor importância e os sipúnculas, sempre presentes nas amostras. Vários poliquetos perfuradores foram identificadas, destacando-se os cirratúlídeos (Cirratulidae ni e outro do gênero *Dodecaceria*) e os euniciídeos, estes por sua quantidade e tamanho, construindo grandes galerias no interior dos nódulos. A esponja *Pachataxa* sp. é talvez o principal organismo perfurador identificado, estando presente em todos os rodolitos analisados, quase sempre em grande quantidade no interior dos nódulos. Estes táxons têm importante papel no retrabalhamento do interior dos rodolitos, como também verificado por outros autores (Bosellini & Ginsburg, 1971; Foster, 2001; Littler *et al.*, 2001). Rodolitos de tamanho maior (a partir de 10 cm de diâmetro médio) são freqüentemente em forma de concha ou ocos. Isto se deve provavelmente a dois fatores principais: a posição preferencial do rodolito sobre o

substrato (rodolitos não esféricos), que pode fazer com que a superfície superior cresça mais que a inferior por receber mais luz; e a ação bioerosiva destes táxons perfuradores que fragilizam a estrutura dos nódulos, facilitando sua quebra ou tornando-os ocos.

Apesar da dificuldade de comparação devido às diferentes áreas amostradas e diferentes métodos de amostragem, alguns trabalhos contendo uma quantificação da fauna associada a substratos biológicos foram selecionados para uma comparação com o banco de rodolitos estudado. Estes trabalhos representam diferentes táxons como substrato e uma certa proximidade geográfica (adaptado de Moreno & Rocha, no prelo), ou outros bancos de rodolitos (tab. XIII). Polychaeta, Mollusca e Crustacea quase sempre figuram entre os grupos dominantes em praticamente todos os substratos, juntamente com Echinodermata. O banco de rodolitos estudado assemelha-se a outros substratos biogênicos pela dominância destes grupos animais. Polychaeta foi o grupo dominante nos rodolitos estudados e também na esponja *Axinella cannabina* (Koukouras *et al.*, 1996), nos bancos de areia formados pelo poliqueto *Phragmatopoma caudata* (Souza, 1989), no briozoário *Schizoporella errata* (Morgado, 1980; Morgado & Tanaka, 2001), no coral *Lophelia pertusa* (Jensen & Frederiksen, 1992), no banco de mexilhões *Mytilus edulis* (Tsuchiya & Nishihira, 1985), nos bancos de ascídias *Pyura stolonifera* (Fielding *et al.*, 1994) e *Eudistoma carolinense* (Moreno & Rocha, no prelo), e no coral *Mussismilia hispida* (Nogueira, 1995; Nogueira 2003) (os poliquetos são citados pelo autor como o grupo mais abundante, mas não são quantificados neste trabalho).

Curiosamente, Polychaeta não foi o grupo dominante em outros bancos de rodolitos, nos quais Crustacea aparecem em primeiro lugar (tab. XIII). Possivelmente isto reflete, ao menos em parte, diferentes métodos de coleta. Em outros bancos de rodolitos estes eram coletados com parte do sedimento, enquanto no presente estudo

apenas os talos das algas foram coletados. De qualquer modo, os crustáceos sempre figuram nas primeiras posições nos vários substratos e apareceram em terceiro no banco de rodolitos estudado.

Tabela. XIII. Comparação da fauna associada (número de indivíduos) em diferentes substratos biológicos. \* = não mencionado; P = presente; A = ausente. Adaptado e ampliado de Moreno & Rocha (no prelo).

Autor	Substrato biológico	Localização	Acúmulo de sedimento	Fauna associada
Young, 1986	<i>Siderastrea stellata</i> (cabeça de coral)	sublitoral	*	Mollusca 235 Crustacea 215 Sipuncula 60 Echinodermata 24
Nogueira, 1995; Nogueira, 2003	<i>Mussismilia hispida</i> (cabeça de coral)	sublitoral	*	Crustacea 242 Mollusca 170 Sipuncula 35 Echinodermata 21 Peixe 1
Koukouras et al., 1996	<i>Axinella cannabina</i> (esponja)	sublitoral	*	Polychaeta 224/1 Crustacea 145/1 Mollusca 132/1 Echinodermata 32/1 N = 533/1
Souza, 1989	<i>Phragmatopoma caudata</i> (polychaete)	entremarés	*	Polychaeta 471/kg Crustacea 241/kg Mollusca 238/kg Oligochaeta 120/kg Nematoda 106/kg Outros 55/kg N = 232/kg
Koukouras et al., 1996	<i>Agelas oroides</i> (esponja)	sublitoral	*	Crustacea 278/1 Mollusca 168/1 Polychaeta 118/1 N = 564/1
Koukouras et al., 1996	<i>Aplysina aerophoba</i> (esponja)	sublitoral	*	Crustacea 1.453/1 Polychaeta 667/1 Echinodermata 150/1 Mollusca 95/1 N = 2.365/1
Duarte, 1980; Duarte & Nalesso, 1996	<i>Mycale angulosa</i> (esponja)	sublitoral	*	Ophiuroidea 349/1 Crustacea 56/1 Polychaeta 35/1 Mollusca 25/1 Outros 5/1 N = 470/1
Morgado, 1980; Morgado & Tanaka, 2001	<i>Schizoporella errata</i> (briozoário)	entremarés	P	Polychaeta 679/kg Crustacea 217/kg Ophiuroidea 178/kg Mollusca 51/kg Outros 22/kg N = 147/kg

continua...

Autor	Substrato biológico	Localização	Acúmulo de sedimento	Fauna associada
Nalesso et al., 1995	<i>Phyllochaetopterus socialis</i> (poliqueto)	sublitoral	P	Echinodermata 1.213/1 Polychaeta 405/1 Crustacea 278/1 Sipuncula 76/1 Mollusca 74/1 Outros 19/1 N = 2.065/1
Jensen & Frederiksen, 1992	<i>Lophelia pertusa</i> (recife de coral)	batial	P	Polychaeta 159/1 Mollusca 137/1 Echinodermata 72/1 Brachiopoda 49/1 Crustacea 34/1 Sipuncula 17/1 Outros 43/1 N = 500/1
Mc Closkey, 1970	<i>Oculina arbuscula</i> (cabeça de coral)	sublitoral	P	Crustacea 1.503/kg Polychaeta 974/kg Mollusca 262/kg Cnidaria 254/kg Nematoda 226/kg Sipuncula 64/kg Outros 80/kg N = 363/kg
Tsuchiya & Nishihira, 1985	<i>Mytilus edulis</i> (mexilhão)	entremarés	P	Polychaeta 398/1 Mollusca 272/1 Platyhelminthes 100/1 Arthropoda 46/1 Nemertea 22/1 N = 838/1
Jacobi, 1987	<i>Perna perna</i> (mexilhão)	entremarés	P	Crustacea 1.138/1 Mollusca 245/1 Polychaeta 177/1 Turbellaria 31/1 Ophiuroidea 20/1 Outros 30/1 N = 1.642/1
Fielding et al., 1994	<i>Pyura stolonifera</i> (ascídia)	entremarés	P	Polychaeta 108/25 cm <sup>2</sup> Crustacea 59/25 cm <sup>2</sup> Nemertinea 53/25 cm <sup>2</sup> Mollusca 43/25 cm <sup>2</sup> Sipuncula 40/25 cm <sup>2</sup> Anthozoa 34/25 cm <sup>2</sup> Pycnogonida 6/25 cm <sup>2</sup> Echinodermata 1/25 cm <sup>2</sup> N = 44/25 cm <sup>2</sup>
Dutra, 1988	<i>Pterocliadiella capillacea</i> (alga)	entremarés	A	Caprellidae 82.492/kg Gammaridea 30.602/kg Copepoda 5.607/kg Outros 2.652/kg N = 121.355/kg N total = 48,542
Tararam & Wakabara, 1981	<i>Sargassum cymosum</i> (alga)	entremarés	*	Crustacea 5.870/kg Mollusca 500/kg Nematoda 492/kg Polychaeta 252/kg Acarina 86/kg Echinodermata 18/kg Outros 122/kg N = 7.340/kg

continua...

Autor	Substrato biológico	Localização	Acúmulo de sedimento	Fauna associada
Moreno & Rocha, no prelo	<i>Eudistoma carolinense</i> (ascídia)	entremarés	P	Polychaeta 5.483,5/1 Crustacea 745,9/1 Mollusca 287,2/1 Nemertea 283,5/1 Nematoda 186,5/1 Ascidiacea 178,2/1 Ophiuroidea 50,4/1 Sipuncula 22,6/1 Turbelaria 22,6/1 Outros 18,1/1 N = 7.278,5/1
De Grave, 1999	Banco de rodolitos formado por <i>Phymatolithon calcareum</i> e <i>Lithophyllum fasciculatum</i> e sedimentos	sublitoral	P	Crustacea 191,5/25 cm <sup>2</sup>
De Grave & Whitaker, 1999	Matriz de rodolitos e lama	sublitoral	P	Crustacea 55,7/25 cm <sup>2</sup> Mollusca 38,8/25 cm <sup>2</sup> Polychaeta 6,8/25 cm <sup>2</sup> N = 101,3/25 cm <sup>2</sup>
Steller et al., 2003	Banco de rodolitos formado por <i>Lithophyllum margaritae</i> , <i>Neogoniolithon trichotomun</i> e <i>Lithothamnion crassiusculum</i>	sublitoral	A	Crustacea 6.132/1 Cnidaria 3.212/1 Polychaeta 2.336/1 Echinodermata 1.168/1 Mollusca 513,9/1 Nematoda 127/1 N = 14.400/1
Hinojosa-Arango e Riosmena-Rodríguez, 2004	Bancos de rodolitos formados por <i>Lithophyllum margaritae</i> , <i>Neogoniolithon trichotomun</i>	sublitoral	A	N = 68,3/rodolito
Este estudo	Banco de rodolitos formado principalmente por <i>Mesophyllum erubescens</i> e <i>Lithothamnion superpositum</i>	sublitoral	P	Polychaeta 2.358,7/1 Ophiuroidea 948,3/1 Crustacea 547,4/1 Cnidaria 261,0/1 Mollusca 90,0/1 Nematoda 22,5/1 Sipuncula 21,6/1 Nemertea 12,8/1 Outros 4,6/1 N = 4.266,8/1

Enquanto em vários outros substratos Mollusca aparece com grande importância relativa, no presente estudo este grupo figurou em quinto lugar, porém, com uma abundância bastante inferior à dos grupos dominantes. No banco estudado a ocorrência de moluscos foi praticamente restrita a bivalves e gastrópodes de tamanhos pequenos, compatíveis com a estrutura do habitat.

Echinodermata (principalmente ofiúros) dominaram na esponja *Mycale angulosa* (Duarte, 1980; Duarte & Nalesso, 1996) e no poliqueto *Phyllochaetopterus socialis* (Nalesso *et al.*, 1995), e foram muito abundantes em outros substratos, especialmente em rodolitos.

Outro importante grupo em vários destes substratos foram os cnidários, especialmente nos bancos de rodolitos em que foram quantificados. Nestes ambientes foram representados principalmente por anêmonas e zoantídeos.

De modo geral, o banco de rodolitos estudado ocupou uma posição intermediária em termos de densidade total da fauna com cerca de 4.267 ind/l de alga. Bancos do Golfo da Califórnia chegaram a 14.400 ind/l (Steller *et al.*, 2003), demonstrando que bancos de rodolitos proporcionam hábitat que suportam maior densidade de organismos em relação a outros tipos de substrato biogênico.

Nestas comparações não foram levados em conta os organismos coloniais ou incrustantes, uma vez que sua quantificação é mais complicada, sendo realizada mais freqüentemente em áreas planas ou bidimensionais (porcentagem de cobertura) e raramente realizada em substratos biológicos tridimensionais. Provavelmente a abundância das espécies incrustantes difere significativamente entre os substratos devido a características como relevo e textura do substrato. Além disso, alguns organismos bioconstrutores possuem mecanismos para evitar epibiontes como os nematocistos dos corais (Nogueira, 2003).

A grande maioria dos táxons encontrados no banco de algas apresentou em algum momento atividade reprodutiva intensa. A presença de animais com gônadas maduras, fêmeas ovadas, oviposições ou juvenis foi constante em todas as coletas. Para várias espécies, apenas juvenis foram encontrados associados aos rodolitos. O banco de algas calcárias pode então ser considerado um importante local de recrutamento de



invertebrados, oferecendo um ambiente com microhábitats numa escala espacial ideal com relação ao tamanho dos organismos. Larvas e juvenis de peixes também foram observados em grande quantidade sobre o banco, utilizando os rodolitos como refúgio.

Bancos de rodolitos são relativamente homogêneos em escalas espaciais maiores que alguns centímetros. Em estudo realizado em bancos de rodolitos no Golfo da Califórnia (Foster, 2001), o autor hipotetiza que a rica fauna e flora associada aos bancos pode ser um reflexo da reduzida predação e herbivoria, pois muitos peixes predadores ou herbívoros comumente associados a ambientes de costão rochoso raramente aparecem nos bancos de rodolitos, pela falta de estruturas de maior escala. Na mesma região, Aburto-Oropeza & Balart (2001) realmente verificaram uma diminuição na densidade de peixes sobre o banco de rodolitos em relação a costões e recifes de coral. Esta menor densidade se deve à maior homogeneidade (para a escala de tamanho dos peixes), do ambiente de rodolitos, em comparação aos outros, o que pode significar um maior risco de destes peixes serem predados nas áreas mais distantes do costão. Porém, apesar da menor densidade da ictiofauna, várias espécies foram registradas sobre o banco e algumas muito abundantes, especializadas neste tipo de ambiente (das famílias Chaetodontidae e Labridae). Da mesma maneira, no presente estudo, os peixes foram sempre mais abundantes no costão (Serranidae, Haemulidae, Pomacentridae e outros, apesar de não quantificados) do que no banco, especialmente no inverno. Porém, no verão e outono, mais ativos, os peixes passam a explorar o banco. Com representantes de várias famílias, este ecossistema mantém principalmente espécies de peixes predadores, alguns especializados em se alimentar de pólipos e organismos incrustantes, outros comedores de invertebrados bentônicos, piscívoros e alguns mais generalistas (Carvalho Filho, 1992; Gasparini & Floeter, 2001; Fish Base, 2004). É provável que, com a entrada da ACAS (água central do Atlântico sul) no fim

da primavera e início do verão, trazendo águas mais frias e ricas em nutrientes para as porções mais profundas e centrais do banco, haja maior disponibilidade de recursos tardiamente para os peixes (no verão e outono) (Carvalho *et al.*, 1998). A predação por parte da megafauna do banco de algas deve ter, portanto, papel importante na estrutura da fauna associada aos nódulos calcários. Além disso, a predação nos ecossistemas marinhos geralmente está associada à grande riqueza de espécies, pois a remoção seletiva de indivíduos de espécies de presas pelos predadores evita a dominância competitiva, aumentando a diversidade do ecossistema (Fairweather, 1990).

A fauna de peixes da Ilha do Arvoredo é de particular interesse, pois Santa Catarina representa o limite Sul de distribuição de fundos rochosos sob influência da Corrente do Brasil e, conseqüentemente, é o limite sul de distribuição da maioria das famílias de peixes recifais tropicais (Floeter *et al.*, 2001). Os censos e observações da ictiofauna realizados demonstram a grande diversidade de peixes do banco de algas calcárias ao menos nos meses de verão e outono. Nas outras épocas a abundância dos peixes diminui drasticamente sobre o banco apesar da grande quantidade de peixes no costão, distante cerca de 30 m do local estudado.

Ao mesmo tempo que várias espécies encontram no banco de rodolitos um lugar atrativo, algumas espécies parecem evitar o recrutamento neste ambiente ou são inibidas de alguma maneira. Os ouriços geralmente são citados como importantes invertebrados associados a bancos de rodolitos (Marrack, 1999; James, 2000; Foster, 2001), sendo reportadas concentrações de 1.600 ouriços/m<sup>2</sup> em bancos da Irlanda (Keegan, 1974). Agregações de ouriços são comuns, estando relacionadas a fatores como circulação de água, padrões de colonização e alimentação. A maioria dos ouriços tem hábito herbívoro ou onívoro tendendo à herbivoria (McClanahan, 1998; Maciá, 2000; Tavares, 2004), alimentando-se frequentemente de algas calcárias crustosas ou rodolitos

(Keegan, 1974; James, 2000). Porém, estes equinodermos foram extremamente raros no banco da Ilha do Arvoredo. O ouriço satélite *Eucidaris* sp. foi visto sobre o banco em duas ocasiões e apenas uns poucos recrutas de *Lytechinus variegatus* apareceram nas amostras. Apesar da proximidade com o costão rochoso, repleto de ouriços (principalmente *Echinometra lucunter*, *L. variegatus* e *Arbacia lixula*), não foram avistados adultos destas espécies sobre o banco. Algumas algas calcárias possuem mecanismos anti-incrustantes para evitar o recobrimento por epibiontes, como substâncias químicas inibidoras de crescimento ou mesmo o efeito físico de desprendimento das células superficiais dos talos (Foster, 2001; Villas Boas & Figueiredo, 2004). Talvez estas substâncias possam ter uma ação anti-herbivoria, fazendo com que o banco de rodolitos não seja um ambiente atrativo para os ouriços. Porém, nas duas vezes em que o ouriço *Eucidaris* sp. foi avistado no banco, estava perfurando grandes rodolitos de modo que todo o corpo e espinhos do ouriço estavam no interior do nódulo. Se há alguma substância anti-herbivoria produzida pelos rodolitos do banco da Ilha do Arvoredo, esta aparentemente não afeta o ouriço *Eucidaris* sp.

A grande diversidade da macrofauna relatada no presente estudo demonstra a necessidade de conservação deste ambiente, endêmico na costa sul do Brasil. Estes animais encontram no banco de rodolitos um local com grande quantidade de substrato, refúgios e microhábitats. Além da grande riqueza taxonômica e funcional da fauna associada aos rodolitos, que reflete a grande produtividade secundária deste ecossistema, muitos organismos são potenciais presas de peixes de interesse comercial que visitam ou residem no banco (garoupas, badejos, chernes e outros) sendo um elo importante na teia alimentar da região, bem como um importante local de recrutamento destas espécies. Além disso, poucos estudos foram realizados em ecossistemas deste

tipo o que reflete a grande quantidade de potenciais espécies novas encontradas (de acordo com os especialistas em cada grupo).

Bancos de rodolitos têm sido muito visados para exploração econômica no Brasil e no mundo. Em alguns casos, buscam-se nestes ambientes espécies economicamente importantes como vieiras e outros bivalves (Hall-Spencer & Moore, 2000; Foster, 2001) e mais frequentemente estes bancos tem sido explorados para obtenção do calcário, utilizado principalmente como fertilizante agrícola (Keegan, 1974; Oliveira, 1981; Foster, 2001). Alguns estudos demonstram que estes ecossistemas são muito susceptíveis a atividades que resultem em distúrbios físicos ou deterioração da qualidade da água (Donnan & Moore, 2003). Embora a exploração deste recurso na Ilha do Arvoredo não seja cogitada, por ser um banco relativamente pequeno e por estar inserido em uma Reserva Biológica, este estudo mostra a importância ecológica deste tipo de ambiente, que abriga uma grande quantidade de espécies, muitas delas novas para a ciência.

## 5. Referências Bibliográficas

- Aburto-Oropeza, O. & Balart, E.F. 2001. Community structure of reef fish in several habitats of a rocky reef in the Gulf of California. *P.S.Z.N. Marine Ecology*, 22 (4): 283-305.
- Bell, S.S., McCoy, E.D. & Mushinsky, H.R. 1991. Habitat structure. The physical arrangement of objects in space. Chapman and Hall. London.
- Barbera, C., Bordehore, C., Borg, J.A., Glémarec, M., Grall, J., Hall-Spencer, J.M., de la Huz, C.H., Lanfranco, E., Lastra, M., Moore, P.G., Mora, J., Pita, M.E., Ramos-Esplá, A.A., Rizzo, M., Sánchez-Mata, A., Seva, A., Schembri, P.J. & Valle, C. 2003. Conservation and management of northeast Atlantic and Mediterranean maerl beds. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13: 65-76.
- Bosellini, A. & Ginsburg, R.N. 1971. Form and internal structure of recent algal nodules (rhodolites) from Bermuda. *Journal of Geology*, 79: 669-682.
- Bosence, D.W.J. & Pedley, H.M. 1982. Sedimentology and paleoecology of a miocenecoralline algal biostrome from the Maltese Islands. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 38: 9-43.
- Birkett, D.A., Maggs, C.A. & Dring, M.J. 1998. Maerl (volume V). An overview of dynamic and sensitivity characteristics for conservation management of marine SACs. Scottish Association for Marine Science (UK Marine SACs Project). 116pp. Disponível em <[ukmarinesac.org.uk/maerl](http://ukmarinesac.org.uk/maerl)>.
- Carvalho, J.L.B., Schettini, C.A. & Ribas, T. M. 1998. Estrutura termohalina do litoral centro-norte catarinense. *Notas Técnicas FACIMAR*, 2: 181-197.
- Carvalho-Filho, A. 1992. Peixes: costa brasileira. Ed. Marca D'água. São Paulo. 304p.
- 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.
- De Grave, S. & Whitaker, A. 1999. Benthic community re-adjustment following dredging of a muddy-maerl matrix. *Marine Pollution Bulletin*, 38(2): 102-108.
- De Grave, S., Fazakerley, H., Kelly, L., Guiry, M.D., Ryan, M. & Walshe, J. 2000. A study of selected maerl beds in Irish waters and their potential for sustainable extraction. 44pp. Disponível em <[www.marine.ie/md+prjects/marine+resource+assessment/r10.pdf](http://www.marine.ie/md+prjects/marine+resource+assessment/r10.pdf)>
- Dean, T.A. 1981. Structural aspects of sessile invertebrates as organizing forces in an estuarine fouling community. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 53: 163-180.
- 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.
- Dommasnes, A. 1969. On the fauna of *Corallina officinalis* L. in western Norway. *Sarsia* 38: 71-86.
- Donnan, D.W. & Moore, P.G. 2003. Conclusions. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13: 77-78.

- Duarte, L.F.L. 1980. A endofauna da esponja *Zygomycale parshii* (Bowerbank) (composição, dominância, diversidade e natureza da associação). Campinas, São Paulo: Universidade Estadual de Campinas, Tese de Mestrado, 120p.
- Duarte, L.F.L. & Nalesso, R.C. 1996. The sponje *Zygomycale parishii* (Bowerbank) and its endobiotic fauna. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 42: 139-151.
- Dutra, R.R.C. 1988. A fauna vágil do fital *Pterocladia capillacea* (Rhodophyta Gelidiaceae) da Ilha do Mel, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 48(3): 589-605.
- Edgar, G.J. 1990. The influence of plant structure on the species richness, biomass and secondary production of macrofaunal assemblages associated with Western Australian seagrass beds. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 137: 215-240.
- Fairweather, P.G. 1990. Is predation capable of interacting with other community processes on rocky reefs? *Australian Journal of Ecology*, 15(4): 453-464.
- Fauchald, K. 1977. The Polychaete Worms. Definitions and Keys to the Orders, Families and Genera. Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series, 28: 1-188.
- Fauchald, K. & Jumars, P.A. 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, 17: 193-284.
- Fielding, P.J.; Weerts, K.A. & Forbes, A.T. 1994. Macroinvertebrate communities associated with intertidal and subtidal beds of *Pyura stolonifera* (Heller) (Tunicata: Ascidiacea) on the Natal coast. *South Africa Journal of Zoology*, 29(1), 46-53.
- Fish Base, 2004. Disponível em <[www.fishbase.com](http://www.fishbase.com)> acesso em outubro de 2005.
- Floeter, S.R., Guimarães, R.Z.P., Rocha, L.A., Ferreira, C.E.L., Rangel, C.A. & Gasparini, J.L. 2001. Geographic variation in reef-fish assemblages along the brazilian coast. *Global Ecology and Biogeography*, 10: 423-431.
- Foster, M. 2001. Rhodoliths: between rocks and soft places. *Journal of Phycology*, 37: 659-667.
- Gabriele, M., Bellot, A., Gallotti, D. & Brunetti, R. 1999. Sublitoral hard substrate communities of the northern Adriatic Sea. *Cahiers de Biologie Marine*, 40: 65-76.
- Gasparini, J.L. & Floeter, S.R. 2001. The shore fishes of Trindade Island, southwestern Atlantic. *Journal of Natural History*, 35 (11): 1639-1656.
- Gherardi, D.F.M. 2004. Community structure and carbonate production of a temperate rhodolith bank from Arvoredo Island, sothern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 52(3/4): 207-224.
- Gherardi, D.F.M. & Bosence, D.W.J. 2001. Composition and community structure of the coralline algal reef from Atol das Rocas, South Atlantic, Brazil. *Coral Reefs*, 19(3): 205-219.
- Hall-Spencer, J.M. & Atkinson, R.J.A. 1999. *Upogebia deltaura* (Crustacea, Thalassinidea) in Clyde Sea maerl beds, Scotland. *Journal of Marine Biological Association of United Kingdom*, 79: 871-880.
- Hall-Spencer, J.M. & Moore, P.G. 2000. Scallop dredging has profound, long-term impacts on maerl habitats. *ICES Journal of Marine Science*, 57(5): 1407-1415.

- Hinosa-Arango, G. & Riosmena-Rodriguez, R. 2004. Influence of rhodolith-forming species and growth-form on associated fauna of rhodolith beds in the central-west Gulf of California, México. *P.S.Z.N. Marine Ecology*, 25(2): 109-127.
- Ibama, 2004. Plano de manejo Reserva Biológica Marinha do Arvoredo.
- Jacobi, C.M. 1987. The invertebrate fauna associated with intertidal beds of the brown mussel *Perna perna* (L.) from Santos, Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 22, 57-72.
- James, D.W. 2000. Diet, movement and covering behavior of sea urchin *Toxopneustes roseus* in rhodolith beds in the Gulf of California, México. *Marine Biology*, 137: 913-923.
- Jensen, A. & Frederiksen, R. 1992. The fauna associated with the bank-forming deepwater coral *Lophelia pertusa* (Scleractinaria) on the Faroe Shelf. *Sarsia*, 77, 53-69.
- Jones, C.G., Lawton, J.H. & Shachak, M. 1997. Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers. *Ecology*, 78 (7): 1946-1957.
- Kamenos, N.A., Moore, P.G. & Hall-Spencer, J.M. 2004. Maerl grounds provide both refuge and high growth potential for juvenile queen scallops (*Aequipecten opercularis* L.). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 313: 241-254.
- Keegan, B.F. 1974. The macrofauna on maerl substrates on the west coast of Ireland. *Cahiers de Biologie Marine*, 15: 513-530.
- Koukouras, A.; Russo, A.; Voultziadou-Koukouras, E.; Arvanitidis, C. & Stefanidou, D. 1996. Macrofauna associated with sponge species of different morphology. *Marine Ecology*, 17(4), 569-582.
- Littler, M.M., Littler, D.S. & Hanisak, N.D. 1991. Deep-water rhodolith distribution, productivity and growth history at sites of formation and subsequent degradation. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 150: 163-182.
- Maciá, S. 2000. The effects of sea urchin grazing and drift algal blooms on a subtropical seagrass bed community. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 246: 53-67.
- Marrack, E.C. 1999. The relationship between water motion and living rhodolith beds in the southwestern Gulf of California, Mexico. *Palaios* 14 (2): 159-171.
- McClanahan, T.R. 1998. Predation and the distribution and abundance of tropical sea urchin populations. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 221: 231-255.
- McCloskey, L.R. 1970. The dynamics of the community associated with a marine scleractinian coral. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie*, 55(1), 13-81.
- McIntyre, I.G., Rutzler, K., Norris, J.N., Smith, K.P., Cairns, S.D., Bucher, K.E. & Steneck, R.S. 1991. An early Holocene reef in the western Atlantic: submersible investigations of a deep relict reef off the west coast of Barbados, W. I. *Coral Reefs*, 10: 167-174.
- McGuinness, K.A., Underwood, A.J. 1986. Habitat structure and the nature of communities on intertidal boulders. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 104: 97-123.

- McQuaid C.D. & Dower, K.M. 1990. Enhancement of habitat heterogeneity and richness on rocky shores inundated by sand. *Oecologia*, 84: 142-144.
- Monniot, C., Monniot, F. & Laboute, P. 1991. Coral reef ascidians of New Caledonia. Paris: Éditions de Orstom. 247 pp.
- Moreno, T.R. & Rocha, R.M. *no prelo*. Associated fauna with *Eudistoma carolinense* (Tunicata, Ascidiacea) compared with other biological substrates with different architectures. *Journal of Coastal Research*, SI39.
- Morgado, E.H. 1980. A endofauna de *Schizoporella unicornis* Johnston, 1847) (Bryozoa), no litoral norte do estado de São Paulo. Campinas, São Paulo: Universidade Estadual de Campinas, Tese de Doutorado, 121p.
- Morgado, E.H. & Tanaka, M.O. 2001. The macrofauna associated with the bryozoan *Schizoporella errata* (Walters) in southeastern Brazil. *Scientia Marina*, 65(3), 173-181.
- Nalesso, R.C.; Duarte, L.F.L.; Pierozzi Jr, I. & Enumo, E.F. 1995. Tube epifauna of the polychaete *Phyllochaetopterus sociallis* Claparède. *Estuarine and Coastal Shelf Science*, 41, 91-100.
- Nogueira, J.M.M. 1995. Análise qualitativa e quantitativa da fauna associada a *Mussismilia hispida* (Verril) no litoral norte do estado de São Paulo. São Paulo, São Paulo: Universidade de São Paulo, Tese de Mestrado, 122p.
- Nogueira, J.M.M. 2003. Fauna living in colonies of *Mussimilia hispida* (Verril) (Cnidaria: Scleractinia) in four South-eastern Brazil Islands. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46(3): 421-432.
- Oliveira, E.C. 1981. A exploração de algas marinhas no Brasil: situação atual e perspectivas futuras. *Phycologia Latino-Americana*. 1: 5-17.
- Oliveira, E. C. 1996. Is there a relation among the global warming, the missing carbon and the calcareous algae? *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 68(1): 18-21.
- Rocha, R.M., Metri, R. & Omuro, J.Y. *no prelo*. Spatial distribution and abundance of ascidians in a bank of coralline algae at Porto Norte, Arvoredo island, Santa Catarina. *Journal of Coastal Research*, SI39.
- Souza, R.C.R. 1989. A fauna dos bancos de areia de *Phragmatopoma lapidosa* Kinberg, 1867, (Annelidae, Polychaeta), da região de Ubatuba, SP. Campinas, São Paulo: Universidade Estadual de Campinas, Tese de Mestrado, 107p.
- Steller, D.L. & Foster, M.S. 1995. Environmental factors influencing distribution and morphology of rhodoliths in Bahía Concepción, B. C. S., México. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 194: 201-212.
- 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. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13: 5-20.
- Steneck, R.S. & Dethier, M.N. 1994. A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. *Oikos*, 69: 476-498.
- Stocker, L.J. & Bergquist, P.R. 1987. Importance of algal turf, grazers, and spatial variability in the recruitment of a subtidal colonial invertebrate. *Marine Ecology Progress Series*, 39: 285-291.



- Sumida, P.Y.G. & Pires-Vanin, A.M.S. 1997. Benthic associations of the shelfbreak and upper slope off Ubatuba – SP, south-eastern Brazil. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 44: 779-784.
- Tararam, A.S. & Wakabara, Y. 1981. The mobile fauna - especially Gammaridea - of *Sargassum cymosum*. *Marine Ecology Progress Series*, 5, 157-163.
- Tavares, Y.A.G. 2004. Biologia reprodutiva dos equinóides *Echinometra lucunter* (Linnaeus, 1758) e *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758) na Ilha da Galheta, litoral paranaense, Brasil. Tese (doutorado). Universidade Federal do Paraná. Disponível em <<http://hdl.handle.net/1884/1545>>
- Testa, V. & Bosence, D.W.J. 1999. Physical and biological controls on the formation of carbonate and siliciclastic bedforms on the north-east Brazilian shelf. *Sedimentology*, 46: 279-301.
- Tsuchiya, M. & Nishihira, M. 1985. Islands of *Mytilus* as a habitat for small intertidal animals: effect of island size on community structure. *Marine Ecology Progress Series*, 25, 71-81.
- Villas Boas, A.B. & Figueiredo, M.A.O. 2004. Are anti-fouling effects in coralline algae species specific? *Brazilian Journal of Oceanography*, 52(1): 11-18.
- Young, P.S. 1986. Análise qualitativa e quantitativa da fauna associada a corais hermatípicos (Coelenterata, Scleractinia) nos recifes de João Pessoa, PB. *Revista Brasileira de Biologia*, 46(1), 99-126.
- Walters, L.J. & Wethey, D.S. 1996. Settlement and early post-settlement survival of sessile marine invertebrates on topographically complex surfaces: the importance of refuge dimensions and adult morphology. *Marine Ecology Progress Series*, 137: 161-171.
- Woelkerling, W.J., Irvine, L.M. & Harvey, A.S. 1993. Growth-forms in non-geniculate coralline red algae (Corallinales, Rodophyta). *Australian Systematic Botany*, 6: 277-293.

## Capítulo 2. O papel da predação e da perturbação na estruturação da fauna associada a um banco de algas calcárias da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Brasil.

### Resumo

Bancos de algas calcárias são ambientes relativamente comuns em algumas partes do mundo e têm como característica comum o fato de manterem uma grande quantidade de organismos associados. O banco de algas da Reserva do Arvoredo (27°16'00''S e 48°22'41''W) pode ser considerado bastante vulnerável, devido ao seu pequeno tamanho e a inexistência de registros de outros bancos na região, sendo o limite sul de distribuição deste tipo de ecossistema no Brasil. Em recifes de coral, as interações entre espécies, como a predação, são os principais processos controladores da estrutura da comunidade e bancos de rodolitos são comparáveis aos recifes de coral em termos de estrutura e diversidade de espécies. Assim, para se avaliar o papel da predação sobre a fauna associada aos rodolitos foi realizado um experimento envolvendo a exclusão de predadores, conjuntamente com tratamentos de perturbação física nos rodolitos. Foram realizadas três coletas representando efeitos de curto (7 dias), médio (63 dias) e longo prazo (112 dias). A abundância da fauna foi comparada entre os tratamentos para se detectar efeitos de artefato criados pela gaiola (Controles x Gaiolas Parciais), efeitos da exclusão de predadores (Gaiolas Parciais x Gaiolas Completas), efeitos da perturbação per se (Gaiolas Completas x Gaiolas Completas Perturbadas) e efeitos da predação em consequência da perturbação (Gaiolas Parciais x Gaiolas Parciais Perturbadas). Análises multivariadas indicaram efeitos de perturbação+predação no experimento de curto prazo e análises univariadas mostraram que a ascídia Didemnum sp1 e o ofiúro Ophiactis sp. foram mais predados após a realização das perturbações. Este efeito foi mantido em médio prazo para Ophiactis sp. Alguns táxons incrustantes apresentaram redução na abundância em função da perturbação realizada em médio prazo e os táxons Haplosyllis sp+ e Protopalithoa variabilis foram menos predados dentro das gaiolas completas quando comparados às gaiolas parciais, da mesma maneira que Lumbrineris inflata no experimento de mais longo prazo. Neste, Haplosyllis sp+ é mais predado após a perturbação. Alguns táxons foram significativamente influenciados pelos tratamentos, especialmente o aumento da pressão de predação gerado pela perturbação que expõem ou danifica os organismos, porém, nem predação nem perturbação causaram alterações na riqueza ou diversidade de espécies. Estes processos ecológicos não atingem toda uma área de maneira uniforme, tanto espacialmente quanto temporalmente, o que pode ter gerado os resultados pouco homogêneos observados.

## Introdução

As algas calcárias são organismos muito abundantes em grande parte dos ecossistemas marinhos rasos (Gherardi & Bosence, 2001) e são vistas como um dos substratos que suportam maior número de espécies no ambiente marinho (Sumida & Pires-Vanin, 1997). Sendo assim, são comparáveis aos recifes de coral em termos de estrutura e diversidade de espécies (Foster, 2001) e são classificadas como ‘bioconstrutoras verdadeiras’, com importante papel na oferta de habitats e proteção de organismos (Jones et al., 1997). Por absorverem o carbono do meio e imobilizá-lo sob a forma de carbonatos, é muito provável que estes organismos tenham um importante papel na retenção do carbono lançado na atmosfera sob a forma de CO<sub>2</sub>, já que cerca de 90% do talo destes vegetais é composto por carbonatos (Oliveira, 1996).

Bancos de algas calcárias são ambientes relativamente comuns em algumas partes do mundo e têm como característica comum o fato de manterem uma grande quantidade de organismos associados. Os estudos neste tipo de ecossistema têm aumentado consideravelmente nos últimos anos, especialmente na Europa, onde existe um programa de pesquisa específico sobre bancos de rodólitos, envolvendo Reino Unido, França, Espanha e Malta, chamado BIOMAERL (em alusão ao termo “maerl”, muitas vezes usado como sinônimo de banco de rodólitos). Como parte deste programa, em 2001, foi realizado na Escócia um Workshop sobre as “bases científicas para conservação e manejo de fundos de ‘maerl’” (Donnan & Moore, 2003a). Dentre os principais resultados deste encontro, estão o reconhecimento deste ecossistema como um recurso não renovável (frente a pressão para exploração do calcário), e os sérios impactos sofridos por estes ambientes e organismos associados em função de dragagem e pesca de arrasto. Ainda assim, poucos estudos abordaram a ecologia de bancos de

rodolitos vivos, especialmente em relação à sua fauna associada e aos processos que estruturam suas populações (Marrack, 1999; Foster, 2001; Donnan & Moore, 2003b).

Apesar de sua indiscutível importância biológica, poucos estudos ecológicos foram realizados neste tipo de ecossistema no mundo e particularmente no Brasil. Bancos de algas coralinas são particularmente comuns na costa brasileira, representando o maior ambiente deposicional de carbonato do mundo (Testa & Bosence, 1999). O limite sul de distribuição deste tipo de ecossistema no Brasil está representado pelo banco de algas da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo que pode ser considerado bastante vulnerável, devido ao seu pequeno tamanho e a inexistência de registros de outros bancos na região.

Em recifes de coral, as interações entre espécies são os principais processos controladores da estrutura da comunidade (Barros et al., 2000) e bancos de rodolitos são comparáveis aos recifes de coral em termos de estrutura e diversidade de espécies (Foster, 2001). A predação é considerada muitas vezes como o processo biológico mais importante na estruturação das comunidades em ambientes marinhos, sendo que o estudo dos efeitos da predação nas populações de presas é fundamental no entendimento dos mecanismos interativos da comunidade (Ayling, 1981; Fairweather, 1990; Yamamoto, 2004).

Predadores podem agir sobre a comunidade de forma direta, por matar as presas e retirá-las da população, alterando, assim, a abundância das populações de presas ou de forma indireta, causando impacto em espécies que não são consumidas por eles diretamente. Muitos estudos suportam o paradigma de que a predação mantém uma alta diversidade da epifauna em substratos consolidados, pois a remoção seletiva de espécies competitivamente dominantes pode prevenir o monopólio do espaço disponível por tais espécies (McGuinness & Underwood, 1986). Por outro lado, se espécies

competitivamente subordinadas (não dominantes) são mais predadas, a diversidade tende a ser menor por reforçar o efeito de dominância (Fairweather, 1990). A remoção dos predadores, nestes casos, pode causar um marcado efeito nas populações de presas e, muitas vezes, na presença e abundância de muitas espécies que não são diretamente consumidas pelo predador (Nybakken, 2001).

Do mesmo modo que a predação, fatores como perturbações podem ser importantes fontes de mortalidade para os organismos marinhos, provendo espaços abertos para o recrutamento e colonização de espécies, o que tende também a aumentar a riqueza e diversidade da comunidade quando em níveis intermediários (Townsend et al., 1997; Wootton, 1998). As perturbações, apesar de intuitivamente serem consideradas prejudiciais aos ecossistemas, pois causam mortalidade por ação direta, muitas vezes podem produzir variabilidade, incrementando a composição específica das comunidades, por ação indireta. Isto porque, perturbações físicas e biológicas não atingem toda uma área uniformemente, resultando em uma distribuição de manchas ao longo do tempo e do espaço (Picket & White, 1985). Um importante efeito indireto da perturbação é a exposição dos organismos à predação. Distúrbios sub-letais que alteram as interações predador-presa são importantes moduladores dos efeitos de predação, e podem ter papel crucial facilitando a disponibilidade de presas (Erikson et al., 2005), reforçando então, os efeitos da predação no ecossistema.

O papel da predação na determinação e composição de comunidades em recifes de corais e ambientes semelhantes não é tão bem estudado ou entendido como nas regiões entremarés (Nybakken, 2001). Estudos experimentais são muito valiosos para o entendimento das interações ecológicas em ambientes marinhos (Underwood, 1996; Connell & Anderson, 1999). Experimentos manipulativos com exclusão dos predadores têm sido realizados desde a segunda metade do século passado, gerando informações

vitais para o entendimento de processos envolvendo predação, porém, manipulações deste tipo nunca foram realizadas em bancos de rodolitos. O presente trabalho representa, portanto, o primeiro experimento de manipulação da densidade de predadores em bancos de rodolitos. Estes ambientes proporcionam substrato duro para fixação de invertebrados marinhos, porém não são consolidados, sendo, por isso, diferentes de outros ecossistemas nos quais o efeito da predação já foi relativamente bem estudado.

No banco de algas calcárias da Reserva Biológica Marinha de Arvoredo observou-se a presença de peixes alimentando-se sobre o banco de algas e que, após uma perturbação física, vários peixes concentravam-se para alimentarem-se nos nódulos virados. Assim, com o objetivo de entender os efeitos da predação e da perturbação sobre a fauna associada aos nódulos, foi realizado um experimento envolvendo exclusão de predadores associado a tratamentos com e sem perturbação com a intenção de testar as hipóteses de que a predação altera significativamente a abundância de espécies de presas, causando uma modificação na estrutura da comunidade e conseqüente aumento da diversidade; e que eventos de perturbação física promovem um aumento na pressão de predação sob os invertebrados do banco de algas.

## Material e Métodos

### Área de estudo

Este projeto foi desenvolvido na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, única Unidade de Conservação desta categoria no Sul do país, mais propriamente no Porto Norte ( $27^{\circ}16'00''S$  e  $48^{\circ}22'41''W$ ) da Ilha do Arvoredo, localizada na costa catarinense, distante cerca de 11 km ao norte da Ilha de Santa Catarina e

aproximadamente 6,5 km do continente. (capítulo 1). No Porto Norte encontra-se um banco de agregados nodulares de algas coralinas de vida livre (rodolitos) em profundidades que vão de 6 a 20 m sobre um fundo arenoso uniforme, cobrindo uma área de aproximadamente 100.000 m<sup>2</sup> (Gherardi, 2004).

Em uma observação geral, os rodolitos formam uma cobertura contínua sobre a areia e a cobertura de algas é homogênea quanto à densidade, dimensões e forma dos rodolitos, exceto nos primeiros metros da margem do banco (Rocha et al., no prelo).

#### Procedimentos de campo

Para avaliar o efeito da predação na comunidade e determinar sua importância para cada grupo zoológico da macrofauna foram realizados experimentos manipulativos utilizando gaiolas de exclusão de predadores. Experimentos utilizando gaiolas de exclusão têm sido bastante usados em estudos ecológicos, mas evidências mostram que existem outros efeitos da gaiola no seu ambiente interno, além da exclusão dos predadores (Stocker, 1986). Dentre os efeitos de artefato criados pela presença física da gaiola no ambiente estão o sombreamento causado pela tela da gaiola e a modificação (diminuição) da circulação de água, o que pode aumentar a sedimentação das partículas em suspensão na água e o recrutamento de espécies no seu interior (Russ, 1980). Além disso, alguns autores, em experimentos utilizando gaiolas de exclusão para grandes predadores no sublitoral, relatam que algumas vezes pequenos predadores invadem as gaiolas, chegando a dizimar a fauna bêntica no seu interior (Reise, 1978). Para verificar a importância deste problema metodológico, criado pela gaiola, é recomendável a utilização simultânea de gaiolas parciais (com aberturas laterais, sem a tela), com o intuito de simular o regime criado pelas gaiolas inteiras, sem, no entanto, excluir os predadores (Kennelly, 1983; Stocker, 1986).

Inicialmente, o experimento de exclusão de predadores consistiu na instalação de 20 gaiolas de exclusão sobre o banco de algas, conforme o modelo da figura 1, sendo 10 gaiolas completas – GC – e 10 gaiolas parciais (com uma das laterais abertas) – GL – dispostas aos pares. As gaiolas de um par ficavam distantes cerca de 1,5 m uma da outra e os pares estavam separados por cerca de 5 m. Cinco destes pares sofreram um tratamento de perturbação mecânica, simulando o efeito de uma ancoragem de embarcação, quando todos os rodolitos dentro das gaiolas foram revirados manualmente, resultando em 2 novos tratamentos: gaiolas completas perturbadas – GCP – e gaiolas parciais perturbadas – GLP.

O experimento foi instalado em 18/04/2002, com coletas posteriores em 25/04 e 21/06 (uma semana e 63 dias depois, respectivamente). Foram utilizadas gaiolas de exclusão com malha de 1,5 cm para excluir os macropredadores. Neste primeiro experimento as dimensões das gaiolas foram de 60 x 60 x 20 cm de altura, para evitar uma diminuição significativa da densidade de rodolitos no seu interior devido às coletas e permitir o acesso dos predadores nas gaiolas parciais. Estas gaiolas foram enterradas alguns centímetros no substrato, para evitar a entrada de predadores por baixo das mesmas.

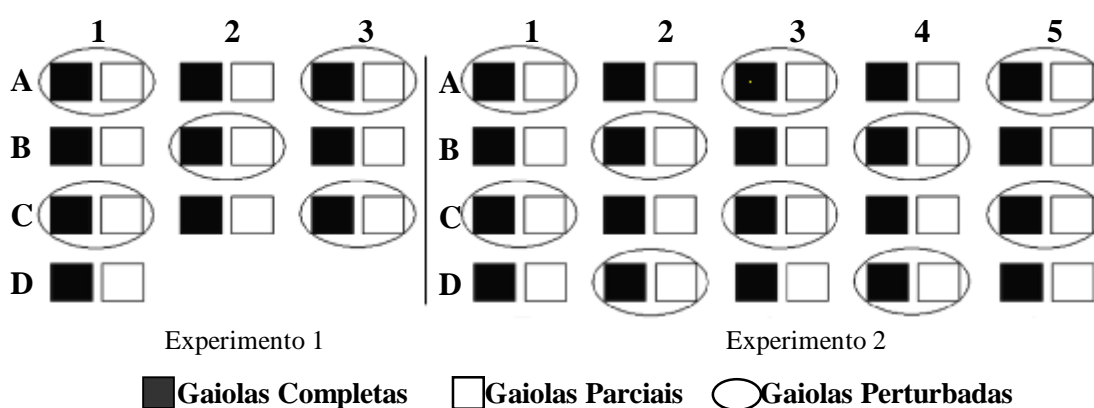


Figura 1. Desenho amostral dos dois experimentos de exclusão de predadores e perturbações artificiais realizados no banco de algas calcárias da Ilha do Arvoredo, SC. O experimento 1 corresponde às coletas de abril e junho de 2002 e o experimento 2 à



Na primeira coleta foram amostrados 4 rodolitos e na segunda 2 rodolitos dentro de cada gaiola. Rodolitos amostrados nas áreas adjacentes às gaiolas serviram como controles – C (5 réplicas em cada coleta). Não foi possível amostrar uma das réplicas do tratamento gaiola parcial na segunda coleta. Apenas rodolitos de tamanho intermediário foram coletados, evitando-se os fragmentos e os nódulos muito grandes. Da mesma maneira evitou-se amostrar rodolitos da espécie Lithophyllum margaritae, pois esta apresenta uma forma de crescimento muito diferente das outras e possui mecanismos para evitar epibiontes, como descamamento (Paulo Horta, 2002, com. pessoal). Depois de cuidadosamente coletadas com sacos plásticos para evitar a fuga da fauna, foram adicionados cristais de mentol para anestesia dos invertebrados e, após 2 horas as amostras foram fixadas em formol 4%.

Os resultados obtidos dos censos de peixes (capítulo 1) e das análises das primeiras coletas demonstraram a necessidade de se realizar um novo experimento. Este segundo experimento foi instalado no dia 16/12/2003 com coleta em 06/04/2004, contando com o dobro do número de réplicas, sendo que as gaiolas parciais tinham aberturas em todos os lados e o tratamento de perturbação foi realizado duas vezes, no dia da instalação e repetido no meio do experimento, agora em dez pares de gaiolas (figs. 1 e 2). Desta vez o experimento durou 112 dias, durante todo o verão, época em que pressão de predação deve atingir seu pico. Como apenas uma coleta estava programada para este experimento, as dimensões das gaiolas utilizadas foram menores (30 x 30 x 20 cm de altura). Em cada réplica dos 4 tratamentos e dos controles foram coletados 2 rodolitos, porém, três gaiolas se perderam durante o experimento, duas completas perturbadas e uma parcial perturbada. Foram realizadas visitas periódicas ao local do experimento para limpeza e manutenção das estruturas (sem retirá-las), evitando-se assim a obliteração das telas das gaiolas.

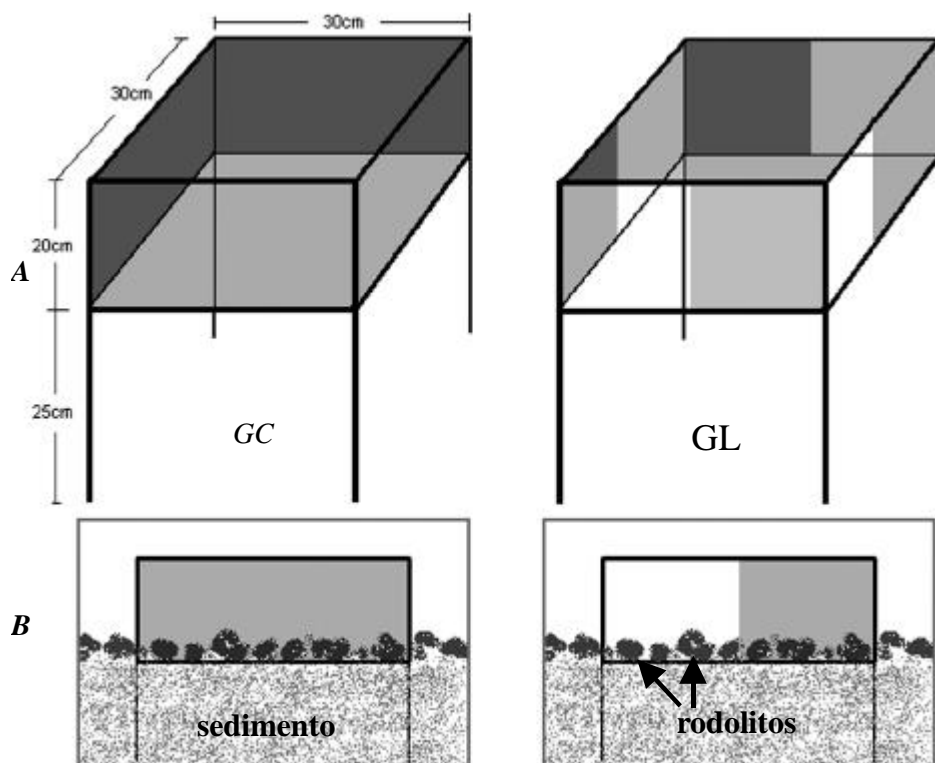


Figura 2. Modelo das gaiolas de exclusão completa (GC) e gaiolas parciais (GL) utilizadas no experimento 2, em vista total (A) e lateral (B).

#### Procedimentos de laboratório

Em laboratório foram tomadas algumas medidas dos nódulos, como os três maiores diâmetros, o volume externo -  $V_1$  (com o rodolito encapsulado com filme plástico) - e o volume real -  $V_2$  (rodolito não encapsulado). Estas variáveis contêm informações sobre as dimensões dos nódulos, forma (por meio da fórmula Esfericidade =  $2X/(Y+Z)$ , onde  $X$  é o maior diâmetro e  $Z$  o menor), e medidas da heterogeneidade dos rodólitos (diferença entre os volumes). Estas medidas representam fatores importantes para os organismos associados e foram comparadas entre os tratamentos para verificar se possíveis diferenças nestas variáveis poderiam causar diferenças observadas na abundância da fauna.

Cada rodolito foi quebrado em 8 pedaços semelhantes e toda a macrofauna maior que 1 mm foi quantificada: inicialmente os animais coloniais e incrustantes foram quantificados pela frequência de ocorrência nos 8 fragmentos de cada rodolito (devido ao tamanho dos nódulos coletados, não foi possível quebrá-los em mais pedaços), como forma de se aproximar este valor a uma medida de abundância como porcentagem de cobertura; animais simples foram contados ou cuidadosamente retirados das algas-substrato e do líquido de fixação, separados e contados posteriormente. Uma espécie de Nematoda foi quantificada pela frequência de ocorrência nos rodolitos, pois os animais eram muito abundantes e quebradiços, dificultando sua contagem. Por outro lado, o zoantídeo Protopalithoa variabilis, mesmo sendo colonial, foi quantificado pela contagem dos pólipos nos rodolitos. Foi calculada a média da abundância de cada táxon da macrofauna por rodolito em cada réplica. Para aqueles táxons contados foi calculado o número de indivíduos por ml de alga, dividindo-se o número de indivíduos por rodolito pelo volume real (V<sub>2</sub>) destes rodolitos, sendo estas variáveis utilizadas para comparar os tratamentos.

#### *Análises dos dados*

Os tratamentos foram comparados quanto à dimensão, forma e volume dos rodolitos coletados por meio de análises multivariadas (MDS e ANOSIM) e testes univariados (teste *t*) separadamente em cada data de coleta. O método de ordenação MDS (non-metric Multi Dimensional Scaling) estabeleceu a disposição gráfica dos rodolitos coletados em cada tratamento a partir de uma matriz de similaridade criada com as variáveis diâmetros X, Y e Z, volumes externo e real e índice de Esfericidade. A matriz de similaridade foi construída com os dados logarimizados e utilizando o método da distância euclidiana padronizada, por se tratarem de medidas morfométricas com

diferentes unidades. No gráfico de MDS a proximidade dos pontos reflete diretamente a similaridade entre eles. Para testar a diferença entre os rodolitos de cada coleta, foi realizado o teste de ANOSIM (análise de similaridade) que se baseia no ranking de similaridade entre as réplicas de cada tratamento.

Da mesma forma, a comunidade associada às algas coletadas foi comparada entre os tratamentos por meio de análises multivariadas (MDS e ANOSIM). A matriz de similaridade para a fauna colonial (quantificada pela frequência de ocorrência) foi criada a partir do arcoseno dos dados (método tradicionalmente usado para normalizar dados de porcentagem) enquanto os valores dos táxons solitários (contados) foram transformados para  $\text{Log}(x+1)$ . Em ambos os casos foi utilizado o índice de Bray-Curtis para estabelecer as similaridades. Descritores ecológicos como riqueza de espécies, diversidade de Shannon ( $H'$ ) e Equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) foram calculados e comparados entre os tratamentos para cada coleta.

Para evitar que possíveis diferenças no tamanho dos rodolitos entre as datas ou mesmo entre as réplicas de tratamento pudessem influenciar nas comparações da fauna, os valores de abundância dos táxons quantificados por contagem foram transformados em abundância por ml, dividindo-se a média do número de indivíduos de cada táxon por rodolito em cada réplica, pela média do volume real ( $V_2$ ) dos rodolitos desta réplica, padronizando, assim, as quantificações e permitindo a comparação entre os tratamentos.

A abundância das principais espécies foi comparada entre os tratamentos, com dados transformados (arcoseno para os táxons quantificados pela frequência de ocorrência e  $\text{Log}(x+1)$  para os táxons contados) para atingir a normalidade e homogeneidade de variâncias. As comparações foram realizadas para se detectar efeitos de artefato criados pela gaiola (Controles x Gaiolas Parciais), efeitos da exclusão de predadores (Gaiolas Parciais x Gaiolas Completas), efeitos da perturbação per se

(Gaiolas Completas x Gaiolas Completas Perturbadas) e efeitos da predação em consequência da perturbação (Gaiolas Parciais x Gaiolas Parciais Perturbadas)

Assim, se o padrão de abundância da fauna nas áreas controle for diferente do observado dentro das gaiolas parciais ( $C \neq GL$ ), isto indica um efeito de artefato gerado pela presença da gaiola, afinal, a predação deveria estar ocorrendo nas duas situações. Mesmo sendo detectado qualquer efeito de artefato, as comparações seguintes envolvem sempre pares de tratamentos com gaiolas (completas ou parciais), ou seja, se existe um efeito de artefato criado pelas gaiolas, este efeito deve ocorrer de maneira semelhante em todos os tratamentos, possibilitando, desta forma, as comparações e interpretações a seguir. Para se observar um efeito significativo da predação, é necessário que o padrão de abundância da fauna seja diferente dentro das gaiolas parciais e completas, nas quais os predadores foram excluídos ( $GL \neq GC$ ). Por outro lado, se o padrão for o mesmo nestes dois tipos de gaiola ( $GL = GC$ ), isto significa que a predação não exerce influência importante sobre a fauna. Se for observada diferença entre as gaiolas completas e gaiolas completas perturbadas ( $GC \neq GCP$ ), isto indica que esta diferença se deve à outros fatores gerados pela perturbação não relacionados com a predação externa, como morte ou fuga da fauna, uma vez que os peixes não têm acesso ao interior destas gaiolas. Por outro lado, se as gaiolas parciais não perturbadas apresentarem abundância da fauna diferente das parciais perturbadas ( $GL \neq GLP$ ), então o evento de perturbação mecânica deve ter influenciado significativamente o processo de predação.

Os resultados obtidos na coleta de abril/2002 refletem efeitos considerados mais agudos (7 dias) enquanto na coleta de abril/2004 serão observados efeitos mais crônicos dos tratamentos, por ser um experimento de prazo mais longo (112 dias).

## Resultados

### Características das algas substrato

Foram coletados ao todo 261 rodolitos, sendo 105 na coleta de abril/2002, 62 na coleta de junho/2002 e 94 em abril/2004, distribuídos nos quatro tratamentos e áreas controle. Os nódulos foram identificados e medidos (10 nódulos da coleta de abril/2002 não foram identificados e um deles não foi medido). A composição específica das algas substrato coletadas foi semelhante entre os tratamentos e controles para cada coleta (fig. 3). Em todas as coletas a alga Mesophyllum erubecens foi a mais abundante nas amostras (65,7%), seguida de Lithothamnion superpositum (28,7%), enquanto Lithophyllum stictaeforme e Lithophyllum margaritae foram raras ou mesmo ausentes na maioria das amostras (fig. 3D). Na coleta de abril/2002 M. erubecens e L. superpositum tiveram importância semelhante (fig. 3A), mas M. erubecens dominou nas coletas seguintes (fig. 3B e C). Estas duas espécies de algas mais abundantes são as que possuem arquitetura mais similar.

As análises multivariadas realizadas para cada data, utilizando as variáveis morfométricas dos rodolitos (diâmetros, volumes externo e real e Esfericidade) mostraram que os rodolitos das áreas controles foram significativamente diferentes dos rodolitos das gaiolas parciais em abril/2002 (tab. I, fig. 4A). Não foi detectada diferença entre os tratamentos comparados para as outras coletas (tab. I, fig. 4B e C). Os rodolitos das áreas controle foram menores e menos volumosos que em outros tratamentos em abril/2002 (tab. II). Apesar de não detectada pela ANOSIM, a situação inversa foi observada em abril/2004 quando os rodolitos das áreas controle apresentaram medidas maiores que em outros tratamentos, especialmente quanto ao volume externo dos rodolitos (tab. II). O índice de esfericidade não diferiu entre os tratamentos de nenhuma coleta.

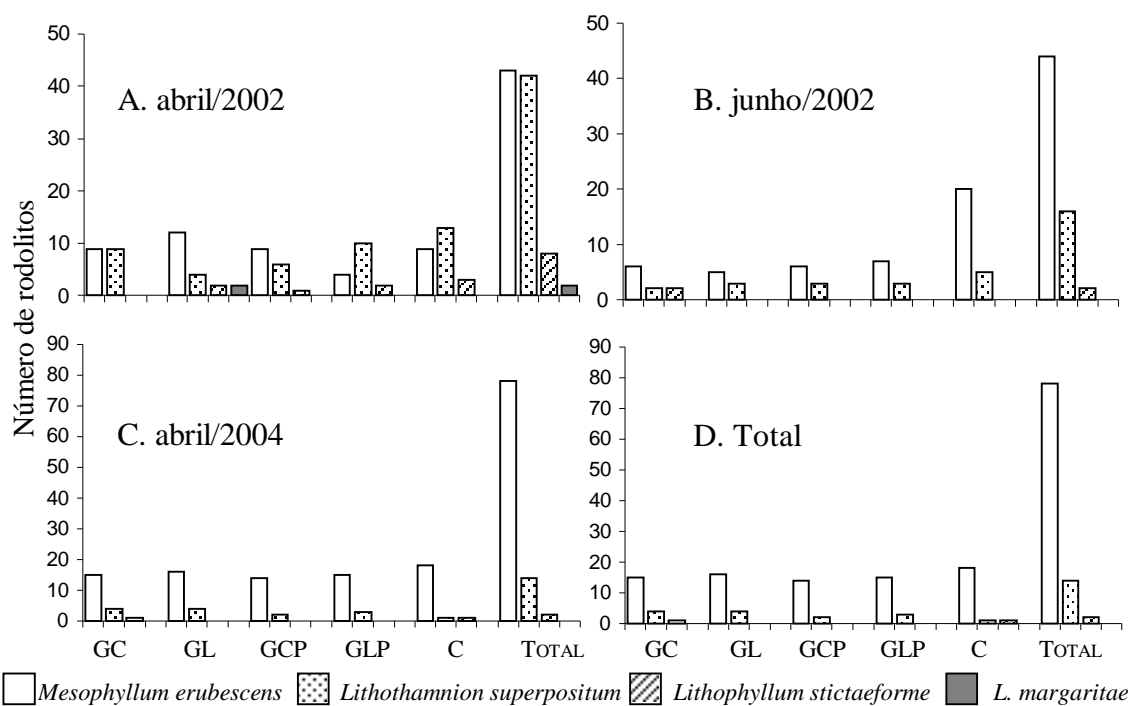


Figura 3. Número de rodolitos de cada espécie de alga calcária coletada, em cada tratamento das três coletas realizadas (n = 96, 62 e 94, respectivamente) e do total de rodolitos coletados (n = 251). C = controles, GC = gaiola completa, GL = gaiola

Tabela I. Comparações entre os pares de tratamentos (ANOSIM) para cada uma das três coletas realizadas, com base nas variáveis morfométricas dos rodolitos. C = Controle, GC = Gaiola Completa, GCP = Gaiola Completa Perturbada, GL = Gaiola Parcial, GLP = Gaiola Parcial Perturbada. \* = diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

Comparações	abril/2002		junho/2002		abril/2004	
	R	p	R	p	R	P
Global	0,192	0,018*	-0,077	0,816	0,056	0,083
C – GL	0,392	0,024*	-0,131	0,762	0,100	0,091
GL – GC	-0,116	0,905	0,025	0,357	-0,050	0,765
GC – GCP	-0,092	0,754	0,080	0,222	-0,094	0,978
GL – GLP	0,172	0,127	-0,200	0,960	0,012	0,342

Devido à baixa velocidade de crescimento destas algas coralináceas (em torno de 1 mm/ano) (Foster, 2001), não se espera que os tratamentos tenham qualquer influência sobre as dimensões e forma dos rodolitos, devido à curta duração dos experimentos. Porém, durante as coletas, enquanto os nódulos controles eram simplesmente apanhados do fundo, aqueles de dentro das gaiolas tinham acesso mais restrito (era preciso abrir uma parte do teto das gaiolas, inserir o saco plástico nesta abertura e então coletar os rodolitos), o que pode ter causado as diferenças observadas, mesmo buscando-se selecionar para a coleta apenas rodolitos de tamanho médio. Os fragmentos e nódulos pequenos foram evitados, bem como os nódulos maiores (com 10 até 20 cm de diâmetro).

Dos 260 rodolitos medidos, somadas todas as coletas, apenas 21,5 % foram considerados esféricos, com os três diâmetros semelhantes. A grande maioria, 204 rodolitos ou 78,5 %, tiveram valor de Esfericidade igual a 1,2 ou maior, indicando que possuem uma forma irregular (capítulo 1).

O volume real do talo da alga (V2) foi aproximadamente a metade do volume obtido com o rodolito envolvido em filme plástico (V1). Assim, o volume dos espaços internos (V1-V2) dos rodolitos foi praticamente igual ao volume do próprio talo da alga, evidenciando a grande heterogeneidade arquitetural que a estrutura da alga oferece, disponibilizando muitos refúgios para a fauna críptica e incrustante.



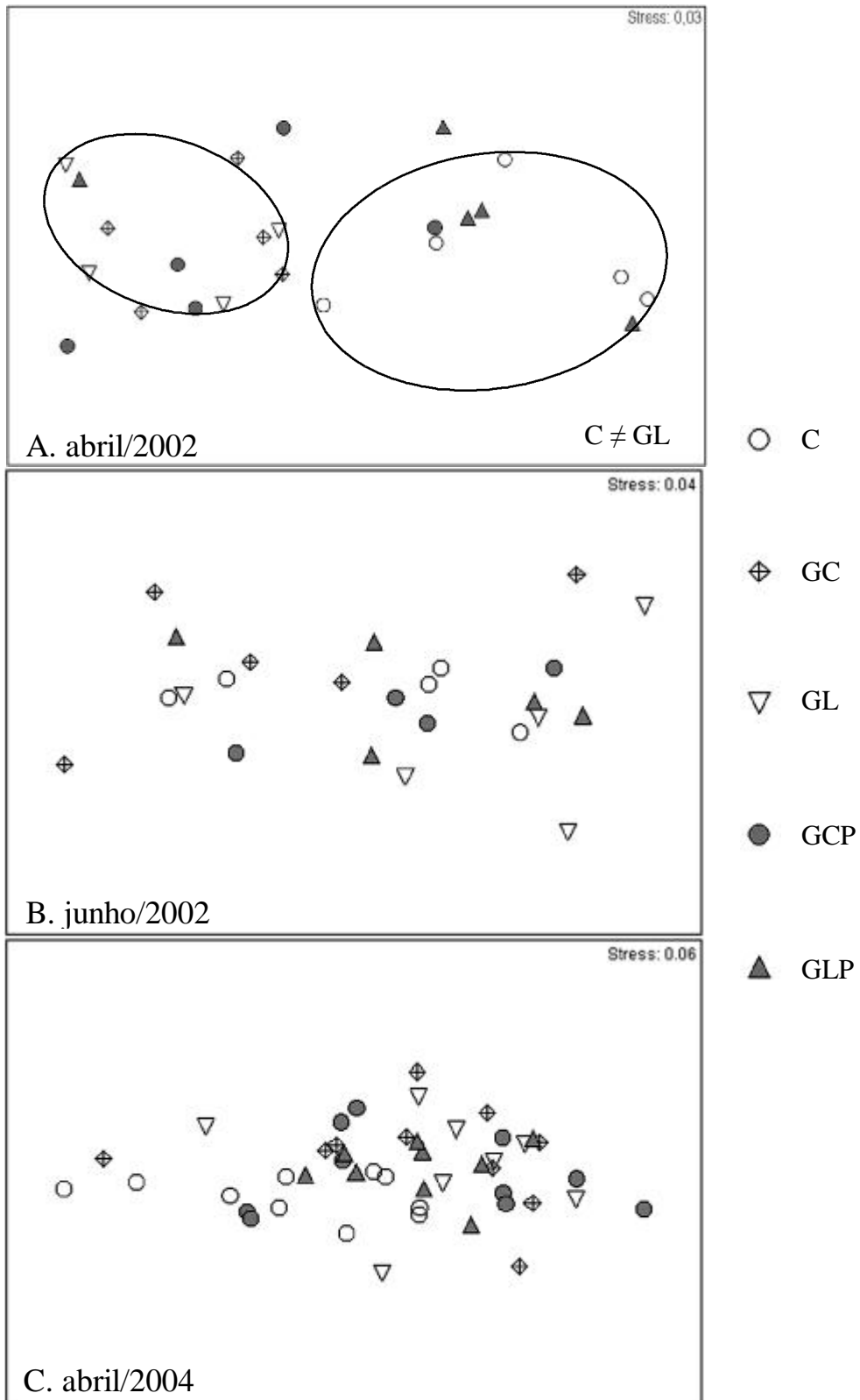


Figura 4. MDS das medidas morfométricas dos rodólitos (logaritmizadas e utilizando a distância euclidiana padronizada para criar a matriz de similaridade) entre os tratamentos das 3 coletas realizadas. Estão demarcadas as réplicas de alguns tratamentos significativamente diferentes. C = Controle, GC = Gaiola Completa, GCP = Gaiola Completa Perturbada, GL = Gaiola Parcial, GLP = Gaiola Parcial Perturbada.

Tabela II. Média (intervalo de confiança) das medidas das variáveis morfométricas dos rodolitos e resultados das comparações entre tratamentos para cada coleta (n=104 em abril/2002, 62 em junho/2002 e 94 em abril/2004). Em todos os casos que o teste foi significativo (\* indica  $p < 0,05$ ), o teste de Tukey apontou quais tratamentos diferiram entre si. C = Controle, GC = Gaiola Completa, GCP = Gaiola Completa Perturbada, GL = Gaiola Parcial, GLP = Gaiola Parcial Perturbada; G.L. = graus de liberdade; S.Q. = soma de quadrados.

	Média (intervalo de confiança) das medidas					ANOVA			
	C	GC	GCP	GL	GLP	Fonte	G.L.	S.Q.	F
<b>abril/2002</b>									
Diâmetro Médio (cm)	6,0 (0,2)	6,7 (0,3)	6,7 (0,4)	6,9 (0,4)	6,4 (0,4)	Tratamento Erro Erro Total	4 99 103	0,05 0,27 0,32	4,9 * C<GC,GCP,GL
V1 (ml)	93,0 (10,7)	128,8 (17,9)	128,8 (19,1)	127,8 (19,1)	104,9 (24,1)	Tratamento Erro Erro Total	4 99 103	0,35 2,11 2,46	4,1 * C<GC,GCP,GL
V2 (ml)	45,0 (6,0)	65,0 (9,4)	65,0 (11,0)	63,8 (11,9)	65,3 (12,3)	Tratamento Erro Erro Total	4 99 103	0,38 3,03 3,41	3,1 * C<GC,GCP
Esfericidade	1,3 (0,0)	1,3 (0,1)	1,4 (0,1)	1,3 (0,1)	1,3 (0,1)	Tratamento Erro Erro Total	4 99 103	0,02 0,21 0,23	1,8
<b>junho/2002</b>									
Diâmetro Médio (cm)	7,0 (0,4)	6,8 (0,8)	7,5 (0,9)	7,3 (0,6)	7,1 (0,8)	Tratamento Erro Erro Total	4 57 61	0,01 0,25 0,26	0,6
V1 (ml)	147,0 (19,2)	139,4 (48,5)	186,1 (72,1)	155,5 (32,7)	158,8 (47,1)	Tratamento Erro Erro Total	4 57 61	0,06 1,85 1,92	0,5
V2 (ml)	73,3 (10,3)	62,5 (19,4)	93,8 (32,7)	82,0 (19,8)	78,8 (24,5)	Tratamento Erro Erro Total	4 57 61	0,16 2,11 2,28	1,1
Esfericidade	1,3 (0,1)	1,3 (0,1)	1,4 (0,2)	1,4 (0,1)	1,4 (0,1)	Tratamento Erro Erro Total	4 57 61	0,00 0,17 0,17	0,1
<b>abril/2004</b>									
Diâmetro Médio (cm)	7,9 (0,4)	7,1 (0,4)	7,2 (0,6)	7,1 (0,6)	7,2 (0,3)	Tratamento Erro Erro Total	4 89 93	0,04 0,33 0,37	2,7 * C>GL
V1 (ml)	225,0 (36,7)	161,3 (32,8)	154,3 (38,8)	162,2 (30,9)	155,6 (15,5)	Tratamento Erro Erro Total	4 89 93	0,39 2,12 2,52	4,1 * C>GC,GCP,GL,GLP
V2 (ml)	109,0 (20,8)	85,6 (19,8)	80,5 (23,4)	79,1 (15,6)	80,9 (9,7)	Tratamento Erro Erro Total	4 89 93	0,30 3,05 3,35	2,2
Esfericidade	1,3 (0,0)	1,4 (0,1)	1,4 (0,1)	1,4 (0,1)	1,3 (0,1)	Tratamento Erro Erro Total	4 89 93	0,02 0,25 0,28	2,1

## Fauna associada aos rodolitos

Ao todo, foram identificados 168 táxons da macrofauna associada aos rodolitos calcários. Alguns dos táxons definidos são formados por complexos de espécies que não foram separadas nas triagens (p. e. ‘Serpulidae ni’, que engloba todas as espécies de poliquetos serpulídeos em um único grupo). Destes, 113 foram quantificados nas amostras, sendo 22 táxons quantificados pela frequência de ocorrência e 91 táxons quantificados pela contagem do número de indivíduos. Os táxons não quantificados nas amostras geralmente ocorreram esporadicamente e com baixa abundância ou foram quantificados em conjunto (p. ex. 5 espécies de briozoários incrustantes que foram quantificadas em conjunto no táxon ‘Cheilostomata’ e só posteriormente foram identificadas).

Somando todos os tratamentos da coleta de abril/2004, que teve uma identificação e quantificação mais completa, pode-se dizer que cada rodolito coletado continha em média 57 táxons da macrofauna, sendo 13 coloniais (quantificados pela frequência de ocorrência) e 44 solitários (quantificados por contagem de indivíduos). As comparações da abundância da fauna entre os tratamentos foram realizadas separadamente para cada coleta e para animais quantificados pela frequência de ocorrência e animais contados unitariamente.

Em algumas ocasiões foram observados potenciais predadores, peixes juvenis (*Haemulon* sp.) e estrelas do mar (*Echinaster brasiliensis*), dentro de gaiolas completas durante os experimentos. Apesar disto, a abundância da fauna nestas gaiolas não pareceu apresentar um padrão diferente das outras réplicas do mesmo tratamento na mesma data. Assim, estas ainda foram utilizadas nas análises.

### Animais coloniais ou incrustantes

A riqueza, a equitabilidade e a diversidade dos táxons coloniais ou incrustantes (+ Nematoda ni), de modo geral, não diferiram entre os tratamentos (fig. 5). No experimento de curto prazo (abril/2002) apenas o tratamento de perturbação+predação causou redução na riqueza de táxons ( $t = 3,7$ ;  $p < 0,05$ ;  $GL > GLP$ ), no entanto, nem a equitabilidade nem a diversidade foram afetadas por este tratamento. O mesmo resultado também pode ser observado quando se analisa a comunidade pela ANOSIM (tab. III; fig. 6A). Apesar dos efeitos observados na comunidade, quando se analisa as espécies mais abundantes (com frequência  $> 10\%$  dos fragmentos), verifica-se que apenas Didemnum sp1 sofreu redução na abundância em função do tratamento perturbação+predação (tab. IV) no experimento de curto prazo. A esponja Pachataxa sp. foi mais abundante quando excluídos os predadores ( $GL < GC$ ).

Em médio prazo (junho/2002), o efeito da perturbação+predação já não pôde ser detectado. Neste momento os rodolitos das áreas controle apresentaram maior riqueza mas a grande variabilidade na riqueza entre as réplicas dos diversos tratamentos impossibilitou a detecção de uma diferença significativa. A equitabilidade, no entanto, foi significativamente menor entre os controles e as gaiolas parciais ( $t = 3,3$  e  $p < 0,05$ ), demonstrando um efeito de artefato para este índice, nesta coleta. Foi observado um efeito direto da perturbação (tab. III; fig. 6B), sendo que os táxons Nematoda ni, D. listerianum e C. hemisphaerica foram menos abundantes nas áreas perturbadas (tab. V). Foi observado também um efeito de artefato para C. hemisphaerica ( $C > GL$ ).

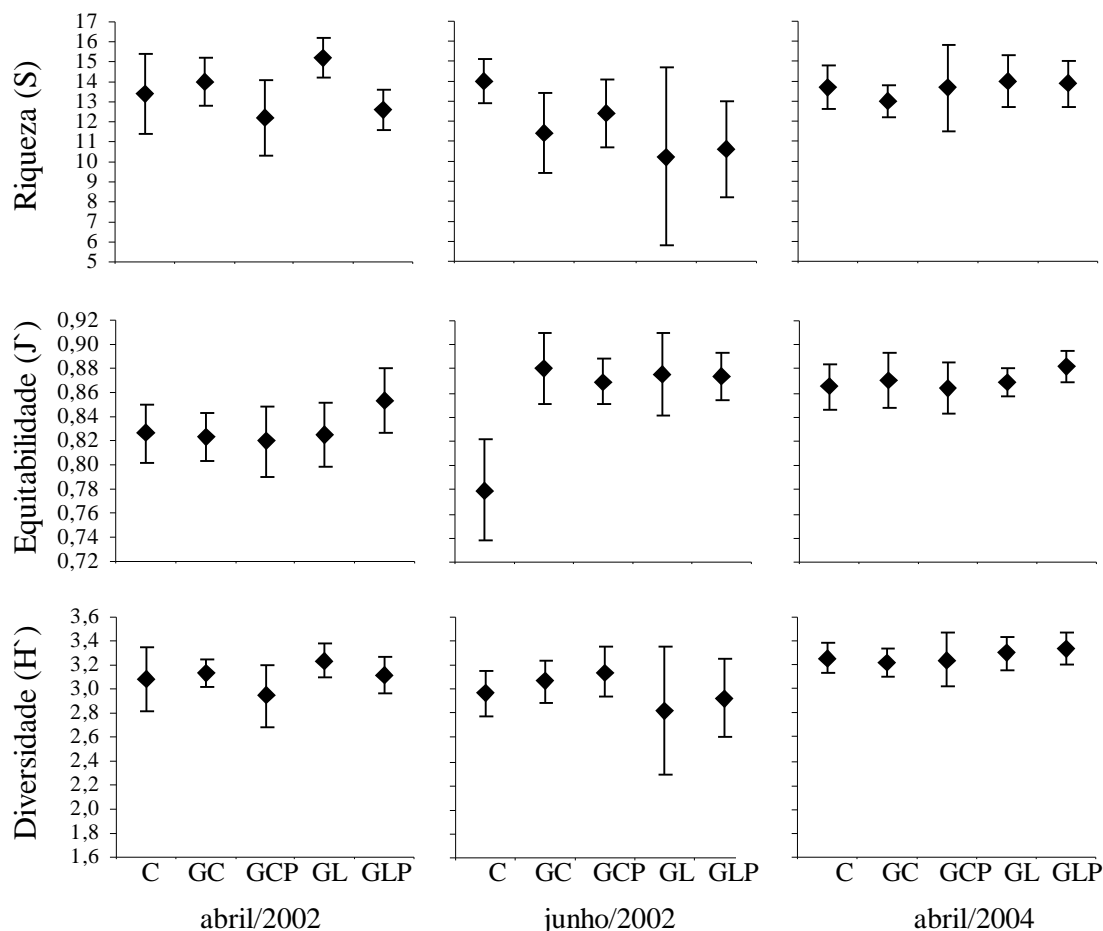


Figura 5. Média e intervalo de confiança da Riqueza (S), Equitabilidade (J') e Diversidade (H') para os táxons coloniais ou incrustantes (quantificados pela freqüência) em cada tratamento de cada uma das coletas. C = Controle, GC = Gaiola Completa, GCP = Gaiola Completa Perturbada, GL = Gaiola Parcial, GLP = Gaiola Parcial Perturbada.

Tabela III. Comparações entre os pares de tratamentos (ANOSIM) para cada uma das três coletas realizadas, com base na abundância dos táxons coloniais ou incrustantes (quantificados pela freqüência de ocorrência nos rodolitos) utilizando valores transformados para arcoseno. C = Controle, GC = Gaiola Completa, GCP = Gaiola Completa Perturbada, GL = Gaiola Parcial, GLP = Gaiola Parcial Perturbada; \* = diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

Comparações	abril/2002		junho/2002		abril/2004	
	R	p	R	p	R	P
Global	0,021	0,354	0,111	0,046*	0,030	0,168
C – GL	0,080	0,222	0,244	0,056	0,068	0,125
GL – GC	0,056	0,317	0,069	0,310	-0,036	0,705
GC – GCP	-0,028	0,587	0,340	0,032*	0,012	0,373
GL – GLP	0,252	0,008*	-0,013	0,492	-0,011	0,549

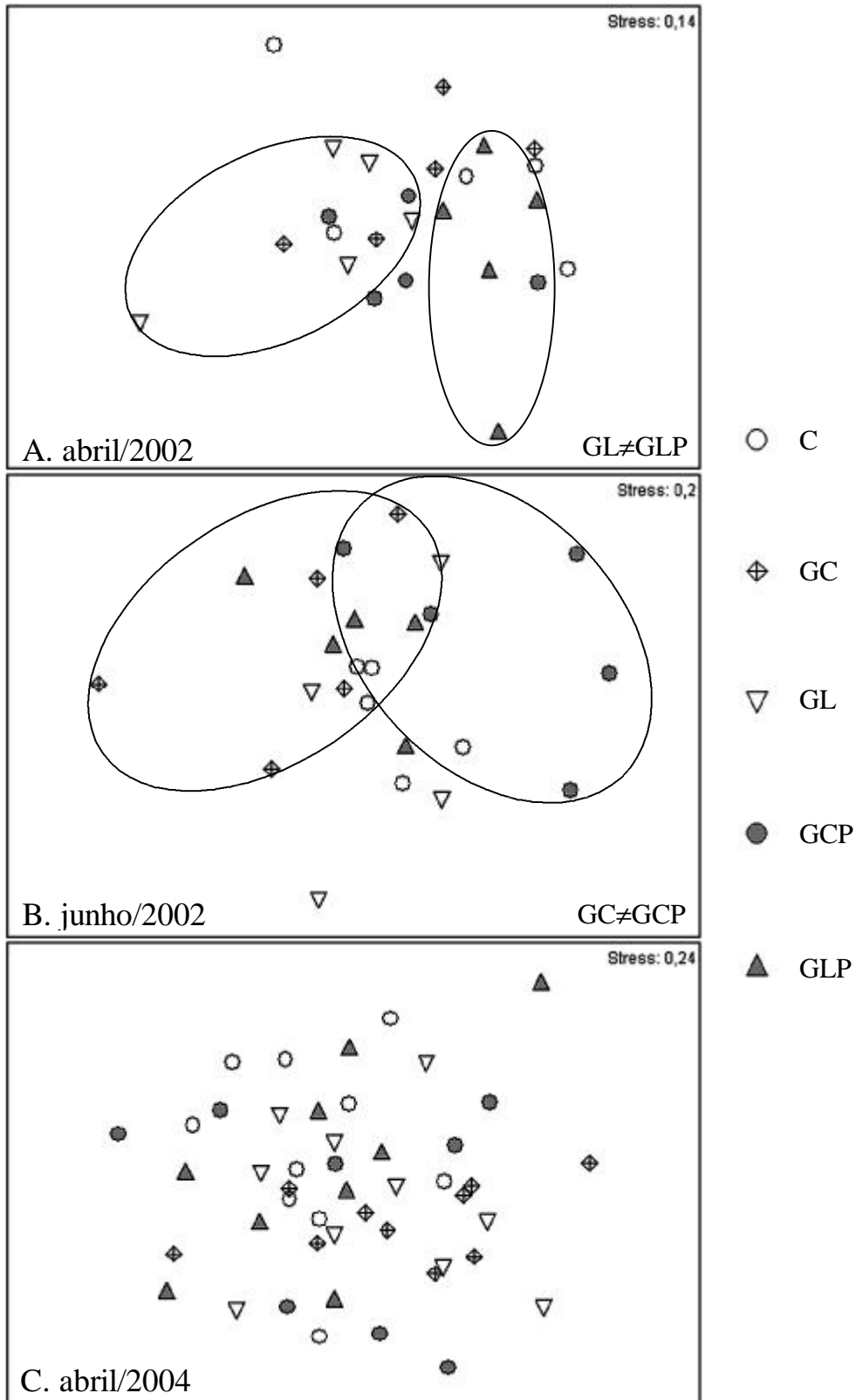


Figura 6. MDS da abundância dos táxons coloniais ou incrustantes (quantificados pela frequência de ocorrência) com valores transformados para arcoseno e utilizando o índice de Bray-Curtis para criar a matriz de similaridade, entre os tratamentos das 3 coletas. Estão demarcadas as réplicas de alguns tratamentos

No experimento de mais longo prazo (abril/2004), os tratamentos não causaram nenhum efeito na riqueza, equitabilidade e diversidade dos táxons coloniais. Da mesma forma, a comunidade foi bastante similar entre os tratamentos (tab. III; fig. 6C). Foi detectado apenas um efeito de artefato para a esponja *Pachataxa* sp., sendo esta mais abundante nas gaiolas parciais (tab. VI).

Tabela IV. Média (intervalo de confiança) da frequência de ocorrência em 8 fragmentos de rodolitos para os táxons com frequência média > 10% em abril/2002 e resultados das comparações entre os tratamentos. C = controles; GC = gaiolas completas; GCP = gaiolas completas perturbadas; GL = gaiolas parciais; GLP = gaiolas parciais perturbadas; \* diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

	Tratamentos					Teste t			
	C N = 5	GC N = 5	GCP N = 5	GL N = 5	GLP N = 5	t C - GL	t GL - GC	t GC - GCP	t GL - GLP
<i>Pachataxa</i> sp.	0,85 (0,14)	0,89 (0,15)	0,87 (0,05)	0,71 (0,04)	0,86 (0,15)	2,0	2,4* GL<GC	0,9	2,0
<i>Didemnum</i> sp 1	0,75 (0,14)	0,86 (0,12)	0,84 (0,17)	0,89 (0,08)	0,70 (0,06)	1,8	0,5	0,1	3,0* GL>GLP
Nematoda ni	0,65 (0,14)	0,67 (0,09)	0,53 (0,07)	0,53 (0,17)	0,60 (0,11)	1,1	1,3	2,3	0,6
<i>Darwinella</i> sp.	0,53 (0,18)	0,41 (0,12)	0,32 (0,14)	0,32 (0,15)	0,35 (0,09)	1,7	0,9	0,9	0,3
<i>Nolella</i> <i>gigantea</i>	0,29 (0,10)	0,27 (0,19)	0,21 (0,12)	0,24 (0,13)	0,40 (0,15)	0,5	0,3	0,5	1,6
Cheilostomata ni	0,23 (0,15)	0,27 (0,10)	0,13 (0,08)	0,19 (0,05)	0,19 (0,03)	0,6	1,3	2,0	0,0
<i>Diplosoma</i> <i>listerianum</i>	0,22 (0,14)	0,17 (0,07)	0,12 (0,06)	0,29 (0,15)	0,13 (0,07)	0,7	1,4	1,0	1,8
<i>Euistoma</i> sp.	0,13 (0,12)	0,14 (0,08)	0,10 (0,08)	0,18 (0,06)	0,11 (0,12)	0,6	0,6	0,8	0,9

#### Animais solitários

De modo geral, a riqueza, equitabilidade e a diversidade não diferiram entre os tratamentos comparados em nenhuma das três coletas (fig. 7). Entretanto, no experimento de curto prazo (abril/2002), a comunidade do tratamento de

perturbação+predação (GLP) foi significativamente diferente da comunidade sem perturbação (GL) (tab. VII; fig. 8A).

Tabela V. Média (intervalo de confiança) da frequência de ocorrência em 8 fragmentos de rodolitos para os táxons com frequência média > 10% em junho/2002 e resultados das comparações entre os tratamentos. C = controles; GC = gaiolas completas; GCP = gaiolas completas perturbadas; GL = gaiolas parciais; GLP = gaiolas parciais perturbadas; \* diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

	Tratamentos					Teste t			
	C N = 5	GC N = 5	GCP N = 5	GL N = 4	GLP N = 5	t C - GL	t GL - GC	t GC - GCP	t GL - GLP
<i>Pachataxa</i> sp.	0,94 (0,06)	0,90 (0,17)	0,74 (0,15)	0,92 (0,14)	0,92 (0,10)	0,1	0,1	1,5	0,2
<i>Didemnum</i> sp1	0,85 (0,06)	0,79 (0,23)	0,91 (0,12)	0,80 (0,15)	0,94 (0,05)	0,1	0,2	0,8	1,3
Nematoda ni	0,59 (0,18)	0,69 (0,11)	0,37 (0,19)	0,58 (0,17)	0,61 (0,16)	0,1	1,1	2,6 * GC>GCP	0,3
<i>Darwinella</i> sp.	0,41 (0,14)	0,55 (0,21)	0,32 (0,17)	0,36 (0,38)	0,54 (0,24)	0,2	0,9	1,5	0,8
<i>Nolella</i> <i>gigantea</i>	0,21 (0,04)	0,24 (0,29)	0,29 (0,21)	0,31 (0,23)	0,31 (0,16)	0,9	0,2	0,1	0,0
Cheilostomata ni	0,14 (0,07)	0,20 (0,27)	0,42 (0,17)	0,30 (0,17)	0,21 (0,09)	1,9	0,4	0,2	0,9
<i>Diplosoma</i> <i>listerianum</i>	0,13 (0,10)	0,31 (0,10)	0,14 (0,09)	0,17 (0,13)	0,22 (0,17)	0,4	1,7	2,5* GC>GCP	0,5
<i>Clythia</i> <i>hemisphaerica</i>	0,13 (0,08)	0,33 (0,16)	0,06 (0,06)	0,02 (0,03)	0,15 (0,16)	2,5 * C>GL	3,1* GL<GC	2,9* GC>GCP	1,4

A investigação das espécies que poderiam estar causando o efeito descrito acima revelou que o ofiúro *Ophiactis* sp. diminuiu sua abundância em consequência do aumento da predação promovido pela perturbação (tab. VIII). O ofiúro ainda mostrou diferenças entre as áreas controle e gaiolas parciais, indicando um efeito de artefato no sentido de aumentar sua abundância dentro das gaiolas.

Em junho/2002, não se observou o efeito de perturbação+predação para a comunidade (tab. VII; fig. 8B). Este mesmo efeito foi detectado para o zoantídeo *P. variabilis* que foi mais abundante nas gaiolas parciais quando comparadas às gaiolas



parciais perturbadas (tab. IX). Um efeito da exclusão dos predadores pôde ser observado para o táxon Haplosyllis sp.+ (na verdade um complexo de espécies formado principalmente pelo poliqueto Haplosyllis cf. spongicola e em menor proporção por Syllis (Typosyllis) hyalina e Syllis (Ehlersia) cornuta), que foi mais abundante quando protegido dos predadores (GL<GC). Este táxon foi também mais abundante nas gaiolas completas do que nas completas perturbadas.

Tabela VI. Média (intervalo de confiança) da frequência de ocorrência em 8 fragmentos de rodólitos para os táxons com frequência média > 0,1 em abril/2004 e resultados das comparações entre os tratamentos. C = controles; GC = gaiolas completas; GCP = gaiolas completas perturbadas; GL = gaiolas parciais; GLP = gaiolas parciais perturbadas; \* diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

	Tratamentos					Teste t			
	C N = 10	GC N = 10	GCP N = 8	GL N = 10	GLP N = 9	t C - GL	t GL - GC	t GC - GCP	t GL - GLP
<i>Didemnum</i> sp 1	0,96 (0,03)	0,85 (0,08)	0,92 (0,09)	0,86 (0,13)	0,95 (0,07)	1,3	0,5	1,2	1,1
<i>Pachataxa</i> sp.	0,84 (0,09)	0,95 (0,04)	0,83 (0,15)	0,94 (0,06)	0,88 (0,11)	2,5 * C<GL	0,2	1,1	1,0
Nematoda ni	0,81 (0,15)	0,81 (0,10)	0,74 (0,14)	0,73 (0,14)	0,74 (0,10)	0,9	0,6	0,8	0,1
<i>Darwinella</i> sp.	0,49 (0,11)	0,52 (0,14)	0,62 (0,08)	0,59 (0,10)	0,45 (0,10)	1,2	0,6	0,9	1,8
<i>Diplosoma</i> <i>listerianum</i>	0,52 (0,14)	0,42 (0,09)	0,43 (0,17)	0,43 (0,10)	0,49 (0,13)	1,1	0,0	0,2	0,8
<i>Eudistoma</i> sp.	0,26 (0,09)	0,27 (0,12)	0,31 (0,08)	0,34 (0,10)	0,33 (0,09)	1,1	0,8	0,4	0,1
Cheilostomata ni	0,26 (0,10)	0,28 (0,09)	0,28 (0,14)	0,27 (0,10)	0,33 (0,12)	0,1	0,2	0,5	0,7
<i>Clythia</i> <i>hemisphaerica</i>	0,32 (0,10)	0,11 (0,06)	0,08 (0,06)	0,18 (0,09)	0,31 (0,15)	2,0	1,3	0,7	1,4
<i>Nolella</i> <i>gigantea</i>	0,13 (0,10)	0,19 (0,10)	0,16 (0,12)	0,17 (0,13)	0,24 (0,11)	0,3	0,3	0,3	0,8
<i>Trachycladus</i> sp.	0,14 (0,17)	0,12 (0,12)	0,22 (0,23)	0,16 (0,10)	0,21 (0,22)	0,0	0,4	0,8	0,5
<i>Didemnum</i> sp3	0,08 (0,04)	0,14 (0,09)	0,14 (0,07)	0,09 (0,06)	0,09 (0,06)	0,3	0,8	0,0	0,1

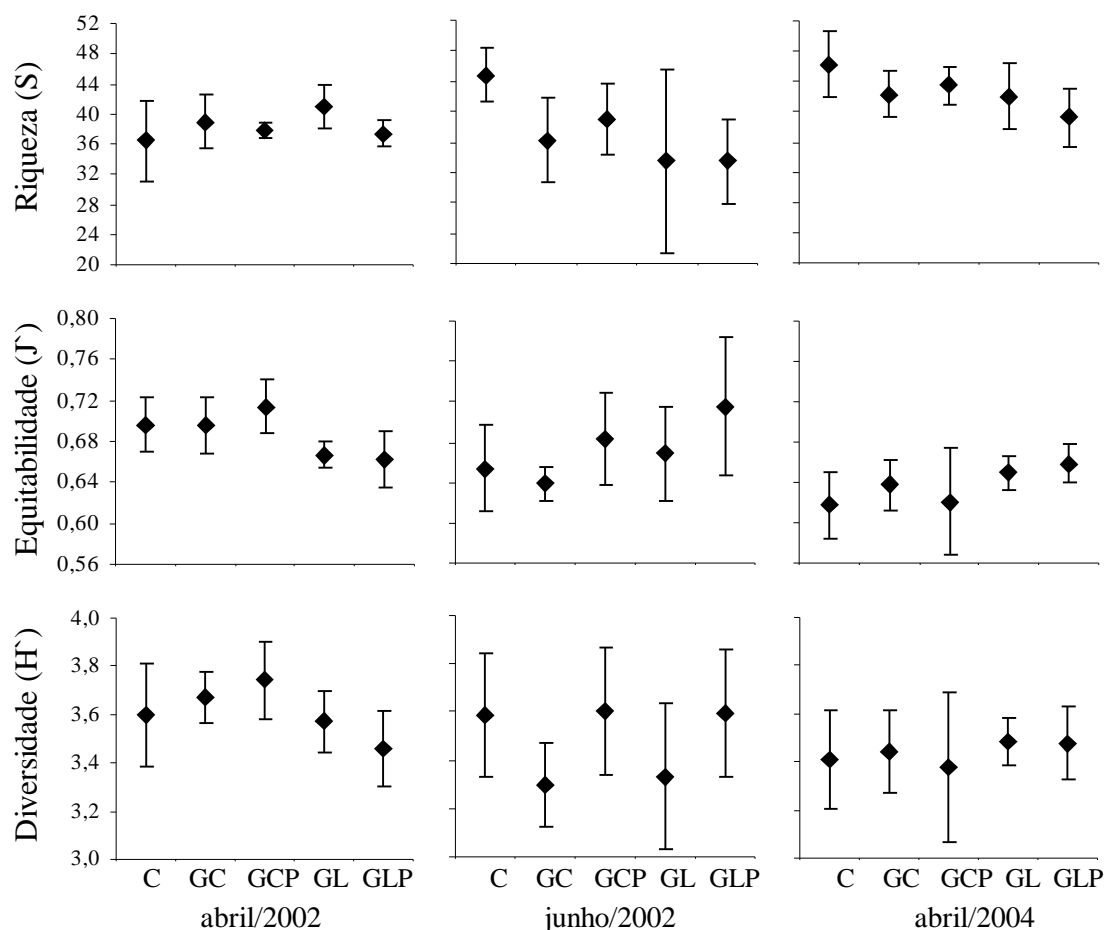


Figura 7. Média e Intervalo de confiança da Riqueza (S), Equitabilidade (J') e Diversidade (H') para os táxons solitários (quantificados pela contagem) em cada tratamento de cada uma das coletas. C = Controle, GC = Gaiola Completa, GCP = Gaiola Completa Perturbada, GL = Gaiola Parcial, GLP = Gaiola Parcial Perturbada.

Tabela VII. Comparações entre os pares de tratamentos (ANOSIM) para cada uma das três coletas realizadas, com base na abundância dos táxons solitários (quantificados pela contagem) utilizando valores transformados para  $\text{Log}(x+1)$ . C = Controle, GC = Gaiola Completa, GCP = Gaiola Completa Perturbada, GL = Gaiola Parcial, GLP = Gaiola Parcial Perturbada; \* = diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

Comparações	abril/2002		junho/2002		abril/2004	
	R	p	R	p	R	P
Global	0,116	0,059	0,092	0,086	0,079	0,041 *
C – GL	0,172	0,079	0,238	0,056	0,073	0,124
GL – GC	-0,064	0,794	0,306	0,071	0,117	0,043 *
GC – GCP	-0,080	0,651	0,184	0,119	0,049	0,211
GL – GLP	0,400	0,008 *	0,244	0,079	-0,001	0,434

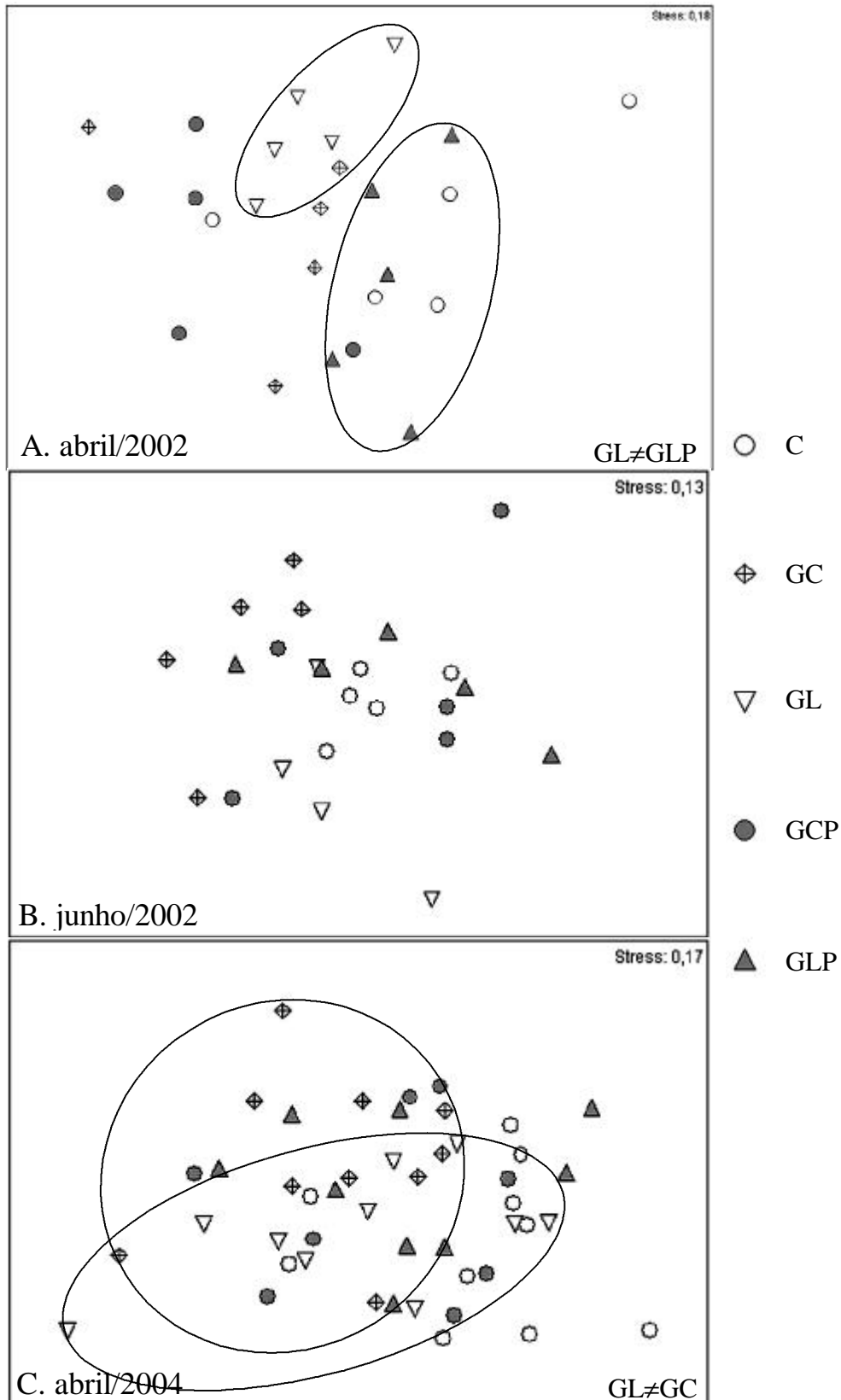


Figura 8. MDS da abundância dos táxons solitários com valores transformados para  $\log(x+1)$  e utilizando o índice de Bray-Curtis para criar a matriz de similaridade, entre os tratamentos das 3 coletas. Estão demarcadas as réplicas de alguns tratamentos significativamente diferentes. C = Controle, GC = Gaiola Completa,

Tabela VIII. Média (intervalo de confiança) do número de indivíduos/ml de alga para os táxons com média maior que 5 ind/rodolito em abril/2002 e resultados das comparações entre os tratamentos. C = controles; GC = gaiolas completas; GCP = gaiolas completas perturbadas; GL = gaiolas parciais; GLP = gaiolas parciais perturbadas; \* diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

	Tratamentos					Teste t			
	C	GC	GCP	GL	GLP	t	t	t	t
	N = 5	N = 5	N = 5	N = 5	N = 5	C - GL	GL - GC	GC - GCP	GL - GLP
<i>Pseudopotamilla</i> sp.+	1,57 (0,50)	1,25 (0,44)	1,06 (0,18)	1,69 (0,62)	1,69 (0,57)	0,2	1,1	0,7	0,0
<i>Haplosyllis</i> sp.+	0,79 (0,28)	0,52 (0,25)	0,31 (0,07)	0,60 (0,15)	0,53 (0,15)	1,1	0,6	1,6	0,7
<i>Ophiactis</i> sp.	0,42 (0,17)	0,57 (0,16)	0,51 (0,29)	0,79 (0,12)	0,32 (0,15)	3,3 * C<GL	2,1	0,4	4,4 * GL>GLP
<i>Protopalithoa</i> <i>variabilis</i>	0,45 (0,17)	0,33 (0,10)	0,28 (0,12)	0,30 (0,09)	0,54 (0,19)	1,5	0,4	0,6	2,3
<i>Eunice</i> <i>insularis</i>	0,31 (0,06)	0,30 (0,07)	0,23 (0,08)	0,25 (0,07)	0,32 (0,11)	1,2	1,0	1,3	1,1
Serpullidae ni	0,26 (0,06)	0,25 (0,08)	0,22 (0,05)	0,32 (0,12)	0,20 (0,09)	0,8	1,0	0,5	1,6
<i>Janira</i> sp.	0,36 (0,31)	0,26 (0,09)	0,20 (0,06)	0,24 (0,09)	0,20 (0,06)	0,6	0,4	1,1	0,6
<i>Dodecaceria</i> sp.	0,15 (0,04)	0,13 (0,04)	0,16 (0,06)	0,14 (0,05)	0,10 (0,04)	0,3	0,5	0,8	1,4
<i>Lumbrineris</i> cf. <i>inflata</i>	0,19 (0,12)	0,14 (0,09)	0,13 (0,03)	0,11 (0,03)	0,13 (0,04)	1,2	0,5	0,7	0,8
Cirratulidae ni	0,11 (0,06)	0,10 (0,04)	0,14 (0,02)	0,13 (0,08)	0,10 (0,05)	0,5	0,6	1,7	0,6

No experimento de mais longo prazo (abril/2004) foi observada diferença significativa para a comunidade entre os tratamentos gaiola parcial e gaiola completa, indicando que a predação causou alterações na estrutura da comunidade (tab. VII; fig. 8C). O ofiúro *Ophiactis* sp. e o isópode *Janira* sp. apresentaram efeito de artefato, sendo mais abundantes nas áreas controle que nas gaiolas parciais enquanto o poliqueto *L. inflata* apresentou resultado inverso (tab. X). Para este poliqueto foi também detectado um efeito da exclusão dos predadores, sendo que foram mais abundantes no tratamento sujeito à predação (GL>GC). A predação conseqüente da perturbação diminuiu a abundância do táxon *Haplosyllis* sp.+ (GL>GLP) sendo que um efeito da perturbação

per se só foi detectado para o poliqueto Autolytus sp., mais abundante nas áreas perturbadas.

Tabela IX. Média (intervalo de confiança) do número de indivíduos/ml de alga para os táxons com média maior que 5 ind/rodolito em junho/2002 e resultados das comparações entre os tratamentos. C = controles; GC = gaiolas completas; GCP = gaiolas completas perturbadas; GL = gaiolas parciais; GLP = gaiolas parciais perturbadas; \* diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

	Tratamentos					Teste t			
	C N = 5	GC N = 5	GCP N = 5	GL N = 4	GLP N = 5	t C - GL	t GL - GC	t GC - GCP	t GL - GLP
<i>Pseudopotamilla</i> sp.+	1,04 (0,28)	1,57 (0,35)	1,05 (0,52)	1,27 (0,61)	0,89 (0,45)	0,5	0,9	1,7	0,9
<i>Ophiactis</i> sp.	0,46 (0,07)	0,74 (0,45)	0,44 (0,24)	0,40 (0,28)	0,61 (0,21)	0,6	1,1	1,0	1,3
<i>Haplosyllis</i> sp.+	0,35 (0,10)	0,75 (0,14)	0,45 (0,18)	0,32 (0,09)	0,53 (0,30)	0,5	4,7* GL<GC	2,6* GC>GCP	1,2
<i>Protopalithoa</i> <i>variabilis</i>	0,21 (0,13)	0,20 (0,26)	0,28 (0,25)	0,53 (0,21)	0,17 (0,07)	2,6 * C<GL	2,0	0,5	3,6 * GL>GLP
<i>Eunice</i> <i>insularis</i>	0,22 (0,04)	0,25 (0,09)	0,20 (0,07)	0,24 (0,04)	0,20 (0,06)	0,7	0,1	0,9	1,1
<i>Janira</i> sp.	0,14 (0,02)	0,14 (0,06)	0,12 (0,08)	0,16 (0,04)	0,15 (0,08)	1,1	0,8	0,4	0,3
<i>Dodecaceria</i> sp.	0,15 (0,07)	0,19 (0,13)	0,09 (0,03)	0,07 (0,02)	0,20 (0,12)	1,8	1,6	1,4	2,0
Serpulidae ni	0,12 (0,03)	0,10 (0,05)	0,11 (0,05)	0,17 (0,13)	0,10 (0,03)	0,8	1,1	0,5	1,2
<i>Lumbrineris</i> <i>cf. inflata</i>	0,10 (0,04)	0,11 (0,07)	0,12 (0,08)	0,09 (0,00)	0,12 (0,08)	0,1	0,3	0,3	0,4
<i>Dulichella</i> <i>appendiculata</i>	0,05 (0,02)	0,04 (0,04)	0,21 (0,20)	0,08 (0,09)	0,07 (0,03)	0,8	0,8	1,6	0,2
<i>Quadrimera</i> <i>miranda</i>	0,11 (0,03)	0,09 (0,04)	0,08 (0,03)	0,08 (0,05)	0,10 (0,02)	1,1	0,3	0,4	1,0
Cirratulidae ni	0,08 (0,03)	0,07 (0,03)	0,07 (0,03)	0,08 (0,03)	0,08 (0,02)	0,1	0,2	0,1	0,4

Foram ainda realizadas comparações entre os tratamentos envolvendo alguns grupos funcionais da fauna. De acordo com o modo de vida e os microhábitats onde eram encontrados os animais associados aos rodolitos foram definidos os seguintes grupos: epibiontes, animais que ocupam as porções mais superficiais e expostas dos nódulos; crípticas, espécies que colonizam as reentrâncias e espaços internos entre as

Tabela X. Média (intervalo de confiança) do número de indivíduos/ml de alga para os táxons com média maior que 5 ind/rodolito em abril/2004 e resultados das comparações entre os tratamentos. C = controles; GC = gaiolas completas; GCP = gaiolas completas perturbadas; GL = gaiolas parciais; GLP = gaiolas parciais perturbadas; \* diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

	Tratamentos					Teste t			
	C N = 10	GC N = 10	GCP N = 8	GL N = 10	GLP N = 9	t C - GL	t GL - GC	t GC - GCP	t GL - GLP
<i>Ophiactis</i> sp.	1,74 (0,67)	0,93 (0,27)	1,30 (0,58)	0,99 (0,38)	1,29 (0,48)	2,1 * C>GL	0,1	1,1	0,9
<i>Pseudopotamilla</i> sp.+	1,16 (0,38)	1,35 (0,20)	1,48 (0,54)	1,31 (0,33)	1,32 (0,35)	0,7	0,4	0,2	0,0
<i>Haplosyllis</i> sp.+	0,60 (0,14)	0,49 (0,30)	0,47 (0,11)	0,65 (0,12)	0,37 (0,10)	0,5	1,3	0,1	3,4 * GL>GLP
<i>Janira</i> sp.	0,39 (0,12)	0,15 (0,03)	0,14 (0,06)	0,20 (0,06)	0,22 (0,06)	2,8 * C>GL	1,6	0,4	0,4
<i>Eunice</i> <i>insularis</i>	0,21 (0,03)	0,24 (0,04)	0,24 (0,03)	0,26 (0,04)	0,23 (0,03)	1,9	0,6	0,2	1,1
<i>Protopalithoa</i> <i>variabilis</i>	0,13 (0,07)	0,35 (0,14)	0,17 (0,16)	0,24 (0,18)	0,22 (0,10)	1,0	1,1	1,8	0,0
<i>Quadrimaera</i> <i>miranda</i>	0,18 (0,05)	0,10 (0,02)	0,11 (0,02)	0,14 (0,03)	0,13 (0,04)	1,4	1,5	0,1	0,2
Serpulidae ni	0,09 (0,02)	0,09 (0,02)	0,14 (0,05)	0,11 (0,05)	0,15 (0,05)	0,7	0,5	1,8	1,4
Cirratulidae ni	0,08 (0,03)	0,11 (0,03)	0,15 (0,05)	0,10 (0,03)	0,10 (0,06)	1,0	0,3	1,1	0,1
<i>Lumbrineris</i> <i>cf. inflata</i>	0,06 (0,05)	0,05 (0,02)	0,10 (0,05)	0,11 (0,03)	0,12 (0,05)	2,6* C<GL	3,8* GL>GC	2,1	0,1
<i>Dodecaceria</i> sp.	0,05 (0,02)	0,10 (0,05)	0,07 (0,02)	0,12 (0,07)	0,08 (0,03)	1,8	0,5	0,6	0,8
<i>Aiptasia</i> <i>pallida</i>	0,11 (0,05)	0,04 (0,02)	0,07 (0,04)	0,05 (0,03)	0,10 (0,06)	1,8	0,8	1,3	1,4
<i>Gollumedes</i> sp.	0,09 (0,06)	0,06 (0,03)	0,05 (0,02)	0,04 (0,01)	0,05 (0,04)	1,5	1,5	0,5	0,8
<i>Autolytus</i> sp.	0,09 (0,04)	0,04 (0,01)	0,08 (0,03)	0,06 (0,04)	0,05 (0,02)	0,9	1,3	3,4 * GC<GCP	0,6

ramificações dos rodolitos; perfuradoras, espécies que constroem galerias perfurando o calcário dos talos das algas; e infaunais, táxons encontrados no sedimento depositado nos espaços do rodolito, geralmente dentro das galerias construídas pelos perfuradores. No experimento de curto prazo (abril/2002), a fauna críptica foi significativamente afetada pela perturbação realizada, sendo mais abundante nos dois tipos de gaiolas, completas e parciais, quando comparadas aos seus pares perturbados (médias de 0,89

ind/ml pra GC, 0,70 para GCP, 1,02 para GL e 0,75 para GLP). A abundância destes grupos funcionais não diferiu no experimento de médio prazo. No experimento de mais longo prazo os animais perfuradores e os crípticos apresentaram efeito de artefato (C≠GL), sendo que os perfuradores foram mais abundantes dentro das gaiolas (0,20 ind/ml em C, 0,27 em GL) e os crípticos nas áreas Controles (1,68 ind/ml em C e 1,17 em GL).

## Discussão

Diversos fatores são considerados importantes no controle da estrutura das comunidades em ambientes recifais. Entre eles, têm sido considerados muito importantes os processos biológicos de competição e predação. O estudo dos efeitos da predação nas populações de presas é fundamental no entendimento dos mecanismos interativos da comunidade (Ayling, 1981; Beal et al., 2001). Os predadores desempenham importante papel na estruturação das comunidades por meio de efeitos diretos e de uma cascata de efeitos indiretos (Bishop & Wear, 2005). Os efeitos diretos correspondem à remoção de indivíduos das espécies de presas pelo predador, enquanto os efeitos indiretos refletem alterações em espécies não consumidas diretamente pelos mesmos.

Em áreas sublitorais de substrato consolidado, o padrão geral é de que a predação promova um aumento da diversidade, por evitar a dominância de poucos competidores (Day & Osman, 1981). Este padrão não foi confirmado no presente estudo, sendo que não foi detectada diferença para este ou outros descritores em relação aos tratamentos com e sem predação. A exclusão dos predadores teve efeito na

comunidade como um todo em apenas um dos experimentos realizados (longo prazo), como demonstraram as análises multivariadas para os animais solitários e ainda assim houve grande sobreposição entre as réplicas dos tratamentos e não foi observada diminuição de diversidade onde os predadores foram excluídos.

Esta ausência de efeito na comunidade observada para os experimentos mais curtos é, no entanto, aparente, indicando que não houve mudança drástica na comunidade causada pela exclusão dos predadores, mas análises realizadas com os táxons mais abundantes indicaram algumas diferenças. Com uma semana de exclusão, apenas a esponja Pachataxa sp. apresentou evidências de aumento de abundância quando protegida dos predadores. Este táxon, porém, é perfurador e encontrado no interior dos nódulos, sendo um importante agente de bioerosão neste ecossistema. É difícil imaginar que esta esponja possa sofrer diretamente a ação de macropredadores “externos”, sendo este, talvez, o resultado de efeitos indiretos não testados. Considerando os táxons coloniais, após 63 dias de exclusão de predadores o hidrozoário Clythia hemisphaerica foi mais abundante quando protegido dentro das gaiolas completas do que nas gaiolas parciais (mesmo havendo efeito de artefato para esta espécie, o efeito deve ocorrer de maneira similar nos dois tratamentos) (tab. VI). Ainda neste experimento, o táxon Haplosyllis sp.+ foi consumido quando sujeito aos predadores e aumentou sua abundância quando estes foram excluídos. Inicialmente esperava-se que os efeitos da diminuição da predação sobre a fauna tivesse maior importância nos experimentos de maior prazo, em que as potenciais presas ficariam por mais tempo sujeitas a exclusão de seus predadores. Além disso, apesar da predação ser uma das interações biológicas mais comuns em ambientes recifais, ela pode ter uma forte variação sazonal, gerando também variação no comportamento e abundância das presas (Bishop & Wear, 2005), e o experimento de abril/2004 durou 112 dias



abrangendo todo o verão e começo de outono, quando a pressão de predação deve ser máxima. Os efeitos da exclusão dos predadores foram detectados neste experimento mas de maneira pouco evidente, sendo que apenas o poliqueto Lumbrineris cf. inflata demonstrou ser afetado indiretamente pela diminuição da pressão de predação, uma vez que diminuiu a sua abundância nas áreas sem predadores.

Estes resultados não homogêneos, ou seja, que não se repetiram igualmente em todos os experimentos, são resultado não só dos diferentes tempos de exclusão, mas também da variação espacial e temporal da pressão de predação. Além disso, predadores na natureza incluem um rol de tipos de presas em suas dietas, muitas vezes selecionando certos tipos mais que outros (Wong & Barbeau, 2005). Assim, de acordo com a preferência do predador por um determinado tipo de presa, ou seja, de acordo com quais espécies são mais fortemente consumidas, diferentes processos podem atuar na comunidade (Fairweather, 1990). A exclusão de predadores pode não ter efeitos significativos em locais onde estes não são muito abundantes. Somente em áreas com muitos predadores a exclusão pode apresentar efeitos marcados como o aumento da abundância das populações de presas (Ayling, 1981). Sala (1997) estudou o efeito da predação por peixes na epifauna de substrato duro em ambiente sublitoral, verificando que a maioria dos grupos epifaunais aumentou em abundância no interior das gaiolas de exclusão, sendo que alguns poucos grupos diminuíram em número de indivíduos. O autor sugere que interações complexas, relacionadas com a dinâmica e estrutura algal (porém não testadas) foram responsáveis por estes resultados.

Interações biológicas como a predação e a competição são também influenciadas pelas perturbações, que criam mosaicos de manchas de diferentes idades e com diferentes abundâncias de espécies (Nybakken, 2001). Perturbações podem ser importantes fontes de mortalidade para os organismos marinhos, provendo espaços

abertos para o recrutamento e colonização de espécies, o que tende a aumentar a riqueza e diversidade da comunidade (Townsend et al., 1997; Wootton, 1998). As principais fontes de perturbação identificadas neste estudo, para o ecossistema de banco de algas calcárias, podem ser as ondas geradas por tempestades que acompanham as frentes frias, principalmente para as porções mais rasas do banco, o fundeio de embarcações e até mesmo impactos de mergulhadores inexperientes sobre o fundo, uma vez que o local era freqüentemente utilizado como abrigo e ponto de mergulho na época em que foram realizadas as coletas.

Os efeitos diretos de perturbações físicas sobre a fauna incluem diminuição na abundância devido à mortalidade ou fuga de organismos da área impactada. No banco de rodólitos os organismos poderiam morrer pela abrasão ou por ficarem em posição desfavorável (p. ex. no caso de animais filtradores ficarem voltados para o sedimento). Efeitos diretos da perturbação foram detectados nas análises multivariadas apenas para o experimento de médio prazo (junho/2002, animais quantificados pela frequência), quando os táxons Nematoda ni, D. listerianum e C. hemisphaerica foram menos abundantes nas gaiolas completas perturbadas do que nas completas não perturbadas (ambas com exclusão de predadores). Pode-se concluir que a perturbação causou mortalidade para estes táxons uma vez que são sésseis ou com baixa mobilidade (no caso do nemátoda). O nemátoda, entretanto, ocupa o interior dos nódulos calcários e é difícil imaginar que possam sofrer diretamente com distúrbios mecânicos como estes realizados experimentalmente, sendo possivelmente um caso de efeito indireto do tratamento. A mortalidade observada para a ascídia e para o hidrozoário, por outro lado, não ocorreu imediatamente após a realização das perturbações manuais, pois não foi verificada no experimento de curto prazo (abril/2002). Os táxons podem ter sido danificados durante a perturbação, mas só vieram a morrer após certo tempo. Dentre os

animais simples, apenas Haplosyllis sp+ apresentou diferença significativa, exibindo o mesmo padrão.

Dos efeitos indiretos atribuídos a eventos de perturbação sobre ecossistemas marinhos, o principal é o aumento da pressão de predação na área perturbada, pois os distúrbios mecânicos podem desalojar ou expor os organismos aos predadores (McGuinness & Underwood, 1986). Um efeito agudo (coleta de abril/2002) da predação mediada por perturbação sobre a fauna associada aos rodólitos foi identificado para dois táxons. O ofiúro Ophiactis sp. e a ascídia Didemnum sp1, diminuíram suas abundâncias nas gaiolas parciais perturbadas em relação às não perturbadas, mas mantiveram igual abundância entre os dois tipos de gaiolas completas, mostrando que a perturbação per se não causa mortalidade significativa para estes táxons, mas torna-os mais disponíveis aos predadores. Durante a realização dos experimentos de perturbação artificial, ficou evidente que houve um aumento da pressão de predação no ambiente. Um grande número de peixes encontra-se naturalmente na área, explorando ativamente a superfície do banco à procura de presas e foram observados concentrando seu esforço nas áreas recém perturbadas. Destes, os mais abundantes foram o peixe porco Stephanolepis hispidus, a michola Diplectrum radiale e o peixe borboleta Chaetodon striatus (capítulo 1). Estas três espécies são consideradas predadoras de invertebrados bentônicos (Carvalho-Filho, 1992; Gasparini & Floeter, 2001). Aparentemente, a concentração de peixes logo após a perturbação fez com que a abundância destas duas espécies diminuísse nas áreas perturbadas. Porém, na coleta seguinte este padrão não se repetiu, evidenciando uma rápida recuperação destas espécies e diminuição da pressão de predação.

A agregação de predadores em áreas perturbadas fisicamente é um fato bem documentado na literatura (Erickson et al., 2005). Em bancos de algas calcárias onde se

observa a prática da dragagem hidráulica para exploração de bivalves, especialmente na Europa, também foi observada a agregação de predadores (principalmente peixes e decápodes) após a passagem das dragas, que reviram os nódulos e expõem ou danificam outros animais (Hauton et al., 2003). Porém, esta agregação ocorre nos instantes seguintes a uma perturbação ou enquanto ela estiver acontecendo, quando as potenciais presas podem estar desalojadas, danificadas e expostas. Em junho/2002, 63 dias depois da perturbação artificial realizada, é certo pensar que a fauna associada, ao menos os animais vágeis, não devem sofrer ação de predadores devido à perturbação. Além disso, as populações de animais possivelmente danificados durante o distúrbio físico, podem ter se recuperado e assim, não estar mais suscetíveis aos predadores. No experimento de 112 dias duas perturbações foram realizadas, uma no início e outra no meio do experimento. Este foi mantido durante todo o verão e começo do outono, época em que a pressão de predação deve ser mais intensa. Um aumento do efeito da predação em consequência das perturbações realizadas só foi verificado para o táxon Haplosyllis sp.+ que teve sua abundância diminuída nas gaiolas parciais perturbadas em comparação às não perturbadas. É provável que, se as coletas tivessem ocorrido em períodos mais próximos à realização das perturbações, outros táxons apresentassem o mesmo padrão.

A predação consequente da perturbação apresentou efeitos contrários para o zoantídeo P. variabilis. Aparentemente a perturbação teve efeito positivo sobre esta espécie na coleta após 7 dias (mesmo não sendo significativos) e efeito negativo após 63 dias, não tendo efeito no experimento de 112 dias. Este é um dos táxons mais conspicuos do banco de algas e apresenta grande variação na abundância. Em alguns mergulhos foram observados grandes cardumes de corcorocas (Haemulon sp.) e principalmente enxadas (Chaetodipterus faber) alimentando-se deste zoantídeo. Os peixes abocanhavam um pólipos causando, inclusive, uma expressiva bioturbação, ao

levantar o rodólito na coluna d'água para desprender um bocado do zoantídeo. Novamente efeitos indiretos podem estar envolvidos nestas interações, causando os resultados observados. Tais efeitos podem ser difíceis de quantificar, pois envolvem complexas interações indiretas, mas são muitas vezes importantes fatores que afetam a distribuição, abundância e dinâmica de espécies (Underwood, 1999).

Estudos realizados em bancos de algas calcárias de vida livre em regiões temperadas, sobre o efeito de perturbações na fauna associada indicaram fortes alterações na estrutura da comunidade em áreas perturbadas. Ao comparar bancos freqüentemente dragados para exploração do calcário com bancos não dragados há anos na Irlanda, De Grave & Whitaker (1999) observaram uma substituição de crustáceos onívoros abundantes nas áreas dragadas (que apresentaram também maior diversidade) por bivalves filtradores nas áreas não dragadas. Estes efeitos estão relacionados, provavelmente, com a mobilização de sedimento e criação de manchas (aumentando a diversidade). A suspensão de sedimentos é considerada como um dos principais problemas em bancos de rodólitos (Wilson et al., 2004) e foi também relatada como um dos principais efeitos causados pela dragagem para obtenção de bivalves em bancos da Escócia (Hauton et al., 2003), além dos impactos letais diretos na comunidade biológica e efeitos indiretos como o aumento da pressão de predação nas áreas impactadas. A diminuição da cobertura de rodólitos e quebra dos mesmos é outro fato relatado freqüentemente, o que diminui a abundância da comunidade associada (Hall-Spencer & Moore, 2000; Hauton et al., 2003; Hall-Spencer et al., 2003; Wilson et al., 2004).

Estes estudos, entretanto, envolveram níveis de perturbação bem maiores que os testados no presente trabalho. O experimento de perturbação realizado pode ser melhor comparado ao impacto da ancoragem de embarcações sobre o banco. Impactos de ancoragem em bancos marinhos vegetados causam efeitos prejudiciais à biota

associada, além de danificar as plantas e aumentar a mobilidade do sedimento (Creed & Amado-Filho, 1999). As perturbações experimentais não causaram a quebra dos rodolitos como poderia ocorrer no caso de uma ancoragem real, mas, ao revirar os rodolitos, a mobilização do sedimento foi evidente o que pode estender o impacto da perturbação para áreas adjacentes.

Outros fatores envolvidos neste sistema possivelmente têm relação com os resultados obtidos, principalmente no sentido de não se ter observado fortes padrões de diminuição de abundância dos invertebrados nas áreas perturbadas. A resposta numérica dos predadores aos experimentos de perturbação, ou seja, sua agregação nos locais perturbados, aumenta a predação no local de agregação, mas simultaneamente diminui nas áreas adjacentes (Erikson et al., 2005). Assim, houve maior pressão de predação nas primeiras áreas perturbadas experimentalmente, mas, nas outras áreas perturbadas este aumento pode não ter ocorrido no mesmo nível, pois os predadores da área já estavam ocupados nos primeiros pontos.

Algumas espécies demonstraram que a predação é um fator importante na regulação de suas populações e que ela pode ser decorrente da perturbação mecânica sobre os rodolitos, apesar da predação não ocorrer de maneira constante espacialmente e temporalmente. É provável que nas áreas do banco mais próximas ao costão rochoso e no verão ou outono, como sugerido pelo censo de peixes (capítulo 1), a pressão de predação seja maior e o efeito sobre a fauna associada ao banco de algas seja mais expressivo, além do fato de ser a época de maior movimento de embarcações na área, que poderiam estar causando distúrbios físicos.

A grande quantidade e qualidade dos microhábitats disponibilizados pelos rodolitos parecem ser suficientes para manter uma grande diversidade taxonômica e funcional da fauna associada, mesmo em situações de baixo nível de predação. A

grande heterogeneidade do substrato pode levar a uma situação de pouca competição entre os organismos ou estes podem exibir um padrão de competição não hierárquica. Por outro lado, em casos de aumento de pressão de predação a grande heterogeneidade estrutural propicia refúgios para a fauna, além de permitir uma rápida recuperação das espécies. Porém, eventos mais severos que os testados neste estudo, especialmente no caso de quebra dos nódulos provavelmente teriam efeitos prejudiciais na fauna devido à desestabilização e perda de qualidade do habitat, e morte das algas. Além disso, neste ambiente são encontradas diversas espécies de interesse comercial que utilizam o banco como local de alimentação e recrutamento (como garoupas, badejos e chernes) e várias espécies novas para a ciência. Neste sentido, deveriam ser evitadas atividades que causam qualquer tipo de distúrbio na disposição dos rodolitos ou morte das algas calcárias.

O entendimento das interações ecológicas entre as espécies associadas aos bancos de rodolitos são importantes, pois bancos ao redor do mundo têm sido afetados por ação antrópica de diversas formas, incluindo exploração direta para obtenção do calcário, impactos da pesca (de arrasto e dragagens) e poluição por matéria orgânica (Foster, 2001; Barbera et al., 2003). Os bancos de algas calcárias do Brasil apresentam um potencial de exploração considerado muito maior que o da França, por exemplo, hoje o maior produtor de material calcário marinho (Dias, 2000). Porém, a maioria dos estudos demonstram que estes ecossistemas são muito susceptíveis a atividades que resultem em distúrbios físicos ou deterioração da qualidade da água (Donnan & Moore, 2003a). Como consequência disso está a crescente preocupação com a conservação destes ecossistemas, que mantêm alta diversidade e grande produção secundária pelo macrobentos, funcionando também como berçários para espécies de interesse comercial (Bordehore et al., 2003; Grall & Hall-Spencer, 2003).

## Referências Bibliográficas

- Ayling, A.M., 1981. The role of biological disturbance in temperate subtidal encrusting communities. *Ecology*, 62(3), 830-847.
- Barbera, C., Bordehore, C., Borg, J.A., Glémarec, M., Grall, J., Hall-Spencer, J.M., de la Huz, C.H., Lanfranco, E., Lastra, M., Moore, P.G., Mora, J., Pita, M.E., Ramos-Esplá, A.A., Rizzo, M., Sánchez-Mata, A., Seva, A., Schembri, P.J. & Valle, C., 2003. Conservation and management of northeast Atlantic and Mediterranean maerl beds. *Aquat. Conserv.*, 13, 65-76.
- Barros, M.M., Castro, C.B., Pires, D.O. & Segal, B., 2000. Coexistence of reef organisms in the Abrolhos Archipelago, Brazil. *Rev. Biol. Trop.*, 48(4), 741-747.
- Beal, B.F., Parker, M.R. & Vencile, K.W., 2001. Seasonal effects of intraspecific density and predator exclusion along a shore-level gradient on survival and growth of juveniles of soft-shell clam, *Mya arenaria* L., in Maine, USA. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 264(2), 133-169.
- Bishop, M.J. & Wear, S.L., 2005. Ecological consequences of ontogenetic shifts in predator diet: Seasonal constraint of a behaviorally mediated indirect interaction. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 326(2), 199-206.
- Bordehore, C., Ramos-Esplá, A.A. & Riosmena-Rodríguez, R., 2003. Comparative studies of two maerl beds with different otter trawling history, southeast Iberian Peninsula. *Aquat. Conserv.*, 13, 43-54.
- Carvalho-Filho, A. 1992. Peixes: costa brasileira. Ed. Marca D'água. São Paulo.
- Connell, S.D. & Anderson, M.J., 1999. Predation by fish on assemblages of intertidal epibiota: effects of predator size and patch size. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 241, 15-29.
- Creed, J.C. & Amado Filho, G.M., 1999. Disturbance and recovery of macroflora of a seagrass (*Halodule wrightii* Ascherson) meadow in the Abrolhos Marine National Park, Brazil: an experimental evaluation of anchor damage. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 235, 285-306.
- Day, R.W. & Osman, R.W., 1981. Predation by *Partiria miniata* (Asteroidea) on bryozoans: prey diversity may depend on the mechanism of succession. *Oecologia*, 51, 300-309.
- De Grave, S. & Whitaker, A., 1999. Benthic community re-adjustment following dredging of a muddy-maerl matrix. *Mar. Pollut. Bull.*, 38(2), 102-108.
- Dias, G.T.M. 2000. Granulados bioclásticos – algas cacárias. *Braz. J. Geophy.*, 18(3): 307-318.
- Donnan, D.W. & Moore, P.G., 2003a. Introduction. *Aquat. Conserv.*, 13, 1-3.
- Donnan, D.W. & Moore, P.G., 2003b. Conclusions. *Aquat. Conserv.*, 13, 77-78.
- Erikson, S.P., Wennhage, H., Norkko, J. & Norkko, A., 2005. Episodic disturbance events modify predator-prey interactions in soft sediments. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.*, 64, 289-294.
- Fairweather, P.G., 1990. Is predation capable of interacting with other community processes on rocky reefs? *Aust. J. Ecol.*, 15(4), 453-464.



- Foster, M., 2001. Rhodoliths: between rocks and soft places. *J. Phycol.*, 37, 659-667.
- Gasparini, J.L. & Floeter, S.R., 2001. The shore fishes of Trindade Island, southwestern Atlantic. *J. Nat. Hist.*, 35 (11), 1639-1656.
- Gherardi, D.F.M. & Bosence, D.W.J., 2001. Composition and community structure of the coralline algal reef from Atol das Rocas, South Atlantic, Brazil. *Coral Reefs*, 19(3), 205-219.
- Gherardi, D.F.M. 2004. Community structure and carbonate production of a temperate rhodolith bank from Arvoredo Island, southern Brazil. *Braz. J. Oceanogr.*, 52(3/4), 207-224.
- Grall, J. & Hall-Spencer, J.M., 2003. Problems facing maerl conservation in Brittany. *Aquat. Conserv.*, 13, 55-64.
- Hall-Spencer, J.M. & Moore, P.G., 2000. Scallop dredging has profound, long-term impacts on maerl habitats. *ICES J. Mar. Sci.*, 57(5), 1407-1415.
- Hall-Spencer, J.M., Grall, J., Moore, P.G. & Atkinson, R.J.A., 2003. Bivalve fishing and maerl-bed conservation in France and UK – retrospect and prospect. *Aquat. Conserv.*, 13, 33-41.
- Hauton, C., Hall-Spencer, J.M. & Moore, P.G., 2003. An experimental study of the ecological impacts of the bivalve hydraulic dredging on maerl. *ICES J. Mar. Sci.*, 60(2), 381-392.
- Jones, C.G., Lawton, J.H. & Shachak, M., 1997. Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers. *Ecology*, 78 (7), 1946-1957.
- Kennelly, S.J., 1983. An experimental approach to the study of factor affecting algal colonization in sublittoral kelp forest. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 68, 257-276.
- Marrack, E.C., 1999. The relationship between water motion and living rhodolith beds in the southwestern Gulf of California, Mexico. *Palaios*, 14 (2), 159-171.
- McGuinness, K.A., Underwood, A.J., 1986. Habitat structure and the nature of communities on intertidal boulders. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 104, 97-123.
- Nybakken, J.W., 2001. *Marine Biology: an ecological approach*. 5<sup>o</sup> edição. Benjamin Cummings ed. San Francisco.
- Oliveira, E. C., 1996. Is there a relation among the global warming the missing carbon and the calcareous algae? *An. Acad. Bras. Cienc.*, 68(1), 18-21.
- Pickett, S.T.A. & White, P.S., 1985. *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Academic Press Inc. Ltd. London.
- Reise, K., 1978. Predator exclusion experiments in an intertidal mud flat. In: Reise, K. (Ed.), *Tidal flat ecology: an experimental approach to species interactions*. Springer-Verlag, New York, pp. 263-271.
- Rocha, R.M., Metri, R. & Omuro, J.Y., no prelo. Spatial distribution and abundance of ascidians in a bank of coralline algae at Porto Norte, Arvoredo island, Santa Catarina. *J. Coastal Res.*, SI39.
- Russ, G.R., 1980. Effects of predation by fishes, competition, and structural complexity of the substratum on the establishment of a marine epifaunal community. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 42(1), 55-6.

- Sala, E., 1997. The role of fishes in the organization of a Mediterranean sublittoral community. II, epifaunal communities. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 212: 45-60.
- Stocker, L.J., 1986. Artifacts effects of caging on the recruitment and survivorship of a subtidal colonial invertebrate. *Mar. Ecol-Prog. Ser.* 34, 305-307.
- Sumida, P.Y.G. & Pires-Vanin, A.M.S., 1997. Benthic associations of the shelfbreak and upper slope off Ubatuba – SP, south-eastern Brazil. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 44, 779-784.
- Testa, V. & Bosence, D.W.J., 1999. Physical and biological controls on the formation of carbonate and siliciclastic bedforms on the north-east Braz. *Shelf Sedimentol.*, 46, 279-301.
- Townsend, C.R., Scarsbrook, M.R. & Doledec, S., 1997. The intermediate disturbance hypothesis, refugia and biodiversity in streams. *Limnol. Oceanogr.*, 42 (5I), 938-949.
- Underwood, A.J., 1996. Detection, interpretation, prediction and management of environmental disturbances: some roles for experimental marine ecology. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 200, 1-27.
- Underwood, A.J., 1999. Physical disturbances and their direct effect on an indirect effect: responses of an intertidal assemblage to a severe storm. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 232, 125-140.
- Wilson, S., Blake, C., Berges, J.A. & Maggs, C.A., 2004. Environmental tolerances of free-living coralline algae (maerl): implications for european marine conservation. *Biol. Conserv.*, 120, 283-293.
- Wong, M.C. & Barbeau, M.A., 2005. Prey selection and the functional response of sea stars (*Asterias vulgaris* Verrill) and rock crabs (*Cancer irroratus* Say) preying on juvenile sea scallops (*Placopecten magellanicus* (Gmelin)) and blue mussels (*Mytilus edulis* Linnaeus). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 327(1), 1-21.
- Wootton, J.T., 1998. Effects of disturbance on species diversity: a multitrophic perspective. *Am. Nat.*, 152 (6), 803-825.
- Yamamoto, T., 2004. Prey composition and prey selectivity of an intertidal generalist predator, *Muricodrupa fusca* (Küper) (Muricidae). *Mar. Ecol-Evol. Persp.*, 25(1), 35-49.

## Considerações finais

Mesmo sendo um tipo de ecossistema relativamente comum no mundo e em especial na costa brasileira, bancos de rodolitos foram objeto de raros estudos, particularmente a respeito de aspectos ecológicos como a biota associada e os fatores que estruturam estas comunidades. Ainda assim, bancos de rodolitos são alvo de exploração econômica e outras atividades que podem gerar deterioração destes ecossistemas. Em alguns casos, estes ambientes são explorados nas pescas de arrasto para captura de espécies economicamente importantes como vieiras e outros bivalves (Hall-Spencer & Moore, 2000; Foster, 2001) e mais usualmente estes bancos têm sido dragados para obtenção do calcário, utilizado de várias maneiras, principalmente como fertilizante agrícola (Keegan, 1974; Oliveira, 1981; Foster, 2001). Porém, alguns estudos demonstram que estes ecossistemas são muito susceptíveis a atividades que resultem em distúrbios físicos ou deterioração da qualidade da água (Donnan & Moore, 2003a).

A grande diversidade da macrofauna relatada no presente estudo demonstra a necessidade de conservação deste ambiente, especialmente o banco da Ilha do Arvoredo, por este ser único na costa sul do Brasil. A macrofauna encontra no banco de rodolitos um local com grande quantidade de substrato, refúgios e microhábitats. Além da grande diversidade da fauna associada aos rodolitos, que reflete a grande produtividade secundária deste ecossistema, este ambiente é um importante local de recrutamento, tanto dos invertebrados como de várias espécies de peixes da região, tendo em vista a grande concentração de larvas e juvenis observadas em algumas ocasiões. Muitos destes peixes, como por exemplo os chernes, garoupas e badejos,

possuem, inclusive, interesse comercial e utilizam o banco como local de reprodução e alimentação tornando o banco um importante elo na teia alimentar da região.

A grande quantidade e qualidade dos microhábitats disponibilizados pelos rodolitos, para a escala de tamanho dos invertebrados, mantém uma grande diversidade taxonômica e funcional da fauna associada. Qualquer atividade que resulte na diminuição da quantidade e qualidade dos refúgios e/ou morte das algas ou qualquer tipo de distúrbio na disposição dos rodolitos, tem efeitos prejudiciais na fauna. Assim, devem ser restringidas as atividades que potencialmente causam a desestabilização e/ou quebra dos nódulos como por exemplo a ancoragem de embarcações. Na enseada do Porto Norte existem várias poitas fixas para atracagem dos barcos sem que estes precisem lançar suas âncoras sobre o banco e, por este motivo, sua utilização deve ser incentivada. Da mesma maneira, os mergulhos realizados no local devem sempre respeitar uma distância do fundo, com controle da flutuabilidade, evitando assim que o mergulhador cause perturbações na disposição dos rodolitos.

Algumas espécies demonstraram que a predação é um fator importante na regulação de suas populações e que ela pode ser decorrente da perturbação mecânica sobre os rodolitos, apesar da predação não ocorrer de maneira constante espacialmente e temporalmente. Como estes rodolitos aparentemente sofrem pouco deslocamento normalmente, com exceção dos da margem rasa do banco, distúrbios físicos podem alterar o padrão de estruturação normal da comunidade, aumentando a pressão de predação. Isto pode ocorrer principalmente no verão e outono, quando há maior quantidade de peixes sobre o banco, além de ser a época de maior movimento de embarcações na área, que poderiam estar causando distúrbios físicos.

Além disso, a pequena quantidade de estudos realizados em ecossistemas deste tipo se reflete na grande quantidade de potenciais espécies novas encontradas (de acordo

com os especialistas que colaboraram na identificação das espécies), o que também evidencia não só a necessidade de conservação do banco de algas, como também a necessidade de mais estudos no local para revelar sua real biodiversidade. Existem evidências de uma ocupação diferenciada do banco de algas pela biota, em relação ao gradiente de profundidade do banco, especialmente devido à influência da ACAS (água central do Atlântico sul) na porção mais profunda do banco (15 a 20 m) no verão, o que pode também influenciar o regime de predação pelos peixes nesta época. Além disso, estudos poderiam ser conduzidos no sentido de avaliar a diferença na biota associada às diferentes espécies de algas formadoras de rodólitos e entre os diferentes compartimentos deste ecossistema (rodólitos e sedimento). Experimentos de recolonização, deslocamento e recrutamento da comunidade certamente ajudariam a entender melhor o funcionamento deste ecossistema.

Apesar de seu pequeno tamanho, o banco de algas calcárias da Ilha do Arvoredo representa uma comunidade extremamente diversa. Esta diversidade está intimamente ligada à manutenção da cobertura intacta de rodólitos vivos o que justifica a classificação do banco de algas como um dos locais mais significativos e com maior necessidade de conservação da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo.