

An underwater photograph showing a dense field of brown, cup-shaped organisms, likely sponges or corals, growing on a rocky seabed. The water is clear and blue-green. The organisms are arranged in a somewhat regular pattern, with some larger ones in the foreground and smaller ones further back.

**Variação sazonal e estrutura da comunidade  
fitobêntica do banco de nódulos calcários da Reserva  
Biológica Marinha do Arvoredo- Um oásis submerso**

**Cecília Pascelli**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA

**VARIAÇÃO SAZONAL E ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOBÊNICA  
DO BANCO DE NÓDULOS CALCÁRIOS DA RESERVA BIOLÓGICA  
MARINHA DO ARVOREDO - UM OASIS SUBMERSO**

**CECÍLIA PASCELLI**

**ORIENTADOR: PROF. DR. PAULO A. HORTA**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado na disciplina BIO  
5156, estágio 2, como requisito  
parcial para obtenção do grau de  
bacharel em Ciências Biológicas  
pela Universidade Federal de  
Santa Catarina.

**FLORIANÓPOLIS, FEVEREIRO DE 2009**

À minha mãezinha, que me ensinou  
que os sonhos devem guiar meus  
caminhos, por mais loucos que  
pareçam!

## **Agradecimentos**

Agradeço à Deus, Krishna, Jah, Oxalá! À grande Deusa, mãe que me embala nesse universo de amor e serenidade. Aos elementais que contribuem para a inigualável beleza do universo e me trouxeram os prazeres do encantamento pela vida e natureza!

Aos meus tão amados amigos, aos milhares e milhares de beijos, abraços e carinhos que me deram sem medo de amar intensamente! Às Horas Felizes, festinhas, ENEBs, fogueiras, rodas, rituais, músicas, danças!

Aos meus lindos pais Lucimar e Simone! Que me respeitam como pessoa e que me ensinam os verdadeiros valores que um ser vivo deve possuir. A minha linda irmazinha Letícia, presente de Deus na minha vida! Nosso anjo da guarda Acan, por guiar nossos caminhos.

Agradeço de coração a oportunidade de conviver com pessoas maravilhosas como minha irmã loira, Aline, parceira em todos os momentos agora e sempre! Minha mainha, Vick, por sua alegria contagiante e por dançar frevo às 6h da manhã! Ao triplets mais “migué” que a UFSC já viu, momentos históricos vividos! Ellen psa! Cabeçudinha que eu amo tanto! Guizinho, meu irmão mais novo! Sem palavras pra descrever o que representa pra mim! Ao Renato, pelos momentos mágicos compartilhados! Aos Noctilucas!

Ao meu querido amigo e orientador Paulinho, por cantar debaixo d'água e pela dedicação e amor à biologia! Aos meus amigos do Lafic! Companheiros de madrugada na Botânica! Aos amigos do LACMAR de Recife, por me suportar dizendo o tempo inteiro que as esponjas vão dominar o mundo! E elas vão!

## SUMÁRIO

Lista de figuras.....	6
Lista de Tabelas.....	8
RESUMO.....	9
1.INTRODUÇÃO.....	10
2.OBJETIVOS .....	13
2.1- Objetivos gerais.....	13
2.2- Objetivos Específicos.....	13
3.METODOS.....	13
3.1- Área de estudo.....	13
3.2- Amostragem.....	16
3.3- Procedimentos em laboratório.....	18
3.4- Processamento e análise de dados.....	19
4.RESULTADOS.....	20
4.1 - Composição e densidade dos rodolitos.....	20
4.2 Dimensões dos nódulos.....	22
4.3- Comunidade Epífita.....	31
4.3.1 Riqueza de espécies.....	31
4.3.2 Biomassa epifitobêntica.....	34
4.4Impactos antrópicos observados.....	37
5- DISCUSSÃO.....	38
6- CONCLUSÕES.....	44
7. Referências.....	45

## Lista de figuras

Figura 1- Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, indicando o banco de rodolitos.....	14
Figura 2- Aspecto geral do banco de nódulos calcários da Rebio-Arvoredo.....	15
Figura 3- Aspecto geral e detalhes da diversidade biológica observada no Banco de Rodolitos da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Santa Catarina, Brasil. A barra branca representa escala de 5 cm.....	16
Figura 4- Ilustração esquemática do posicionamento das nove réplicas dispostas aleatoriamente (1, 2 e 3) ao longo de cada um das sub-áreas (A, B e C) de cada profundidade amostrada (5, 10 e 15m).....	17
Figura 5: Proporção encontrada das 6 espécies formadoras de nódulos calcários no banco do Arvoredo em três profundidades (5, 10 e 15m) no verão e inverno de 2008...	20
Figura 6 – número médio de <i>Mesophyllum erubescens</i> e <i>Lithothamnium heteromorphum</i> por amostra nas profundidades de 5 m, 10 m e 15 m nas estações verão e inverno no banco de algas calcárias do Arvoredo. (onde: barras= erro padrão; letras maiúsculas representam os resultados da ANOVA referente às variações temporais, enquanto as minúsculas as variações espaciais, considerando o nível de significância de $p<0,05$ ; $n= 36$ ). ....	21
Figura 7 - número médio geral de rodolitos por amostra nos diferentes estratos de profundidade (5 m, 10 m, e 15 m) nas estações verão e inverno no banco do Arvoredo (onde: barras= erro padrão; letras maiúsculas representam os resultados da ANOVA referente às variações temporais, enquanto as minúsculas as variações espaciais, considerando o nível de significância de $p<0,05$ )......	22
Figura 8- Frequência relativa das classes de diâmetros médios de rodolitos por gradientes de profundidades no verão e inverno.....	29
Figura 9- Média dos diâmetros médios por amostra nas profundidades de 5 m, 10 m e 15 m nas estações verão e inverno no banco de algas calcárias do Arvoredo. (onde: barras= erro padrão; letras maiúsculas representam os resultados da ANOVA referente às variações temporais, enquanto as minúsculas as variações espaciais, considerando o nível de significância de $p<0,05$ ; $n= 36$ )......	30
Figura 10- Volume total dos rodolitos por amostra nas profundidades de 5 m, 10 m e 15 m nas estações verão e inverno no banco de algas calcárias do Arvoredo. (onde: barras= erro padrão; letras maiúsculas representam os resultados da ANOVA referente às variações temporais, enquanto as minúsculas as variações espaciais, considerando o nível de significância de $p<0,05$ ; $n= 36$ )......	31
Figura 11 - Riqueza de espécies encontrada em três estratos de profundidade (5, 10 e 15m) nas duas estações amostradas (verão e inverno) no banco de algas calcárias da Rebio do Arvoredo, classificadas nas respectivas divisões- Rhodophyta, Ochrophyta e Chlorophyta.....	34
Figura 12- média da biomassa total em gramas por m <sup>2</sup> por amostra encontrada nas profundidades de 5 m, 10 m e 15 m nas estações verão e inverno no banco de algas calcárias do Arvoredo. (onde: barras= erro padrão e letras maiúsculas representam os resultados da ANOVA referente às variações temporais, enquanto as minúsculas as variações espaciais, considerando o nível de significância de $p<0,05$ ; $n= 36$ )......	35
Figura 13- Biomassa específica por m <sup>2</sup> encontrada nas profundidades de 5 m, 10 m e 15 m nas estações verão e inverno no banco de algas calcárias do Arvoredo. (onde: barras= erro padrão; e e letras maiúsculas representam os resultados da ANOVA referente às variações temporais, enquanto as minúsculas as variações espaciais, considerando o nível de significância de $p<0,05$ ; $n= 36$ )......	36
Figura 14- Análise de Escalonamento Multidimensional dos valores brutos das biomassas dos taxons presentes nas diferentes profundidades e estações do ano. A- distribuição das amostras segundo as respectivas profundidades; B- distribuição das amostras segundo as respectivas estações do ano; C – representação esquemáticas das	

abundâncias do Turf , segundo a distribuição das similaridades das amostras segundo suas biomassas; D- representação esquemáticas das abundâncias da Peyssonnelia simulans, segundo a distribuição das similaridades das amostras segundo suas biomassas( onde: stress= 0,12; n=36) .....	37
Figura 15- Barcos ancorados no banco de algas calcárias (superior) e poluição causada por atividades antrópicas.....	38

## Lista de Tabelas

Tabela 1- Diâmetro menor, intermediário e maior (mm), volume (mL) e densidade (ind/m <sup>2</sup> ) dos rodolitos <i>Lithothamnium heteromorphum</i> em três estratos de profundidades no verão e inverno. (EP)= erro padrão.....	23
Tabela 2- Diâmetro menor, intermediário e maior (mm), volume (mL) e densidade (ind/m <sup>2</sup> ) dos rodolitos <i>Lithothamnium rugosum</i> em três estratos de profundidades no verão e inverno. (EP)= erro padrão.....	24
Tabela 3- Diâmetro menor, intermediário e maior (mm), volume (mL) e densidade (ind/m <sup>2</sup> ) dos rodolitos <i>Lithophyllum stictaeforme</i> em três estratos de profundidades no verão e inverno. (EP)= erro padrão.....	25
Tabela 4- Diâmetro menor, intermediário e maior (mm), volume (mL) e densidade (ind/m <sup>2</sup> ) dos rodolitos <i>Hydrolithon</i> sp. em três estratos de profundidades no verão e inverno. (EP)= erro padrão.....	26
Tabela 5- Diâmetro menor, intermediário e maior (mm), volume (mL) e densidade (ind/m <sup>2</sup> ) dos rodolitos <i>Lithophyllum margaritae</i> . em três estratos de profundidades no verão e inverno. (EP)= erro padrão.....	27
Tabela 6- Diâmetro menor, intermediário e maior (mm), volume (mL) e densidade (ind/m <sup>2</sup> ) dos rodolitos <i>Mesophyllum erubescens</i> . em três estratos de profundidades no verão e inverno. (EP)= erro padrão.....	28
Tabela 7- Taxa observados em duas estações nos três estratos de profundidade amostrados caracterizados por sua presença “+” ou ausência: “-” .....	32

## RESUMO

A estrutura dos bancos de algas calcárias é pouco conhecida no Brasil, embora sejam as comunidades bentônicas mais extensas da plataforma continental. Um pequeno banco localizado na ilha do Arvoredo marca o limite sul de distribuição destes ambientes no Brasil que é reconhecido por abrigar espécies engenheiras fornecendo substrato para muitos outros organismos bentônicos. Assim como toda a comunidade marinha, a estrutura do banco de algas calcárias sofre influência direta de fatores ambientais como temperatura, disponibilidade de luz e hidrodinamismo, além disso, os impactos causados por atividades antrópicas e possíveis alterações na estrutura destas comunidades podem ter conseqüências diretas na composição e diversidade destes bancos. Neste estudo se determinou a composição, densidade e volume médio das espécies formadoras dos rodolitos no banco do Arvoredo, bem como a composição epifitobêntica e sua abundância aos 5, 10 e 15m durante o verão e inverno de 2008. Assim este estudo buscou subsídios para o entendimento dos fatores ambientais que promovem as alterações sazonais e espaciais observadas. Foram identificadas 6 espécies formadoras de rodolitos, sendo que elas apresentaram diferentes distribuições sazonais e espaciais. A espécie *Mesophyllum erubescens* se mostrou significativamente mais abundante na profundidade de 10m no verão, enquanto *Lithothamnium heteromorphum* foi mais abundante nas demais profundidades. Verificou-se uma diminuição da densidade bem como do volume dos rodolitos na profundidade de 15m. As diferenças sazonais observadas na distribuição dos rodolitos ao longo das áreas amostradas sugerem deslocamento dos espécimes entre as estações, sendo que os nódulos se encontram mais concentrados no verão em relação ao inverno. Análises multivariadas reforçaram a existência de diferenças espaço/temporais na composição e biomassa de epífitas. Comparações com a bibliografia revelam que tanto a biomassa quanto a riqueza dos produtores primários é a mais baixa dos bancos já descritos para o Brasil. Considerando que a resiliência de um ambiente está diretamente relacionada à diversidade biológica dos produtores primários, o presente resultado reforça a necessidade de se preservar a área em questão.

Palavras-chave: Rebio Arvoredo, banco de rodolitos, distribuição, comunidade fitobêntica.

## 1. INTRODUÇÃO

As algas calcárias não articuladas (Rhodophyta, Corallinales) são organismos abundantes em grande parte dos ecossistemas marinhos e, apesar de apresentarem grande importância econômica e ecológica, são pobremente conhecidas no Brasil (Horta, 2002). Estas algas vermelhas precipitam em suas paredes celulares o carbonato de cálcio e magnésio sob forma de cristais de calcita (Dias, 2000). As Coralináceas não articuladas são representadas por mais de 1000 espécies (Horta, 2002), são cosmopolitas e ocupam grande diversidade de habitats, variando da zona entremarés até profundidades de 268m (Littler *et al.*, 1985).

Algumas algas calcárias podem se desenvolver a partir de fragmentos que se destacam de outras algas calcárias fixas ao substrato e continuam seu desenvolvimento no estado livre, não fixos, formando depósitos sedimentares (Dias, 2000). Estas formas que crescem desprezadas do substrato são comumente chamadas de Rodolitos, Nódulos, Maërl, entre outras e são, em sua maioria, constituídas por algas calcárias não geniculadas (Woelkerling, 1998; Harvey & Woelkerling, 2007).

As calcárias podem estar amplamente distribuídas no sedimento e eventualmente formar extensos bancos de rodolitos. Estes são responsáveis pela grande heterogeneidade estrutural da plataforma continental de muitos continentes, de forma que sua presença culmina com o aumento da diversidade local de organismos associados. Desta forma, estas algas podem ser consideradas espécies chave, ou “engenheiras ecológicas”, pois a forma de seu corpo e seu crescimento promove alterações estruturais no ambiente, o que aumenta a heterogeneidade de hábitat e amplia a disponibilidade de nichos, resultando no aumento da diversidade de espécies associada a estes bancos (Steller *et al.*, 2003). De um modo geral, a alta diversidade específica é atribuída à maior disponibilidade de refúgios e outros recursos que reduzem as perdas derivadas da competição, predação e de eventos de perturbações físicas (Barreto, 1999). Por este e outros motivos os bancos de rodolitos têm sido propostos como um dos habitats submareais mais favoráveis e carentes de estudos sobre a diversidade marinha no Brasil (Horta *et al.*, 2001).

É importante frisar que as coralináceas têm um papel relevante na fixação do carbono dissolvido na água, uma vez que os bancos calcários representam o maior ambiente deposicional de carbonato do mundo (Testa & Bosence, 1999). Portanto, as algas calcárias estão intimamente relacionadas aos processos de alterações climáticas e balanço global de CO<sub>2</sub> (Oliveira, 1996). Aliado a estes fatores é prudente salientar a importância da conservação destes bancos na tentativa de combater à acidificação dos

oceanos, tendo em vista que o  $\text{CaCO}_3$  é o principal composto que regula a alcalinidade da água do mar (Digby, 1977).

Os bancos de rodolitos são uma das mais importantes comunidades bênticas na plataforma continental brasileira (Amado Filho et al., 2007; Gherardi, 2004). Todavia, estão entre as formações costeiras mais extensas do Brasil (Steller & Foster, 1995), sendo que a Ilha do Arvoredo encontra-se no limite sul de distribuição destas formações na costa leste atlântica (Horta *et al.*, 2001). O Banco de Rodolitos da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (27° 16' 00'' S e 48° 22' 41'' W) pode ser considerado bastante vulnerável, devido ao seu pequeno tamanho e à não existência de registros de outros bancos na região (Metri, 2006).

Entre todos os fatores que determinam a estrutura de um banco de nódulos calcários o regime de ondas e correntes é o mais expressivo (Atabay, 1998). Estudos realizados por Freiwald (1995) mostram que os bancos de rodolitos são formados a partir de regimes hidrodinâmicos altamente energéticos. Segundo este autor a fragmentação dos depósitos de algas calcárias culmina na formação de novos indivíduos, de forma que tempestades constituem a principal força direcional para a formação dos bancos de rodolitos. Ainda que pouco documentados (Freiwald, 1995), estes fenômenos são peças-chave na compreensão da estrutura da comunidade de um banco de algas calcárias. A transparência da água também é um fator de fundamental importância na distribuição de tais comunidades (Canals & Ballesteros, 1996).

Os bancos de rodolitos, por se tratarem de um substrato constituído por organismos vivos caracterizam-se por serem dinâmicos, temporal e espacialmente variáveis (Barreto, 1999). Contudo, aspectos morfológicos superficiais dos rodolitos apresentam variações de acordo com a profundidade (Adey *et al.*, 1982) de modo que o número de rolagens, determinado pelo hidrodinamismo, exerce grande influência na morfogênese destes nódulos (Bosence, 1983) e, conseqüentemente, na diversidade e biomassa da flora e fauna associadas a eles.

Compreender a produção primária de uma comunidade é de suma importância para que se determine a quantidade de energia disponível para suportar o crescimento heterotrófico em uma comunidade (Dring, 1992). No ambiente marinho os fatores que afetam a produção primária são principalmente luz, nutrientes e fatores que influenciam na movimentação das massas de água (Schmiegelow, 2004). Contudo, a flutuação de todos estes fatores abióticos afeta a distribuição sazonal e o padrão de cobertura de espécies associadas a estes rodolitos (Steller *et al.*, 2003; Bárbara *et al.*, 2004).

Entre os modeladores dos ecossistemas marinhos, as atividades humanas também detêm um papel de destaque na estruturação destes ambientes e sua desenfreada atuação

em todo o globo tem descaracterizado, degradado e destruído os ambientes em larga escala, onde a poluição, causada principalmente por pesticidas, produtos químicos e esgoto industrial, constitui uma forte ameaça às espécies marinhas (Amaral & Jablonski, 2005).

É importante salientar que os rios são os principais responsáveis pela entrada de nutrientes, sobretudo do fósforo nos oceanos (Howarth *et al.*, 1995). Este aporte de sedimentos no ambiente marinho pode ser um fator limitante no crescimento de comunidades bênticas que utilizam o carbonato em sua estrutura (Canals & Ballesteros, 1996).

No Brasil são poucos os estudos relativos à estrutura de comunidade de bancos de nódulos calcários. Figueiredo *et al.* (2007) avaliou o banco de rodolitos de Abrolhos como substrato vivo para a infauna do local. Amado Filho *et al.* (2007) descreveram padrões sazonais em diferentes estratos de profundidade para o banco de algas calcárias do estado do Espírito Santo; por fim, Riul *et al.* (2008) publicaram um estudo referente à estrutura da comunidade do banco de algas calcárias da Paraíba. O primeiro estudo ecológico realizado no banco do Arvoredo foi publicado por Gherardi (2004) sobre estrutura de comunidade e produção de carbonato, utilizando *transects* fotográficos. Em 2005 Metri descreveu em sua tese a fauna associada aos nódulos calcários e avaliou o papel da predação sobre esta através de experimentos com gaiolas de exclusão e perturbação física. Os resultados aqui apresentados delineiam um novo padrão de distribuição das espécies de nódulos bem como suas variações temporais para os bancos brasileiros.

A importância ecológica dos bancos de algas calcárias, bem como a carência de estudos sobre estes ecossistemas no Brasil, sobretudo na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, foi o principal estímulo para a proposição deste trabalho, levando em conta que para se implementar iniciativas de manejo e conservação em ecossistemas marinhos, primeiro faz-se necessário determinar a estrutura e a dinâmica das comunidades e populações presentes em um ecossistema e identificar os principais modeladores desta comunidade.

Portanto, espera-se que os resultados deste estudo proporcionem uma base aos futuros trabalhos relacionados à ecologia marinha em bancos de rodolitos e também incentive políticas efetivas de fiscalização e manejo desta reserva.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1- Objetivos gerais**

Este trabalho tem como objetivo principal caracterizar a estrutura e a composição da comunidade fitobêntica do banco de algas calcárias do Arvoredo nas estações inverno e verão em diferentes profundidades.

### **2.2- Objetivos Específicos**

- Descrever as espécies formadoras do banco, bem como sua distribuição e padrões morfológicos
- Caracterizar qualitativa e quantitativamente as epífitas dos nódulos calcários
- Identificar diferenças e padrões espaço-temporais na comunidade fitobêntica do banco

## **3. METODOS**

### **3.1- Área de estudo**

A Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (figura 1) protege uma área de 176,000Km<sup>2</sup> e abrange as ilhas Galés, Deserta, Arvoredo e o Calhau de São Pedro. Ela está situada cerca de 11Km ao norte da Ilha de Santa Catarina e encontra-se afastada, aproximadamente, 6,5 Km da costa continental (Metri, 2006). A reserva, criada em 1990 a partir de um decreto presidencial, tem como objetivo geral proteger os ecossistemas de relevante interesse e garantir a biodiversidade da região costeira sul-brasileira. Apesar da criação da reserva em 1990 seu plano de manejo só foi oficializado através da Portaria nº 81-N em 2004.

As coletas foram realizadas no banco de rodolitos (Figura 2), situado na Enseada do Rancho Norte, lado leste da Ilha do Arvoredo (48° 22,00' W, 27° 17,5' S), zona classificada como intangível pelo plano de manejo, uma vez que o ambiente comporta uma ampla heterogeneidade de habitats que confere ao banco uma grande diversidade biológica (Figura 3). Este banco representa o limite sul de distribuição dos bancos de rodolitos na costa brasileira e consiste em uma mistura de areia e nódulos calcários cuja profundidade varia de 5 a 20m sobre um fundo arenoso e uniforme cobrindo uma área de aproximadamente 1000m<sup>2</sup> (Gherardi, 2004).

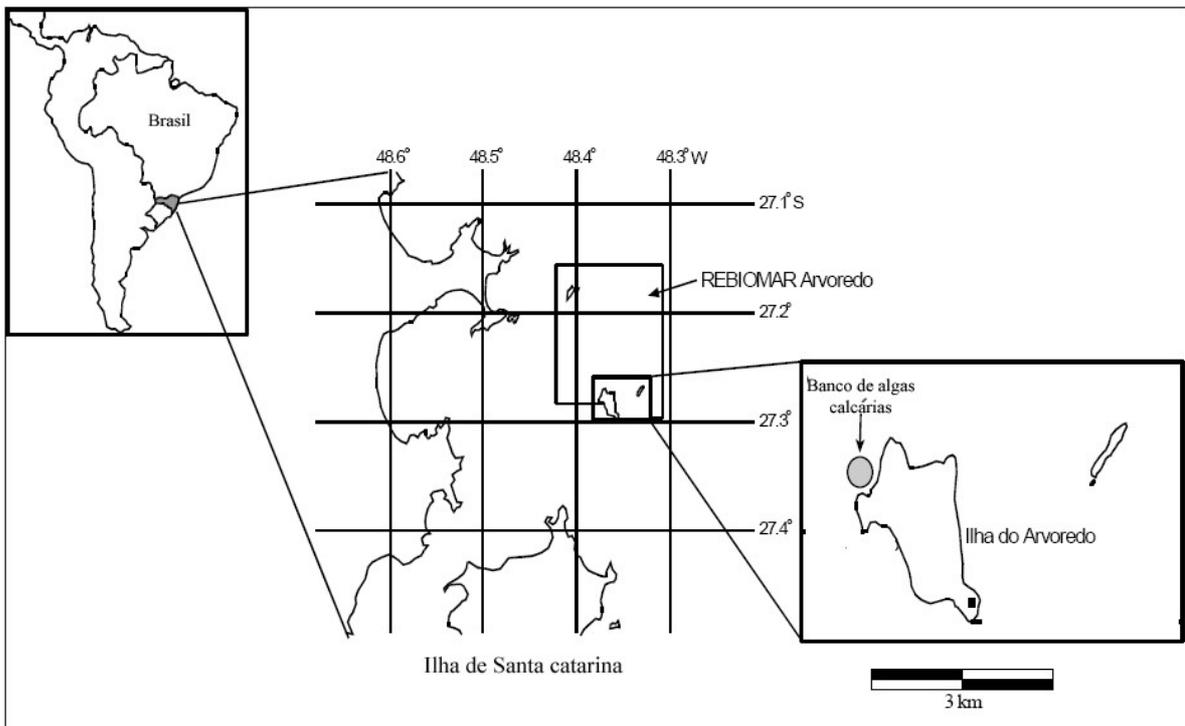


Figura 1- Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, indicando o banco de rodolitos

O banco encontra-se em uma área de transição entre os climas tropical e subtropical, além de estar em um local de influência de duas correntes oceânicas: a do Brasil e a corrente das Malvinas (Metri, 2006). No verão há prevalência do vento NE e N, enquanto que no inverno os ventos dominantes são SW e W (Wainer *et al.*, 2006). Na região sul do Brasil, no inverno, há o deslocamento da convergência subtropical formada pelo encontro dessas duas correntes em direção ao norte, o que confere à região massas de água mais homogêneas e características climáticas próximas das temperadas (Carvalho *et al.*, 1998, Amaral & Jablonski, 2005). Durante o verão na plataforma continental sul as massas de água apresentam acentuada termoclina resultantes dos efeitos combinados do aquecimento sazonal e da advecção de massas de águas de origem tropical e subtropical e as temperaturas médias superficiais variam de 25 à 27°C, enquanto, as médias no fundo são frequentemente menores do que 18°C em profundidades inferiores à 15m. Durante o inverno as massas de águas costeiras são mais homogêneas apresentando temperaturas de fundo e superfície variando entre 20 e 23°C (Castro *et al.*, 2006). A Salinidade apresenta tendência de ser mais baixa no verão, variando entre 34 a 36,4.

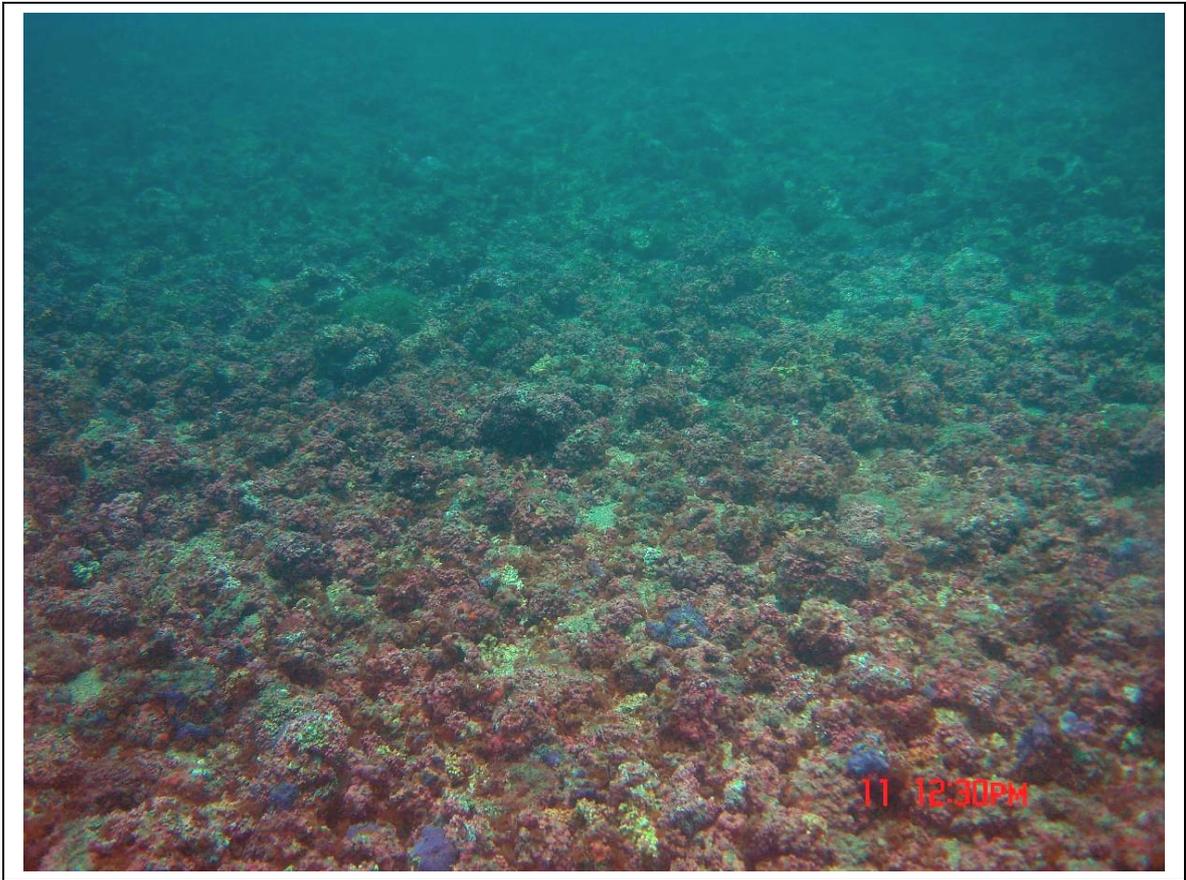


Figura 2- Aspecto geral do banco de nódulos calcários da Rebio-Arvoredo.

As baixas temperaturas de fundo observadas durante o verão são resultado das incursões da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) em profundidades de aproximadamente 20m, ainda que na superfície predominem as águas tropicais costeiras (Chludinski et al., 2002).

O sedimento do banco de algas calcárias é caracterizado como arenoso, constituído por um grande número de fragmentos de rodolitos e conchas nas áreas mais rasas. Nas áreas mais profundas este sedimento granuloso deu lugar a um sedimento fino que muitas vezes recobria os nódulos.

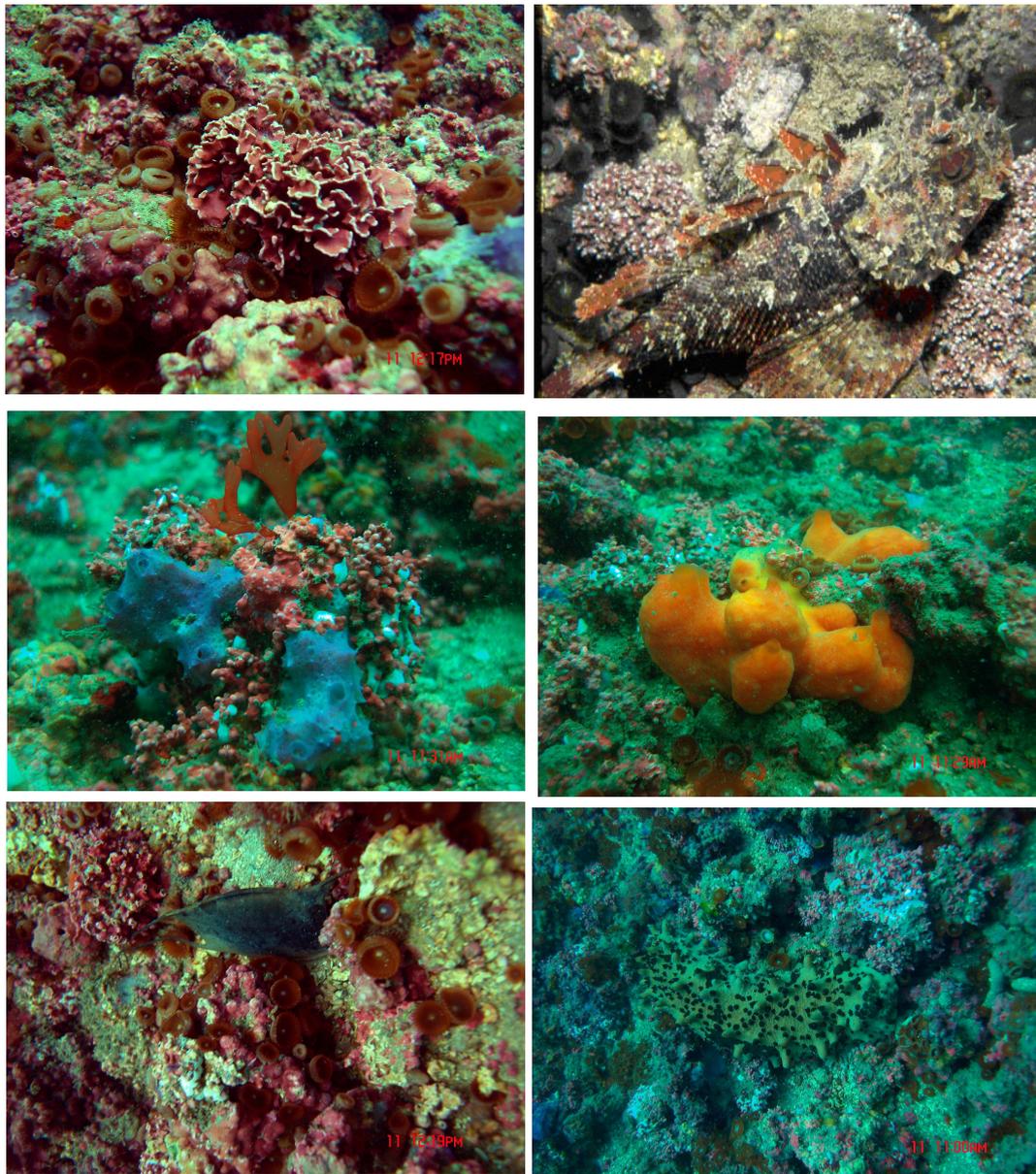


Figura 3- Aspecto geral e detalhes da diversidade biológica observada no Banco de Rodolitos da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Santa Catarina, Brasil

### 3.2- Amostragem

Foram realizadas duas expedições durante o período do estudo. A primeira no mês de fevereiro de 2008 e a segunda em Julho do mesmo ano. As amostragens foram feitas através de mergulho autônomo, respeitando o tempo de mergulho não descompressivo. Foram utilizados como descritores da estrutura do banco de rodolitos o número e volume dos nódulos, e a biomassa e a riqueza de espécies fitobênticas a partir de elementos amostrais de 25x25 cm (625 cm<sup>2</sup>).

Para a caracterização da comunidade optou-se por um método destrutivo onde foram estabelecidas nove sub-áreas amostrais de 5m<sup>2</sup> paralelas à costa da Enseada do Rancho Norte, no sentido NE-SW. As sub-áreas foram distribuídas entre as profundidades de 5, 10 e 15m, de modo que houvessem três (A, B, C) por profundidade, tendo entre elas uma distância mínima de 10 metros (Figura 4). Aleatoriamente, três elementos amostrais (1, 2, 3) foram dispostos ao longo de cada sub-área onde todos rodólitos e demais organismos associados a estes que se posicionassem dentro do quadrante foram recolhidos em sacos plástico de 10L, devidamente identificados e posteriormente transferidos à embarcação. Sendo assim, ao fim da coleta foram obtidas três réplicas com três unidades amostradas cada por profundidade, ou seja, 27 amostras quantitativas ao todo por coleta.

A mesma metodologia utilizada no verão foi repetida no inverno, no entanto, devido ao tratamento prolongado das amostras em contraste com o curto prazo para a realização da monografia, foram analisados apenas três réplicas por profundidade para a caracterização do referido período.

No laboratório cada réplica foi fixada com uma solução de formol 4% em um volume suficiente para que todo o material ficasse imerso na solução e, em seguida, armazenadas em bombonas fechadas.

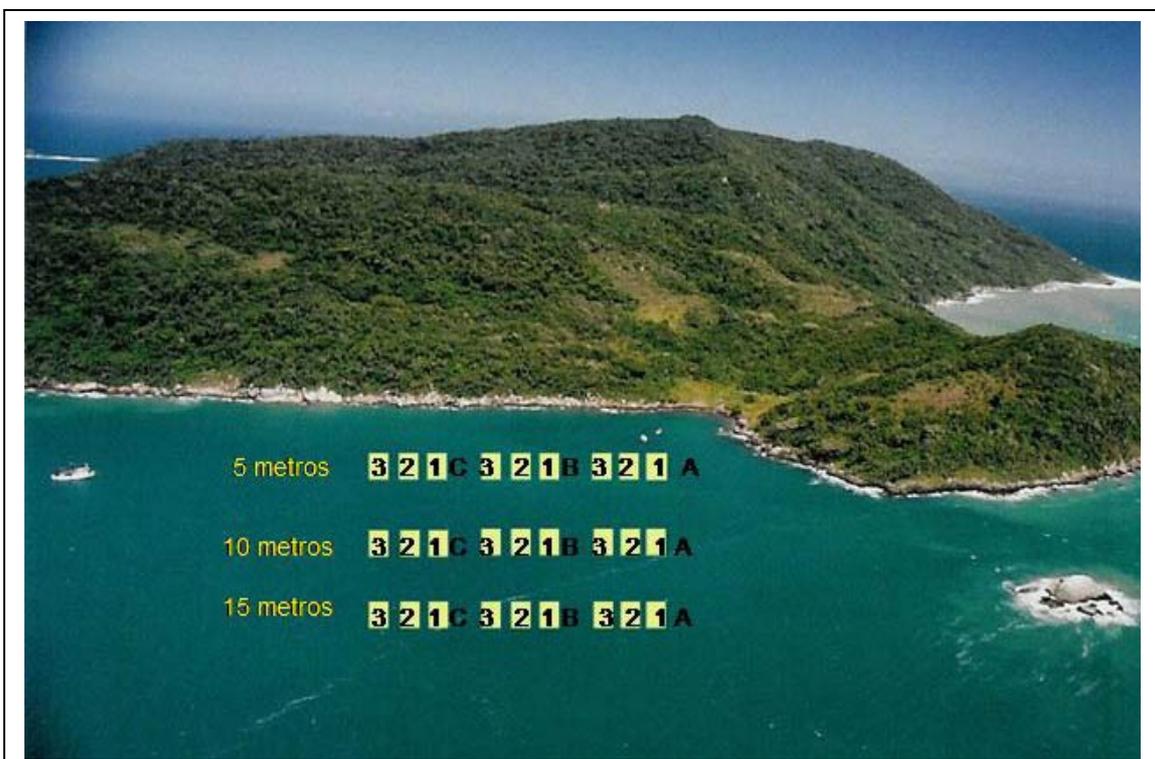


Figura 4- Ilustração esquemática do posicionamento das nove réplicas dispostas aleatoriamente (1, 2 e 3) ao longo de cada um das sub-áreas (A, B e C) de cada profundidade amostrada (5, 10 e 15m).

### 3.3- Procedimentos em laboratório

O processo de triagem e análises dos dados coletados foi desempenhado no laboratório de Ficologia da Universidade Federal de Santa Catarina, onde estão disponíveis os materiais necessários para a triagem e identificação dos organismos.

As amostras foram abertas para triagem aleatoriamente até a conclusão das análises. Para cada amostra aberta retirou-se o formol através de uma peneira com malha de 1mm, em seguida lavaram-se todos os rodolitos com água corrente sobre a mesma malha. Alguns organismos foram retirados do interior dos nódulos com a ajuda de pinças e picetes com água. O material retido na malha foi encaminhado para o Laboratório de Crustáceos e Plâncton da Universidade Federal de Santa Catarina, onde a acadêmica Heloísa S. Karam separou em grandes grupos e posteriormente analisou a distribuição espacial dos crustáceos decápodos e estomatópodos em sua monografia (Silva-Karam, 2008).

Após a lavagem, os rodolitos da amostra foram dispostos em bacias brancas cobertas com água onde as macrófitas associadas aos nódulos foram cuidadosamente retiradas para posterior identificação e análise de biomassa. Em seguida cada rodolito recebeu uma etiqueta contendo um nº de identificação e o nome da amostra (por exemplo: R-18 5m2A 19/02) para que a partir de então pudesse receber tratamento individual e ter seus dados fichados em um caderno de registro contendo a espécie da alga formadora do nódulo, o diâmetro menor (maior valor encontrado para o eixo “x”), diâmetro intermediário (maior valor encontrado para o eixo “y”) e o diâmetro maior (maior valor encontrado para o eixo “z”) e o volume.

A identificação das espécies calcárias formadoras dos rodolitos foi feita com base em características morfológicas e anatômicas, conforme a metodologia e bibliografia descritas por Horta (2002). Por vezes, mais de uma espécie de alga calcária não articulada foi encontrada co-habitando o mesmo nódulo. Nestes casos somente a espécie predominante, que representava mais de 50% da estrutura do nódulo, foi considerada nas análises estatísticas.

As macroalgas epifíticas foram identificadas com o auxílio de um microscópio estereoscópico, com base nos sistemas nomenclaturais de Silva *et al.* (1996) e de Wynne (2005), além de chaves específicas atualizadas. Exemplares representativos de cada uma das espécies foram herborizadas ou montadas em lâminas permanentes, sendo depositadas no Herbário do Departamento de Botânica, da Universidade Federal de Santa Catarina (FLOR).

Após a identificação as algas foram dispostas em formas de alumínio previamente pesada, secas em uma estufa a 60°C por 48h e posteriormente pesadas em uma balança digital de precisão de 4 dígitos, com fim de se determinar sua massa seca. As espécies com indivíduos maiores do que 3mm, passíveis de separação a olho nu, foram pesadas em formas individuais para cada amostra, as demais foram pesadas juntas como turf.

Para se determinar os padrões morfológicos dos rodolitos foram avaliadas suas dimensões, que consistiu na medida dos três eixos do nódulo (longos, intermediários e curtos), o diâmetro médio dos rodolitos (média aritmética dos três eixos) e o volume de cada nódulo, que foi obtido mergulhando o rodolito (após a retirada dos organismos epibênticos) em uma proveta graduada com água, verificando, então, seu deslocamento na coluna. A densidade dos rodolitos foi determinada mediante a contagem individual dos mesmos em cada elemento amostral de 625cm<sup>2</sup> e transformada para n° de rodolitos por m<sup>2</sup> para cada amostra.

### **3.4- Processamento e análise de dados**

A frequência relativa foi utilizada para se apresentar a distribuição das espécies formadoras de rodolitos ao longo das diferentes profundidades e estações do ano. As abundâncias dos rodolitos e fitobentos foram transformadas para m<sup>-2</sup>, facilitando eventuais comparações com demais trabalhos que utilizaram diferentes tamanhos de elementos amostrais.

Os descritores riqueza e biomassa do fitobentos foram analisados segundo suas médias acompanhadas dos respectivos erros padrões (EP) e as eventuais significâncias das diferenças, avaliada segundo a ANOVA bi-fatorial, seguida do teste *a posteriori* de Fisher LSD, comparando-se as diferentes profundidades de uma mesma coleta e cada uma destas profundidades nos dois períodos amostrados. Os mesmos métodos e procedimentos foram utilizados para se analisar as variações dos volumes, dimensões e densidades dos rodolitos em cada profundidade e estação do ano. Em ambos os casos, utilizou-se o programa Statistica 7.0.

Os padrões espaço/temporais apresentados pelo epifitobentos foram analisados utilizando-se o método multivariado de Escalonamento Multidimensional (MDS) seguido da análise de Similaridade (ANOSIM), verificando a significância dos eventuais agrupamentos observados. Estas análises foram realizadas com o auxílio do programa PRIMER 6.0.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 - Composição e densidade dos rodolitos

Foram identificadas seis espécies de coralináceas não articuladas estruturadoras do banco da ilha do Arvoredo em 864 nódulos analisados, 682 no verão e 182 no inverno. A espécie dominante no verão foi *Lithothamnium heteromorphum*, representando um percentual de 47% dos nódulos, seguida por *Mesophyllum erubescens* (23%), *Lithophyllum stictaeforme* (18%), *Lithothamnium rugosum* (6%), *Hydrolithon* sp. (5%) e *Lithophyllum margarittae* (1%). No inverno as espécies dominantes permaneceram as mesmas, no entanto apresentaram algumas diferenças no que diz respeito às suas proporções, onde 63% das espécies amostradas foram representadas por *L. heteromorphum*, 16% por *M. erubescens*, 14% por *L. stictaeforme*, 4% por *L. rugosum*, 2% por *Hydrolithon* sp. e 1% por *L. margarittae* (Figura 5).

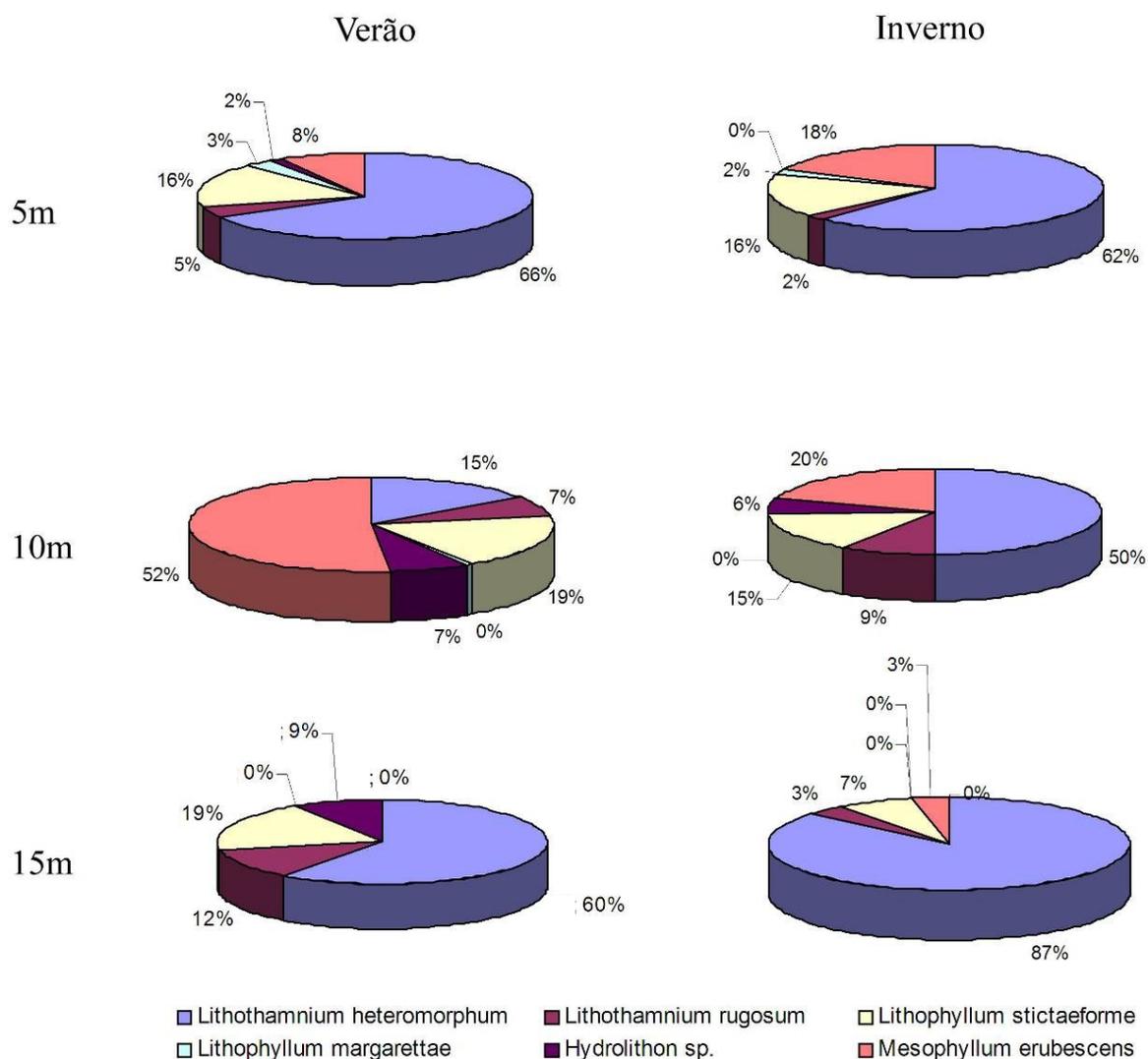


Figura 5: Proporção encontrada das 6 espécies formadoras de nódulos calcários no banco do Arvoredo em três profundidades (5, 10 e 15m) no verão e inverno de 2008.

Existem variações sazonais e espaciais no que diz respeito à densidade dos nódulos de *M. erubescens* por metro quadrado (Figura 6). No verão estas algas são significativamente ( $p < 0,05$ ) mais frequentes à 10m em relação às demais profundidades. No entanto, houve uma redução significativa na população da alga nesta profundidade no inverno em relação ao verão e ela se distribuiu no banco homogeneamente, de forma que não houveram diferenças entre 10 m e as demais profundidades.

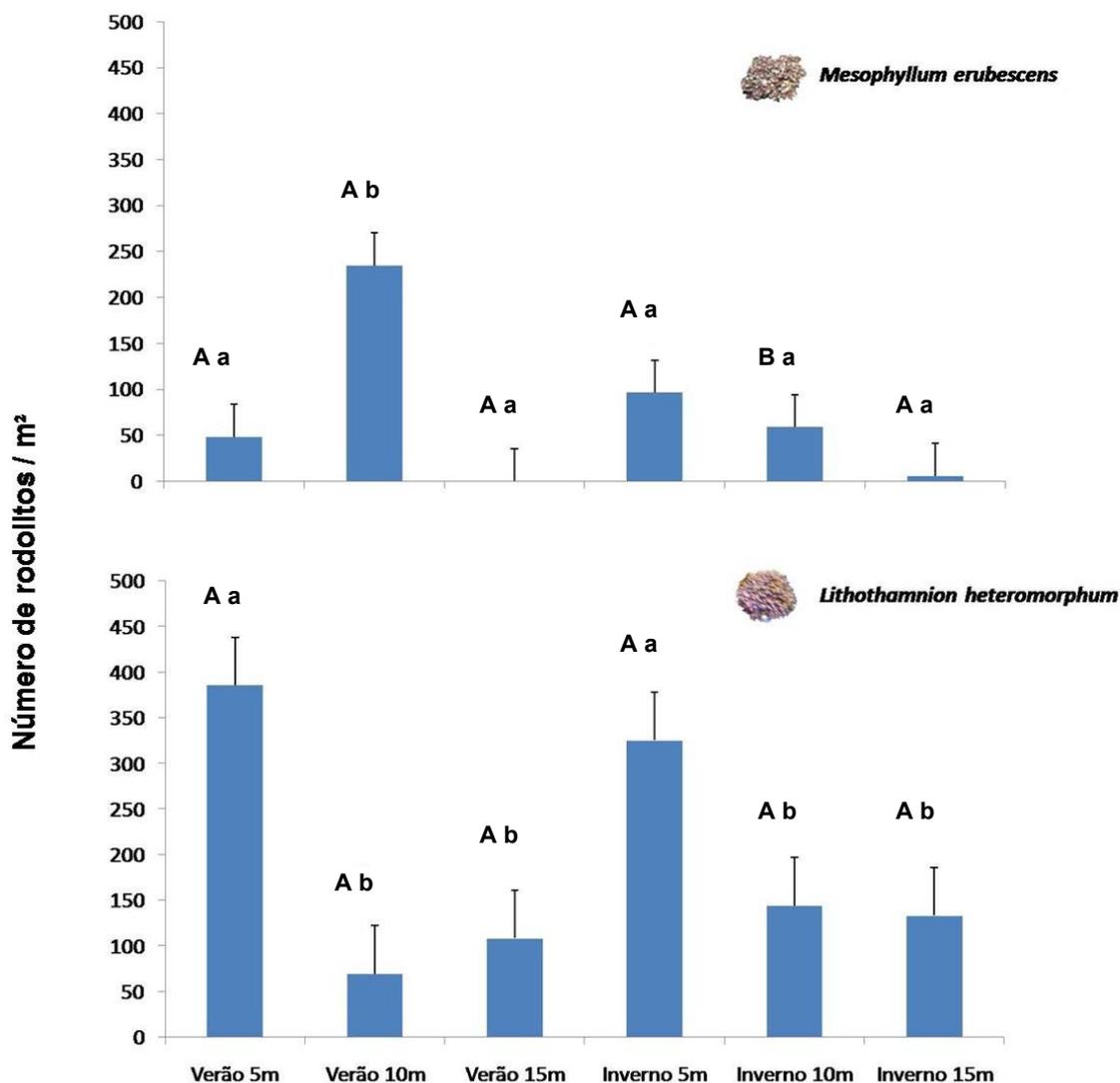


Figura 6 – número médio de *Mesophyllum erubescens* e *Lithothamnium heteromorphum* por amostra nas profundidades de 5 m, 10 m e 15 m nas estações verão e inverno no banco de algas calcárias do Arvoredo. (onde: barras= erro padrão; letras maiúsculas representam os resultados da ANOVA referente às variações temporais, enquanto as minúsculas as variações espaciais, considerando o nível de significância de  $p < 0,05$ ;  $n = 36$ ).

No verão foi possível identificar o predomínio de *L. heteromorphum* nas profundidades 5 e 15m, com proporção de 66% e 61,60% dos rodolitos respectivamente. Para *L. heteromorphum* a análise de variâncias acusou diferenças entre

os estratos de profundidade, mas não sazonais. No verão, as maiores proporções deste nódulo foram encontradas a 5m enquanto no inverno elas foram maiores a 15m.

A densidade média dos rodolitos variou entre 580 ( $\pm 33$ ) rod/m<sup>2</sup>, à 5 metros, e 180 ( $\pm 15$ ) rod/m<sup>2</sup>, à 15m, no verão, e entre 529 ( $\pm 32$ ) rod/m<sup>2</sup> e 155 ( $\pm 11$ ) rod/m<sup>2</sup> no inverno. Em ambas as estações o número de nódulos decresceu com o aumento da profundidade. Sazonalmente observou-se uma tendência na redução desta variável durante o inverno sendo que as diferenças observadas a 10 metros foram significativas (Figura 7).

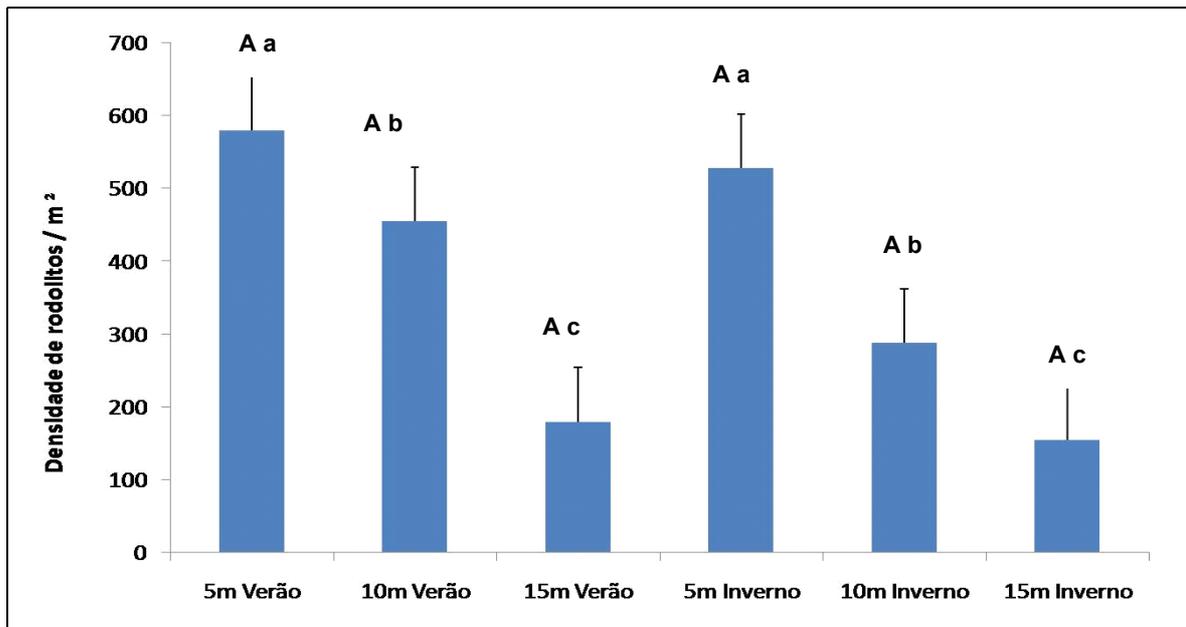


Figura 7 - número médio geral de rodolitos por amostra nos diferentes estratos de profundidade (5 m, 10 m, e 15 m) nas estações verão e inverno no banco do Arvoredo (onde: barras= erro padrão; letras maiúsculas representam os resultados da ANOVA referente às variações temporais, enquanto as minúsculas as variações espaciais, considerando o nível de significância de  $p < 0,05$ ).

## 4.2 Dimensões dos nódulos

Foram determinadas as dimensões de 864 rodolitos sendo 326 à 5m, 255 à 10m e 101 à 15m no verão e 99, 54 e 29 respectivamente nas mesmas profundidades, no inverno. Os eixos variaram de 9 a 138mm à 5m; 11 a 153mm à 10m e de 11 a 82mm à 15m no verão e 15 a 118 mm à 5m, 15 a 102 mm à 10m e 7 a 67 à 15m no inverno. As dimensões de cada espécie formadora de rodolitos, bem como sua distribuição no banco, estão representadas nas tabelas numeradas de 1 à 6. Os maiores valores médios de diâmetro e volume foram encontrados nos nódulos da rodolitos *Hydrolithon* sp. à 5m no verão. As maiores densidades por amostra foram encontradas para a espécie *L. heteromorphum*, sobretudo a 5 e 15m em ambas estações, enquanto que *M. erubescens*

foi mais denso à 10m no verão. A espécie mais rara descrita para o banco do Arvoredo foi *L. margarittae* encontrada apenas na profundidade de 5m com densidade média de 6,78 rod;m<sup>2</sup> no verão e 11 rod.m<sup>2</sup> no inverno.

Tabela 1- Diâmetro menor, intermediário e maior (mm), volume (mL) e densidade (ind/m<sup>2</sup>) dos rodolitos *Lithothamnium heteromorphum* em três estratos de profundidades no verão e inverno. (EP)= erro padrão.

Diâmetro (mm)		Verão			Inverno		
		5m	10m	15m	5m	10m	15m
<b>Menor</b>	Média	36,67	34,98	28,49	33,41	35,37	25,76
	(EP)	(±0,85)	(±1,89)	(±1,26)	(±1,40)	(±1,84)	(±2,33)
	Mín – Máx	14 – 68	18 – 67	11 – 54	15 – 65	19 – 56	7 – 59
<b>Intermediário</b>	Média	44,06	45,35	36,39	39,95	45,30	32,96
	(EP)	(±0,93)	(±2,20)	(±1,46)	(±1,55)	(±2,07)	(±2,57)
	Mín – Máx	16 – 81	26 – 72	15 – 65	16 – 67	24 – 68	15 – 63
<b>Maior</b>	Média	50,21	54,32	44,86	47,34	57,11	41,44
	(EP)	(±0,96)	(±2,80)	(±1,84)	(±1,99)	(±2,47)	(±2,54)
	Mín – Máx	17 - 82	27 – 103	16 – 77	21 – 105	32 – 84	20 – 67
<b>Volume (ml)</b>	Média	21,01	23,53	12,07	17,89	22,93	9,68
	(EP)	(±1,02)	(±3,51)	(±1,57)	(±2,47)	(±3,42)	(±2,18)
<b>Densidade (rod.m<sup>2</sup>)</b>	Média	385,78	69,33	108,44	325,33	144,00	133,33
	(EP)	(±34,71)	(±15,78)	(±18,24)	(±132,69)	(±37,00)	(±10,67)

Tabela 2- Diâmetro menor, intermediário e maior (mm), volume (mL) e densidade (ind/m<sup>2</sup>) dos rodolitos *Lithothamnium rugosum* em três estratos de profundidades no verão e inverno. (EP)= erro padrão.

Diâmetro (mm)		<i>Verão</i>			<i>Inverno</i>		
		5m	10m	15m	5m	10m	15m
<b>Menor</b>	Média	33,27	25,76	28,20	33,00	31,20	-
	(EP)	(±2,98)	(±2,05)	(±2,63)	(±7,00)	(±4,26)	-
	Mín – Máx	14 – 53	13 – 44	18 – 47	26 – 40	21 – 41	-
<b>Intermediário</b>	Média	41,20	34,65	40,40	43,50	45,40	-
	(EP)	(±3,69)	(±2,34)	(±5,02)	(±7,50)	(±7,85)	-
	Mín – Máx	21 – 68	22 – 56	23 – 72	36 – 51	25 – 63	-
<b>Maior</b>	Média	47,53	43,64	46,60	50,50	49,00	-
	(EP)	(±4,22)	(±3,37)	(±5,48)	(±10,50)	(±7,37)	-
	Mín – Máx	23 - 72	26 – 72	25 – 82	40 – 61	31 – 64	-
<b>Volume (ml)</b>	Média	20,93	10,65	17,20	32,00	21,60	-
	(EP)	(±5,10)	(±1,75)	(±6,65)	(±18,00)	(±6,90)	-
<b>Densidade (rod.m<sup>-2</sup>)</b>	Média	23,67	30,22	21,33	10,67	5,33	-
	(EP)	(±8,84)	(±9,02)	(±10,33)	(±5,33)	(±5,33)	-

Tabela 3- Diâmetro menor, intermediário e maior (mm), volume (mL) e densidade (ind/m<sup>2</sup>) dos rodolitos *Lithophyllum stictaeforme* em três estratos de profundidades no verão e inverno. (EP)= erro padrão.

Diâmetro (mm)		<i>Verão</i>			<i>Inverno</i>		
		5m	10m	15m	5m	10m	15m
<b>Menor</b>	Média	30,53	27,93	29,37	28,63	39,38	25,00
	(EP)	(±1,77)	(±1,34)	(±2,00)	(±2,87)	(±4,77)	(±6,00)
	Mín – Máx	9 – 70	12 – 52	11 – 43	17 – 56	23 – 57	19 – 31
<b>Intermediário</b>	Média	43,77	39,89	39,68	35,38	52,38	33,00
	(EP)	(±1,79)	(±1,57)	(±2,48)	(±2,51)	(±6,95)	(±1,00)
	Mín – Máx	20 – 75	23 – 71	19 – 58	25 – 59	27 – 79	32 – 34
<b>Maior</b>	Média	51,71	49,76	48,47	48,44	61,50	41,50
	(EP)	(±1,78)	(±1,67)	(±2,67)	(±3,51)	(±6,17)	(±5,50)
	Mín – Máx	22- 77	29 – 82	25 – 67	30 – 84	40 – 86	36– 47
<b>Volume (ml)</b>	Média	17,34	13,72	15,74	15,31	38,13	9,00
	(EP)	(±2,20)	(±1,81)	(±2,17)	(±5,77)	(±11,47)	(±3,00)
<b>Densidade (rod.m<sup>-2</sup>)</b>	Média	94,22	85,33	33,78	85,33	43,00	10,67
	(EP)	(±24,21)	(±24,00)	(±10,48)	(±53,33)	(±19,00)	(±5,33)

Tabela 4- Diâmetro menor, intermediário e maior (mm), volume (mL) e densidade (ind/m<sup>2</sup>) dos rodolitos *Hydrolithon sp.* em três estratos de profundidades no verão e inverno. (EP)= erro padrão.

Diâmetro (mm)		<i>Verão</i>			<i>Inverno</i>		
		5m	10m	15m	5m	10m	15m
<b>Menor</b>	Média	44,00	33,11	34,67	-	33,00	-
	(EP)	(±6,78)	(±3,22)	(±3,06)	-	(±4,04)	-
	Mín – Máx	20 – 62	12 – 64	21 – 45	-	26 – 40	-
<b>Intermediário</b>	Média	55,00	41,84	43,33	-	45,33	-
	(EP)	(±7,09)	(±3,43)	(±3,93)	-	(±5,81)	-
	Mín – Máx	27 – 65	17 – 78	25 – 59	-	36 – 56	-
<b>Maior</b>	Média	63,00	50,11	53,56	-	53,33	-
	(EP)	(±6,75)	(±4,00)	(±4,94)	-	(±3,28)	-
	Mín – Máx	32 - 79	22 – 93	33 – 79	-	47 – 58	-
<b>Volume (ml)</b>	Média	40,40	25,16	25,67	-	22,33	-
	(EP)	(±12,88)	(±7,72)	(±7,02)	-	(±6,35)	-
<b>Densidade (rod.m<sup>-2</sup>)</b>	Média	8,89	33,78	16,00	-	16,00	-
	(EP)	(±7,11)	6,77	(±7,06)	-	(±9,00)	-

Tabela 5- Diâmetro menor, intermediário e maior (mm), volume (mL) e densidade (ind/m<sup>2</sup>) dos rodolitos *Lithophyllum margaritae*. em três estratos de profundidades no verão e inverno. (EP)= erro padrão.

Diâmetro (mm)		Verão			Inverno		
		5m	10m	15m	5m	10m	15m
<b>Menor</b>	Média	25,22	-	-	30,00	-	-
	(EP)	(±2,02)	-	-	(±14,00)	-	-
	Mín – Máx	16 – 39	-	-	16 – 44	-	-
<b>Intermediário</b>	Média	33,33	-	-	39,00	-	-
	(EP)	(±2,13)	-	-	(±15,00)	-	-
	Mín – Máx	21 – 41	-	-	24 – 54	-	-
<b>Maior</b>	Média	44,78	-	-	40,00	-	-
	(EP)	(±3,97)	-	-	(±15,00)	-	-
	Mín – Máx	30 - 63	-	-	25 – 55	-	-
<b>Volume (ml)</b>	Média	6,78	-	-	11,00	-	-
	(EP)	(±1,70)	-	-	(±9,00)	-	-
<b>Densidade (rod.m<sup>-2</sup>)</b>	Média	16,00	1,78	-	10,67	-	-
	(EP)	(±5,96)	1,78	-	(±10,67)	-	-

Tabela 6- Diâmetro menor, intermediário e maior (mm), volume (mL) e densidade (ind/m<sup>2</sup>) dos rodolitos *Mesophyllum erubescens*. em três estratos de profundidades no verão e inverno. (EP)= erro padrão.

Diâmetro (mm)		<i>Verão</i>			<i>Inverno</i>		
		5m	10m	15m	5m	10m	15m
<b>Menor</b>	Média	38,96	35,23	-	34,22	32,45	-
	(EP)	(±3,58)	(±1,64)	-	(±3,22)	(±4,22)	-
	Mín – Máx	13 – 87	11 – 137	-	18 – 58	15 – 58	-
<b>Intermediário</b>	Média	52,59	46,48	-	48,16	44,90	-
	(EP)	(±4,65)	(±1,79)	-	(±5,00)	(±6,43)	-
	Mín – Máx	14 – 118	19 – 115	-	21 – 97	23 – 77	-
<b>Maior</b>	Média	60,67	58,42	-	64,28	62,90	-
	(EP)	(±5,53)	(±2,34)	-	(±6,37)	(±9,02)	-
	Mín – Máx	15 - 138	25 – 153	-	34 – 118	29 – 102	-
<b>Volume (ml)</b>	Média	36,85	29,27	-	35,89	35,91	-
	(EP)	(±10,75)	(±3,76)	-	(±9,63)	(±10,49)	-
<b>Densidade (rod.m<sup>-2</sup>)</b>	Média	48,00	234,67	-	96,00	59,00	5,33
	(EP)	(±17,28)	(±32,55)	-	(±57,69)	(±51,00)	(±5,33)

A maioria dos rodolitos das três profundidades no verão encontra-se no intervalo do diâmetro médio de 33,1 a 52mm (51%, 45% e 52% com o aumento da profundidade). O mesmo acontece no inverno com exceção dos nódulos de 15m, que possui a maioria dos nódulos nas dimensões entre 14 e 33mm de diâmetro médio (45% à 5m, 44% à 10m e 55% à 15m). Nódulos grandes (maiores que 71mm) não são encontrados na profundidade inferior do banco (Figura 8).

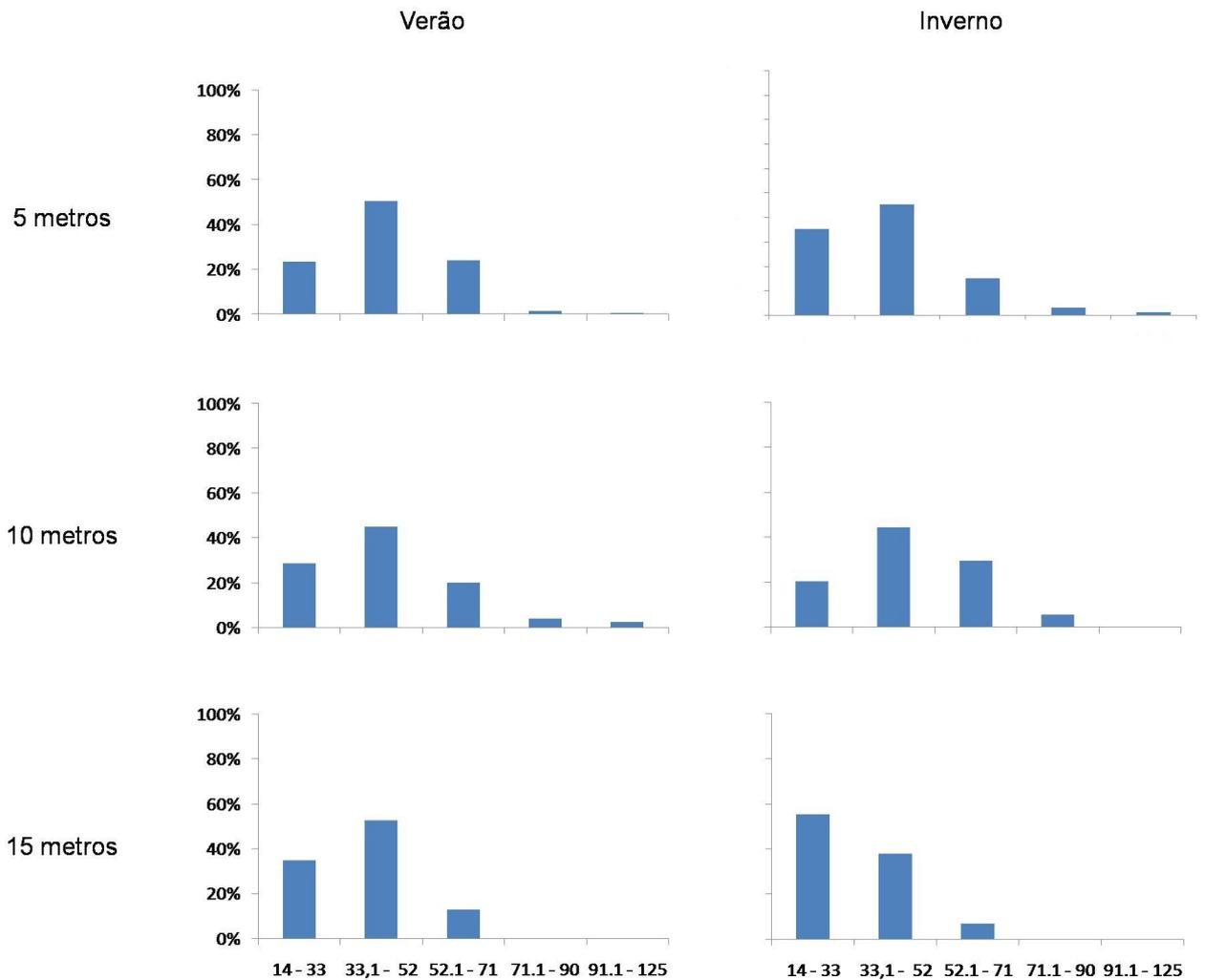


Figura 8- Frequência relativa das classes de diâmetros médios de rodolitos por gradientes de profundidades no verão e inverno.

A média dos diâmetros de rodolitos por m<sup>2</sup> (Figura 9) não diferiu significativamente entre 5 e 10m e ambas foram superiores à de 15m tanto no verão, como no inverno. Não ocorrem diferenças significativas entre períodos de amostragens para cada uma das profundidades

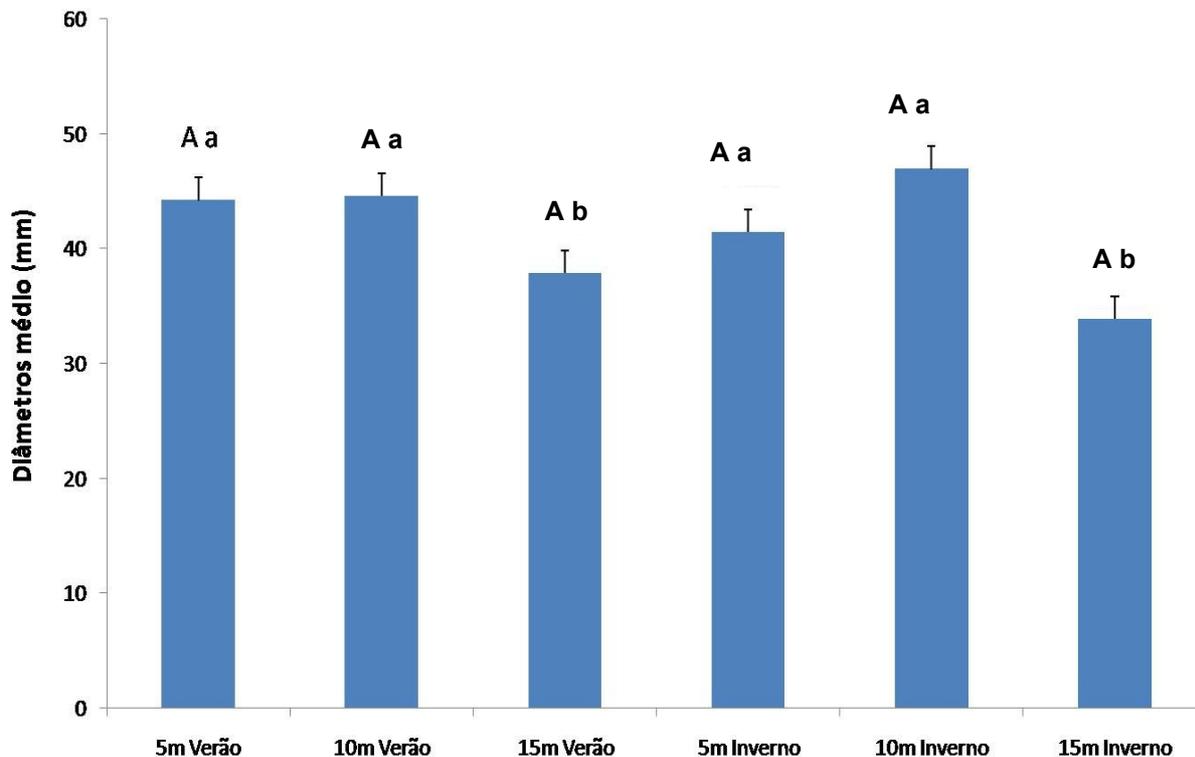


Figura 9- Média dos diâmetros médios por amostra nas profundidades de 5 m, 10 m e 15 m nas estações verão e inverno no banco de algas calcárias do Arvoredo. (onde: barras= erro padrão; letras maiúsculas representam os resultados da ANOVA referente às variações temporais, enquanto as minúsculas as variações espaciais, considerando o nível de significância de  $p < 0,05$ ;  $n = 36$ ).

Da mesma forma o volume total dos rodolitos por amostra foi estatisticamente o mesmo entre 5 e 10m de profundidade e ambos diferiram dos 15m em suas respectivas profundidades. Contudo, foi observada uma variação sazonal entre os 10m, que se mostrou inferior no inverno (Figura 10). O mesmo não ocorreu para as demais profundidades.

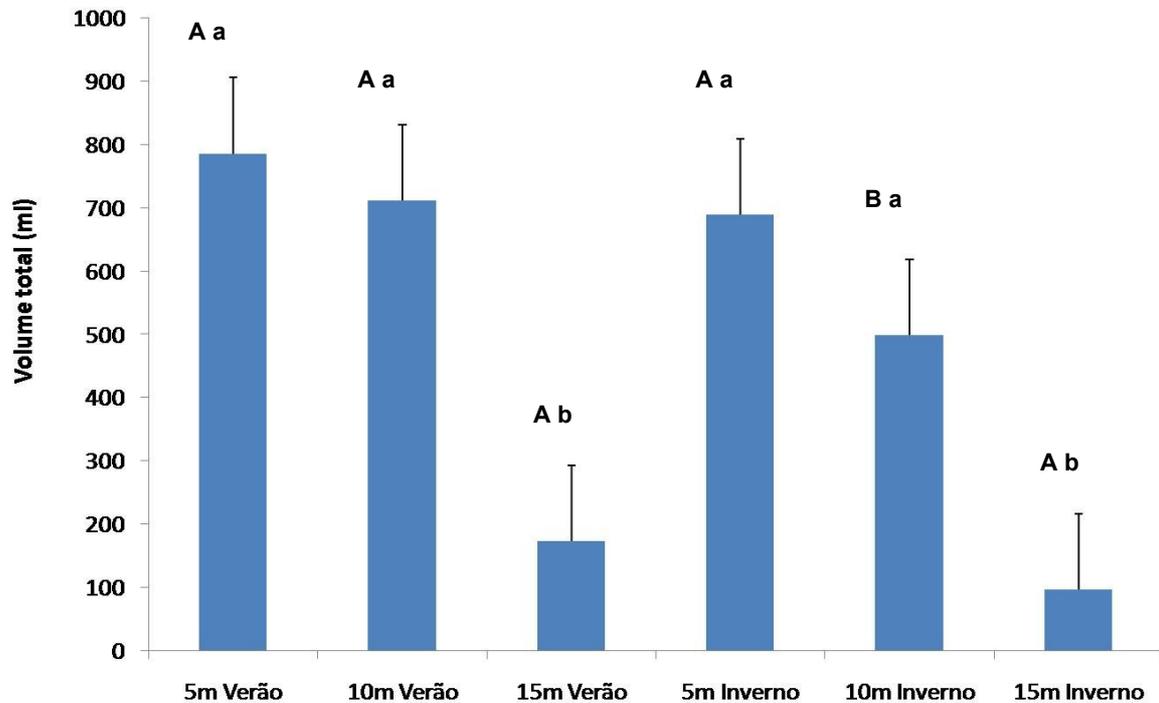


Figura 10- Volume total dos rodolitos por amostra nas profundidades de 5 m, 10 m e 15 m nas estações verão e inverno no banco de algas calcárias do Arvoredo. (onde: barras= erro padrão; letras maiúsculas representam os resultados da ANOVA referente às variações temporais, enquanto as minúsculas as variações espaciais, considerando o nível de significância de  $p < 0,05$ ;  $n = 36$ ).

### 4.3- Comunidade Epífita

#### 4.3.1 Riqueza de espécies

Foram identificados 46 táxons infragenéricos epifitando os rodolitos do banco do Arvoredo (Tabela 7), dos quais 31 foram Rhodophyta, 12 foram Chlorophyta e 2 foram Phaeophyceae (Ochrophyta). As proporções dos filos em cada amostra estão descritas na figura 11. Observou-se tendência de redução da riqueza específica de 45 espécies no verão à 23 no inverno.

As espécies *Cladophora vagabunda*, *Anotrichium tenue*, *Ceramium luetseburgii* e *Erythrotrichia carnea*, foram encontradas em todas as profundidades amostradas e em ambas estações do ano. Os táxons *Rhodymenia delicatula* e *Peyssonnelia simulans* apareceram epifitando nódulos no inverno e verão, porém foram exclusivas dos 15m. *Codium intertextum*, *Derbesia tenuissima*, *Enteromorpha flexuosa*, *Ernodesmis verticillata*, *Rhizoclonium riparium*, *Lobophora variegata*, *Acrochaetium* sp., *Ceramium tenerrimum*, *Chondria* sp., *Erythrocladia* sp., *Herposiphonia secunda* f. *tenella*, *Heterosiphonia crispella* var. *laxa*, *Halymenia* sp., *Hypoglossum* sp., *Jania*

*adhaerens*, *Laurencia filiformis* e *Polysiphonia* sp., ocorreram apenas no verão. Houve uma única ocorrência exclusiva do inverno, a Rhodophyta *Dasya rigidula*, que apareceu apenas à 15 metros de profundidade.

Tabela 7- Taxa observados em duas estações nos três estratos de profundidade amostrados caracterizados por sua presença “+” ou ausência: “-”.

<i>Grupo/taxa</i>	Verão			Inverno		
	5m	10m	15m	5m	10m	15m
<b>Chlorophyta</b>						
<i>Bryopsis plumosa</i> (Hudson) C Agardh	+	+	+	+	-	-
<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kützing	+	+	-	-	-	-
<i>Cladophora</i> sp.	+	-	-	-	-	-
<i>Cladophora rupestris</i> (L.) Kützing	+	+	-	-	-	-
<i>Cladophora vagabunda</i> (L.) C. Hoek	+	+	+	+	+	+
<i>Cladophoropsis membranacea</i> (C. Agardh) Borgesen	+	+	+	+	+	-
<i>Codium decortcatum</i> (Woodward) M.A. Howe	-	-	+	-	-	-
<i>Codium intertextum</i> Collins & Hervey	+	-	-	-	-	-
<i>Derbesia tenuissima</i> (Moris & De Notaris) P. Crouan & H. Crouan	+	+	+	-	-	-
<i>Ulva flexuosa</i> (Wulfen) J. Agardh	-	+	-	-	-	-
<i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Kützing ex Kützing	+	+	-	-	-	-
<i>Ernodesmis verticillata</i> (Kützing) Borgesen	-	-	+	-	-	-
<b>Subtotal</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Ochrophyta</b>						
<i>Lobophora variegata</i> (J.V.Lamouroux) Womersley ex. E.C. Oliveira	-	-	+	-	-	-
<i>Rosenvingea intricata</i> (J. Agardh) Borgesen	+	+	-	+	-	-
<b>Subtotal</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Rhodophyta</b>						
<i>Acrochaetium</i> sp.	+	+	-	-	-	-
<i>Anotrichium tenue</i> (C. Agardh) Nägeli	+	+	+	+	+	-
<i>Anotrichium yagii</i> (Okamura) Baldock	+	+	+	+	+	+
<i>Antithamnionella atlantica</i> (E.C. Oliveira) C. W. Schneid.	-	+	+	-	-	+
<i>Asparagopsis taxiformis</i> (Delile) Trevis.	+	-	-	+	+	-
<i>Anotrichium tenue</i> (C. Agardh) Nägeli	+	+	+	+	-	-
<i>Ceramium comptum</i> Borgesen	+	+	+	+	+	+
<i>Ceramium flaccidum</i> (Kützing) Ardissonne	+	+	+	+	-	+
<i>Ceramium luetsenburgii</i> Schimidt	+	+	+	+	+	+
<i>Ceramium tenerrimum</i> (G.Martens) Okamura	-	+	+	-	-	-
<i>Champia parvula</i> (C. Agardh) Kützing	+	+	+	-	-	+
<i>Chondria</i> sp.	-	+	-	-	-	-
<i>Dasya rigidula</i> (Kützing) Ardissonne	-	-	-	-	-	+
<i>Erythrocladia</i> sp.	+	+	+	-	-	-
<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillwyn) J. Agardh	+	+	+	+	+	+
<i>Gelidium crinale</i> (Turner) Gaillon	+	+	+	+	+	-
<i>Halymenia</i> sp.	-	-	+	-	-	-
<i>Herposiphonia secunda</i> f. <i>tenella</i> (C. Agardh) Ambronn	+	+	+	-	-	-
<i>Heterosiphonia crispella</i> var. <i>laxa</i> (Borgesen) M.J. Wynne	-	-	+	-	-	-
<i>Hypnea spinella</i> (C.Agardh) Kützing	+	+	+	+	-	+
<i>Hypoglossum</i> sp.	-	-	+	-	-	-
<i>Jania adhaerens</i> J.V. Lamouroux	+	+	+	-	-	-
<i>Laurencia filiformis</i> (C. Agardh) Mont	+	+	-	-	-	-

<i>Lomentaria corallicola</i> Borgesen	+	-	+	-	-	+
<i>Neosiphonia ferulaceae</i> (Suhr ex J. Agardh) S.M. Guim & M.T.Fujii	+	+	+	-	-	+
<i>Peyssonnelia simulans</i> Webber Bosse in Borgesen	-	-	+	-	-	+
<i>Polysiphonia subtilissima</i> Mont	-	+	+	-	+	+
<i>Polysiphonia</i> sp.	+	-	-	-	-	-
<i>Rhodymenia delicatula</i> P Dangeard	-	-	+	-	-	+
<i>Spyridia hypnoides</i> (Bory in Belanger) Papenfuss	+	-	-	-	-	-
<i>Stylonema alsidii</i> (Zanardini) K.M.Drew	-	-	+	+	-	-
<b>Subtotal</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>14</b>
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>29</b>	<b>31</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>15</b>

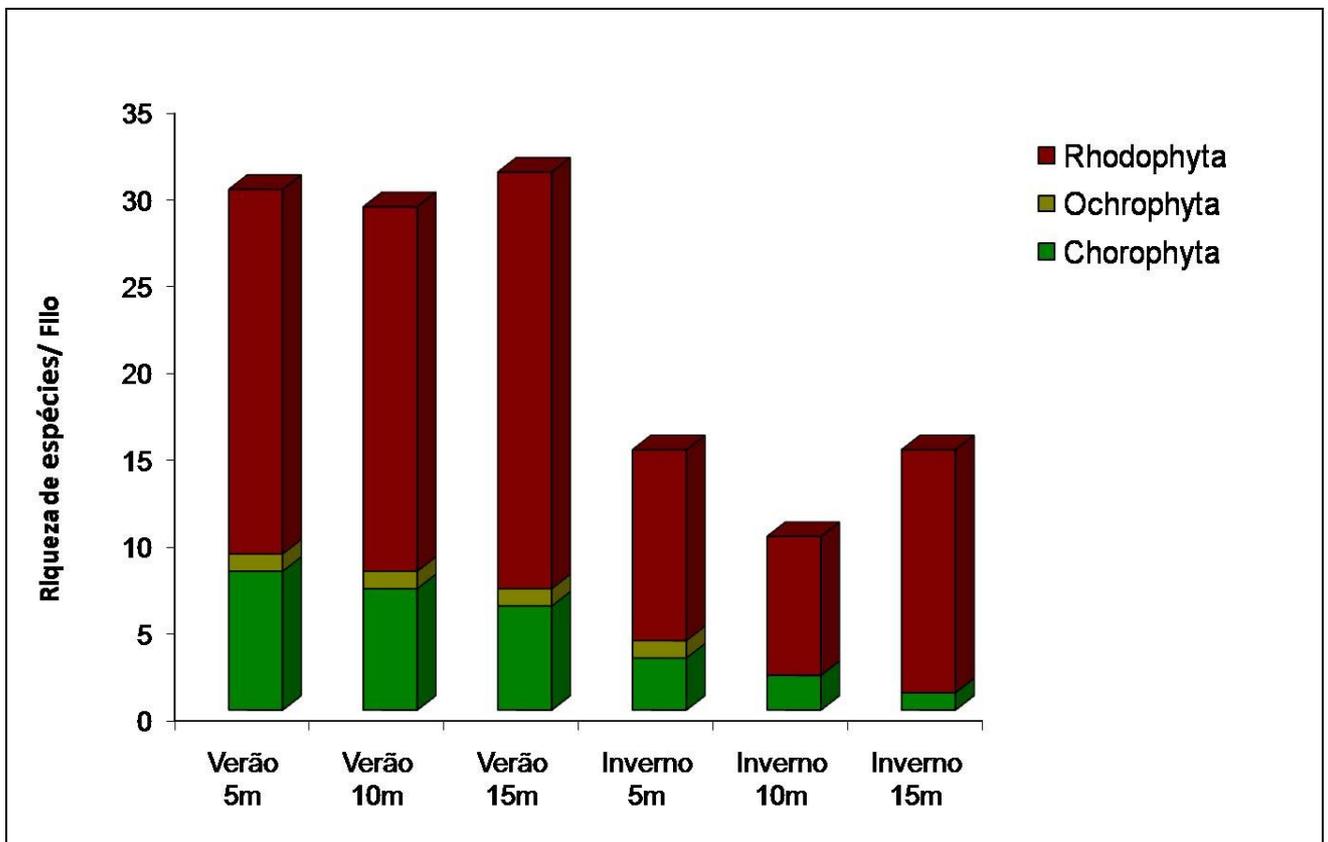


Figura 11 - Riqueza de espécies encontrada em três estratos de profundidade (5, 10 e 15m) nas duas estações amostradas (verão e inverno) no banco de algas calcárias da Rebio do Arvoredo, classificadas nas respectivas divisões- Rhodophyta, Ochrophyta e Chlorophyta.

#### 4.3.2 Biomassa epifitobêntica

Os valores obtidos para a biomassa total por  $m^2$  por amostra indicaram grande diferença entre a porção mais rasa do verão ( $2,82g \pm 0,5/m^2$ ) e as demais profundidades nas duas estações (Figura 12).

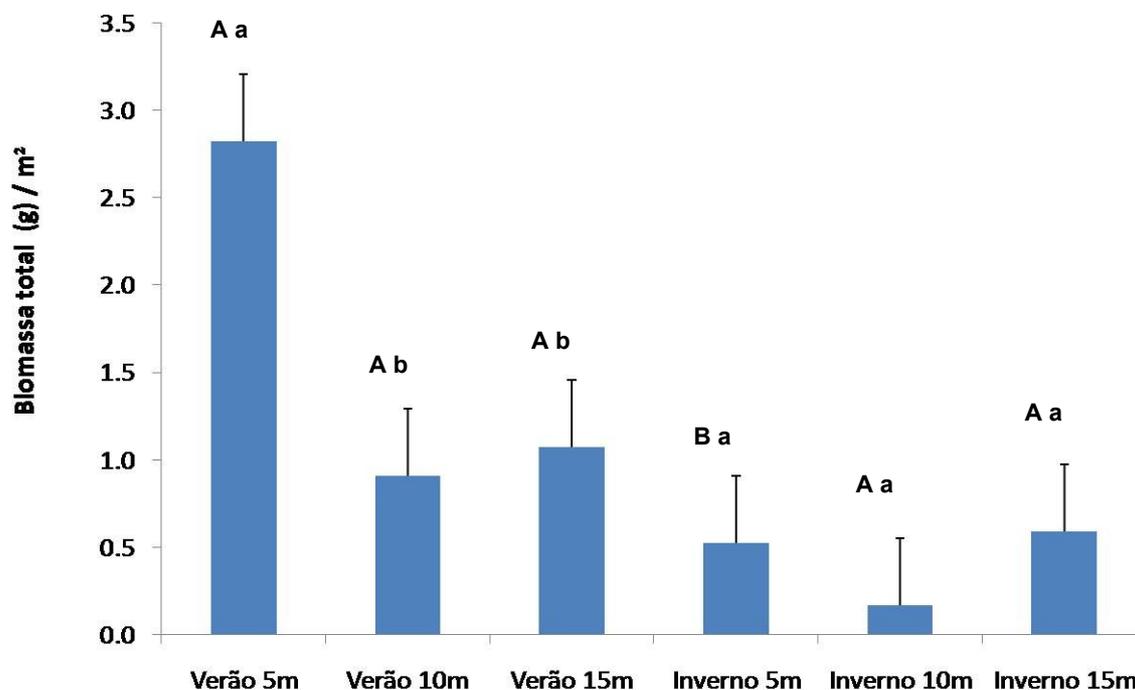


Figura 12- média da biomassa total em gramas por m<sup>2</sup> por amostra encontrada nas profundidades de 5 m, 10 m e 15 m nas estações verão e inverno no banco de algas calcárias do Arvoredo. (onde: barras= erro padrão e letras maiúsculas representam os resultados da ANOVA referente às variações temporais, enquanto as minúsculas as variações espaciais, considerando o nível de significância de  $p < 0,05$ ;  $n = 36$ ).

Foram observadas alterações estacionais na biomassa das diferentes macroalgas epibênticas dos nódulos das três profundidades (Figura13). O turf foi uma das unidades taxonômicas mais abundantes nas amostras do verão, representando 57% de toda biomassa encontrada, com 62% à 5m e 90% à 10m. Nestas profundidades o turf teve como componente principal a alga *G. crinale*. Aos cinco metros de profundidade o *C. intertextum* foi a alga que apresentou a maior biomassa com 24% do peso, ainda que estivesse presente em apenas duas réplicas à 5 metros. *H. spinella* foi a seguinte com 11%, no entanto ela esteve presente em 8 das 9 amostras analisadas para a referida profundidade durante o verão. No estrato intermediário, a alga mais abundante foi a *H. spinella*, compondo 9% da biomassa. A 15m há uma inversão no que se refere à magnitude do turf. Neste estrato ele ocupa apenas 15% da biomassa total, enquanto a fisionomia do epifitobentos é ditada por *P. simulans* com 61% da biomassa, seguida de *R. delicatula* (12%) e *H. spinella* (5%).

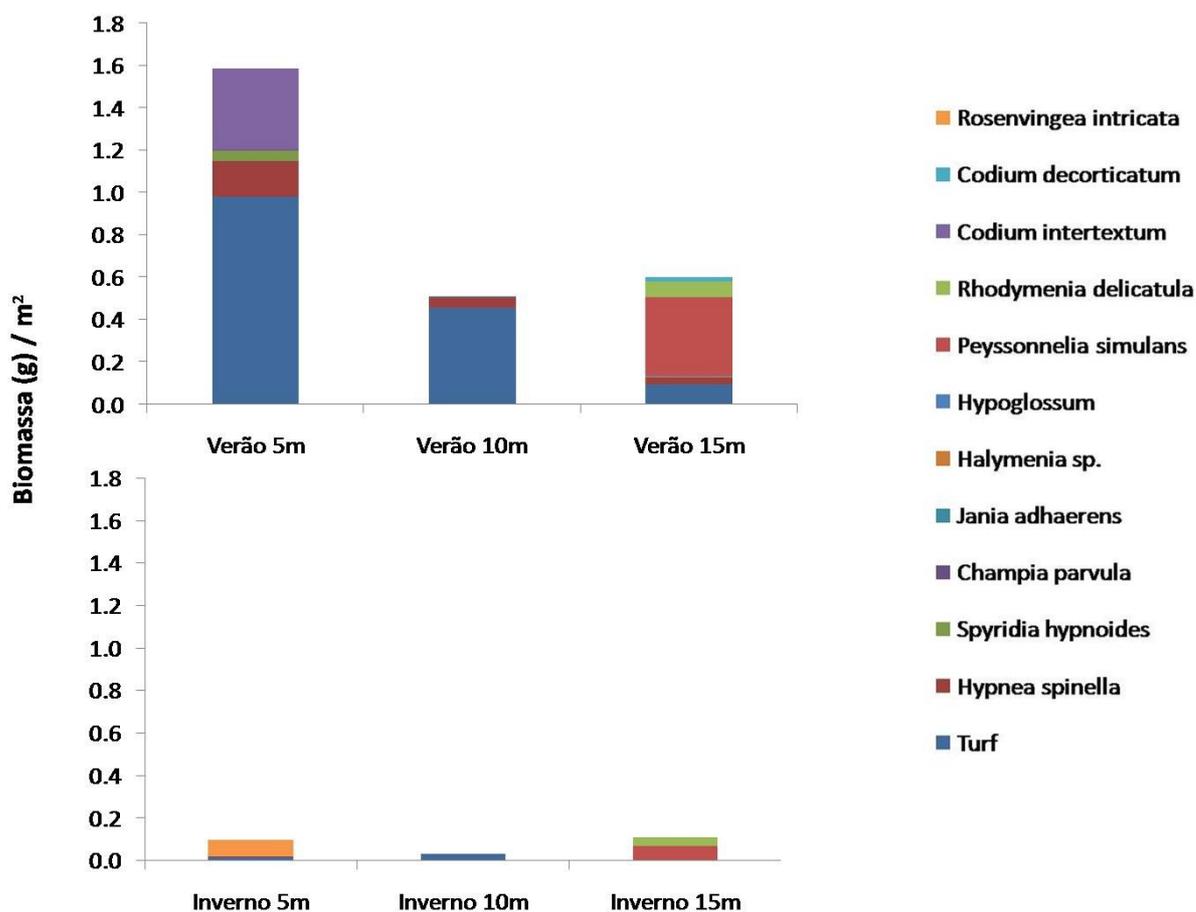


Figura 13- Biomassa específica por m<sup>2</sup> encontrada nas profundidades de 5 m, 10 m e 15 m nas estações verão e inverno no banco de algas calcárias do Arvoredo. (onde: barras= erro padrão; e \* indica o resultados da ANOVA para diferenças significativas entre as amostras de 5 metros do verão em relação às demais, considerando o nível de significância de p<0,05; n= 36).

Considerando os valores de biomassa dos táxons do fitobentos, a Análise de Escalonamento Multidimensional (Figura 15) revelou o agrupamento das amostras segundo as diferentes profundidades e épocas do ano. Tal distribuição é corroborada pela Análise das significâncias das Similaridades (ANOSIN) que evidencia a significância das diferenças observadas entre as profundidades e diferentes estações do ano amostradas ( $p < 0,05$ ). Durante o verão e a 5 e 10 metros destacou-se a UTO turf com um importante constituinte da comunidade, assim como a 15 metros destacou-se a espécie *Peyssonnelia simulans* na determinação da fisionomia.

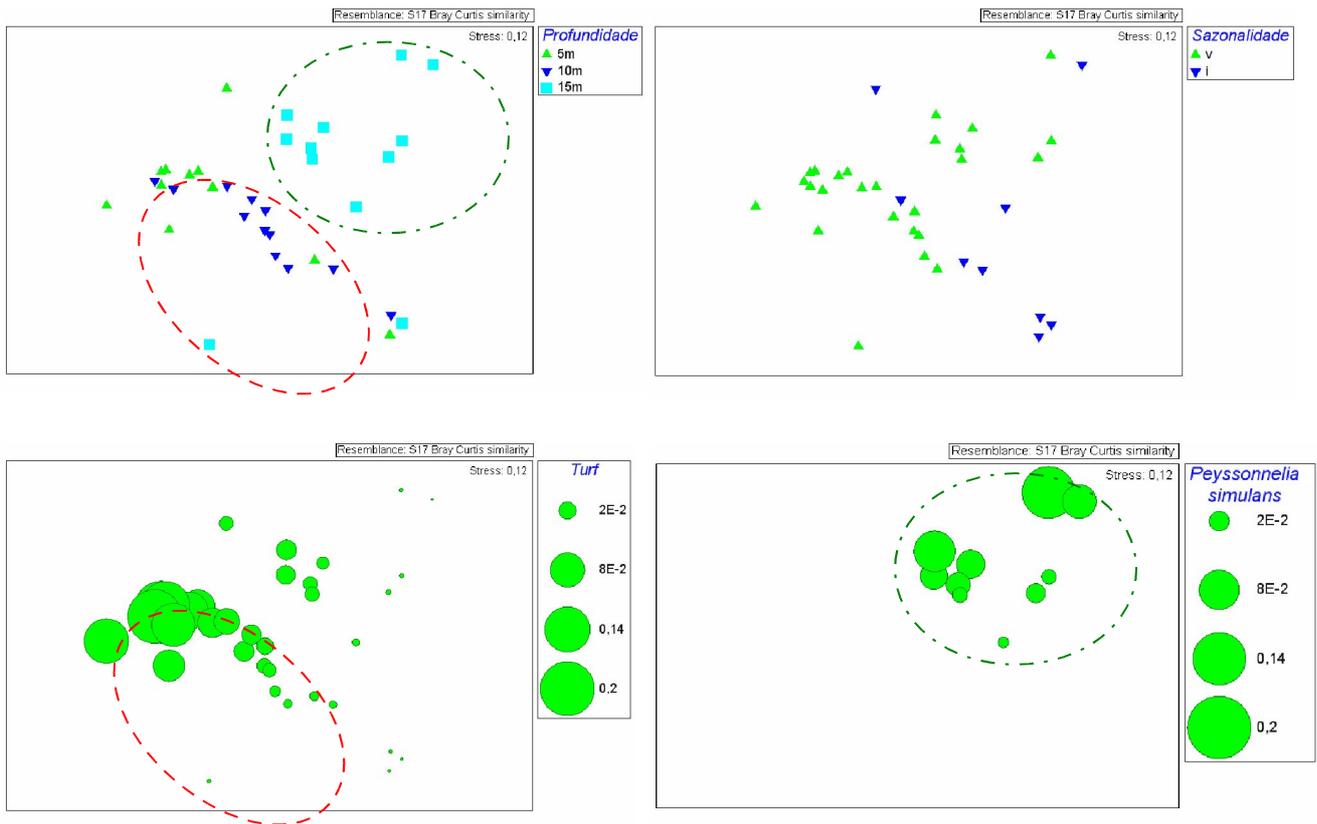


Figura 14- Análise de Escalonamento Multidimensional dos valores brutos das biomassas dos taxons presentes nas diferentes profundidades e estações do ano. A- distribuição das amostras segundo as respectivas profundidades; B- distribuição das amostras segundo as respectivas estações do ano; C – representação esquemáticas das abundâncias do Turf , segundo a distribuição das similaridades das amostras segundo suas biomassas; D- representação esquemáticas das abundâncias da *Peyssonnelia simulans*, segundo a distribuição das similaridades das amostras segundo suas biomassas( onde: stress= 0,12; n=36)

#### 4.4 Impactos antrópicos observados

Foram observados, na área do Rancho norte, durante ambas as campanhas a presença de barcos de pesca ancorados sobre o banco. Durante os mergulhos foram observados resíduos orgânicos, lixo flutuante e submerso, destacando-se material plástico, pilhas e artefatos de pesca. Foi igualmente freqüente a observação de “cicatrices” deixadas por ancoras, onde o substrato arenoso é exposto pela ação do arrasto das âncoras junto ao fundo (Figura 15).



Figura 15- Barcos ancorados no banco de algas calcárias (superior) e poluição causada por atividades antrópicas.

## 5- DISCUSSÃO

A composição de bancos de rodolitos formados por algas calcárias varia amplamente em todo o mundo e os mecanismos os quais culminam nesta composição são desconhecidos (Harvey & Bird, 2008). O gênero mais conspícuo nas águas da Rebio o *Lithothamnium*, também foi majoritário nos bancos da Bahia Concepción no México entre 3 e 12m (Steller & Foster, 1995) e nos bancos da Paraíba entre 10 e 20m (Ruil *et al.*, 2008). Mergulhos anteriores realizados no Rancho Norte já descreviam a dominância de *Lithothamnium* no respectivo banco (Horta *et al.*, 2008). A dominância atribuída por Gherardi (2004) ao gênero *Lithophyllum* não foi observada no presente estudo, tão pouco por Horta *et al.* (2008).

Estudos realizados por Figueiredo *et al.* (2007) revelaram dominância da Espécie *M. erubescens* como formadora do banco de algas calcárias de Abrolhos (BA), entre 7 e 10 m de profundidade. Para o Arvoredo, esta foi a espécie dominante nos 10 m, porém, apenas no verão. Devido à características morfológicas semelhante é possível que a espécie *M. erubescens* tenha sido erroneamente classificada como *Neogonolithon cf. strictum* por Gherard (2004), uma vez que esta alga não se encontra presente no banco do Arvoredo. O referido estudo, no entanto, é bastante questionável do ponto de vista

taxonômico, uma vez que apenas duas espécies formadoras de nódulos, *Lithophyllum* sp. e *N. cf. strictum*, foram descritas pelo autor.

Em termos quantitativos este trabalho representa o primeiro estudo das dimensões dos rodolitos para o Arvoredo realizado em diferentes estações e gradientes de profundidade. A variação sazonal encontrada para o volume aos 10m pode ser explicada pela redução na densidade de nódulos nesta profundidade discutida anteriormente. Os resultados obtidos apontaram uma redução nas dimensões e no volume dos rodolitos na porção mais profunda do banco, que é caracterizado tanto pela redução média dos volumes quanto pela inexistência de rodolitos com grandes dimensões. O mesmo padrão foi observado por Littler *et al.* (1991) na montanha submarina de San Salvador (Bahamas) entre 67 e 200 m e por Steller e Foster (1995) entre 3 e 12m em Bahia Concepción (México). No entanto, estudos realizados por Amado Filho *et al.* (2007) descrevem um padrão oposto para o banco de rodolitos do estado de Espírito Santo em relação ao obtido no Arvoredo, em que ocorre um incremento das dimensões dos rodolitos nos três intervalos de profundidade amostrados (4-18m, 25-30m e 50-55m).

Steller *et al.* (2007) em um estudo sobre calcificação e crescimento de *Lithophyllum margaritae*, alegam que a taxa de crescimento do rodolito aumenta com a temperatura. Considerando que as massas d'água mais frias nas porções mais profundas do banco são mais frequente, principalmente durante o verão (Castro *et al.*, 2006), o padrão observado no Rancho norte estaria dentro do previsto segundo o experimento dos referidos autores. No entanto, Wilson *et al.* (2004) destacam que além dos extremos de temperatura comprometerem o crescimento do rodolitos, o soterramento por sedimentos finos e anóxicos, pode ser letal ou causar grande estresse a estas algas. Riul *et al.* (2008), trabalhando com uma espécie do gênero *Lithothamnion*, igualmente relatam que o soterramento, mesmo que seja por uma camada fina de sedimento, leva a uma redução de até 70% na produção primária. Logo, as menores temperaturas e o aumento na quantidade de sedimento devem representar fatores limitantes à distribuição dos rodolitos no arvoredo, uma vez que à 15m a densidade e o volume dos nódulos se mostrou significativamente inferior às duas profundidades mais rasas nas duas estações do ano.

A diminuição de *Mesophyllum erubescens* na profundidade intermediária amostrada e a distribuição mais homogênea desta alga no inverno, aliadas à redução na densidade de rodolitos aos 10 m sugere fortemente que o banco de algas calcárias do arvoredo seja dinâmico e apresente migrações sazonais. Durante o verão o predomínio de ventos do quadrante norte e nordeste compacta o banco em direção à bacia do rancho norte enquanto que no inverno, com a presença de fortes ventos provenientes do

quadrante sul e, conseqüentemente, com a atuação da corrente das Malvinas há uma dispersão dos nódulos. É possível que aspectos morfo-fisiológicos particulares de cada alga formadora de rodolitos descreva seu padrão de distribuição no banco. Segundo Steller *et al.* (1995), o deslocamento de rodolitos ocorre e está relacionado ao seu volume e hidrodinâmica.

Entre os principais fatores abióticos que estruturam uma comunidade alga estão luz, temperatura, salinidade, hidrodinamismo e disponibilidade de nutrientes e entre os fatores biológicos estão as relações com os organismos epifíticos, animais sésseis, interações entre herbívoros e plantas, impacto de predadores entre outros (Lobban & Harrison, 1994).

O padrão de diminuição da riqueza de espécies de organismos epibênticos no banco em questão, entre as estações de verão e inverno, já foi observado em estudos pretéritos sobre comunidade associadas a estes ambientes (Bárbara et al. 2004, Steller & Foster, 2005, Amado filho *et al.*, 2007, Foster *et al.*, 2007).

A ausência de diferenças na riqueza de espécies entre as profundidades pode ser atribuída ao fato de que existe uma grande diferença entre as espécies que colonizam os três estratos, sendo estas morfologicamente e fisiologicamente distintas e ocupam, portanto, diferentes nichos do referido ambiente. A Rhodophyta *Peyssonnelia simulans* só ocorreu em um estrato de profundidade, aos 15 metros. Segundo Joly (1965), a referida espécie possui hábitos crípticos e geralmente ocupa posições mais protegidas ou com baixo hidrodinamismo e incidência de luz.

A composição e estrutura da comunidade associada a bancos de algas calcárias são influenciadas por fatores biológicos como predação e competição (Metri, 2006). A alga *Hypnea spinella* teve a segunda maior e a maior biomassa nos 5 e 10m de profundidade respectivamente. Um estudo feito por Brawley & Adey (1981) mostrou o efeito do pastejo de anfípodas gamarídeos em uma comunidade algal em tanques simulando recifes de coral. Segundo os autores quando o anfípoda estava ausente houve uma grande biomassa de pequenas algas filamentosas como *Centroceras clavulatum*, *Ceramium flaccidum*, *Enteromorpha prolifera*, entre outras. No entanto, quando a população do pastador crescia para 1 indivíduo por cm<sup>2</sup> do tanque as algas filamentosas eram rapidamente devoradas dando lugar à alga *H. spinella* que permaneceu protegida de predação graças à estratégia de defesa química. A heterogeneidade do banco do Arvoredo proporciona uma grande diversidade de microhábitats que mantém uma grande diversidade de invertebrados associados aos nódulos e entre os grupos individuais mais representativos da macrofauna estão Polychaeta, Echinodermata e Crustacea e todos contendo representantes herbívoros (Metri, 2006). Sabe-se que a

herbivoria pode afetar o balanço competitivo entre algas (Lobban & Harrison, 1994), mas em um ambiente estruturalmente complexo os padrões individuais de crescimento não devem ser analisados sob o prisma de um único fator.

Um trabalho realizado para Reis & Yoneshigue-Valentin (1998) no estado do Rio de Janeiro constatou que o movimento da água foi um dos principais fatores ambientais, seguido pela irradiação, com forte interferência sobre a produção de biomassa das populações de *Hypnea muciformes*. Assim, a abundância de *Hypnea spinella*, pode estar sendo determinada por fatores biológicos e físicos. Entretanto, a determinação do fator, ou fatores, principal que contribui para a determinação da fisionomia da comunidade fitobêntica do Banco de algas Calcárias da Rebio do Arvoredo deve ser testado segundo uma abordagem experimental em estudo futuro.

Ecosistemas e comunidades respondem a gradientes ambientais (Begon *et al.*, 2007) e um banco de rodolitos dispõe, contudo, de uma grande heterogeneidade estrutural que, como foi descrita anteriormente, apresenta diferenças sazonais entre estratos de profundidade. Logo, oferece diferentes ambientes para a fixação de organismos epibentônicos, mas também proporciona variados refúgios para a infauna pastadora. Como foi verificado, à 15m os rodolitos encontravam-se menores e mais escassos, este fato acarreta na redução da tridimensionalidade do banco neste estrato, o que propicia uma menor disponibilidade e diversidade de refúgios para a fauna e, conseqüentemente, menor herbivoria. Aliado a este fator, o baixo hidrodinamismo permite a ocorrência de algas maiores e foliáceas que, apesar de adaptadas a ambientes com pouca disponibilidade de luz e corrente não sobreviveriam ao esmagamento e fricção causada pelo movimento freqüente de rodolitos nas áreas mais rasas, como é o caso de algas como a *Rhodymenia delicatula* e *Halimena*. Estes fatores em conjunto, contribuem para explicar a biomassa relativamente mais alta aos 15 m em comparação com os 10 m e também a redução do de algas filamentosas e formadoras do Turf em detrimento de outras espécies de maior porte como a *P. simulans* e *R. delicatulla*.

A biomassa relativamente elevada observada na poção mais rasa do banco, também foi observada por Riul *et al.* (2008), e pode estar relacionada com uma maior disponibilidade de luz destes ambientes. Além disso, a profundidade pode ser considerado como um gradiente de estresse ambiental (Garrabou *et al.*, 2002), onde as baixas temperaturas, a baixo hidrodinâmica e a maior taxa de sedimentação podem limitar a produção primária nas áreas mais profundas.

Além dos fatores intrínsecos que determinam a estrutura de uma comunidade, condições ambientais flutuantes caracterizam várias situações naturais no ambiente e comumente observadas em águas costeiras. Habitats marinhos costeiros sofrem

mudanças sazonais consideráveis, em especial aqueles localizados no sul do Brasil (Castro *et al.*, 2006), no que se refere ao movimento da água, temperatura, turbidez, e outros parâmetros importantes. Os efeitos integrados destas mudanças são manifestados no crescimento, estrutura e estado fisiológico geral dos organismos residentes (North, 1967). O inverno no sul do Brasil é caracterizado por fenômenos meteorológicos intensos, como tempestades, maior frequência e intensidade do vento Sul, também pela influência das águas estuarinas de grandes bacias hidrográficas como o rio da Prata, que carrega grande quantidade de sedimento para a costa reduzindo a transparência da água. Todos esses fatores aliados ao menor ângulo de incidência dos raios solares na água contribuem para a baixa disponibilidade de luz no ambiente marinho sublitorâneo durante o inverno.

No verão, as águas tornam-se mais claras e há um aumento da incidência de luz bem como da temperatura da água. Entretanto, deve ser considerado também que, assim como destacado por Aldair-Aragão *et al.* (1980), grandes variações temporais da produção primária na costa brasileira são provavelmente causadas por uma eutrofização de verão, relacionada com o aumento de despejo de esgotos em virtude do aumento da população humana flutuante nas cidades litorâneas.

Como os fatores que mais frequentemente limitam a produtividade primária nos ambientes aquáticos são a disponibilidade de luz e de nutrientes (Begon *et al.*, 2007), a redução da biomassa no inverno é justificada. Este fato justifica a redução mais expressiva da biomassa nas porções mais superficiais do banco.

Congregadas às diferenças estruturais na comunidade estratos de profundidade, a variação sazonal da flora associada ao rodolitos também afeta a complexidade estrutural do banco de algas calcárias.

Em termos gerais a biomassa de epífitas associadas aos nódulos calcários do banco catarinense é inferior às demais descritas para demais bancos já caracterizados para o litoral brasileiros. Riul *et al.* (2009) encontraram para os bancos da Paraíba uma biomassa média de 928g/m<sup>2</sup> na profundidade de 10m no verão. No Espírito Santo a biomassa média por m<sup>2</sup> encontrada no verão, no intervalo de profundidade entre 4m e 18m, foi de 116g (Amado Filho *et al.*, 2007). No banco da Rebio do Arvoredo as médias das biomassas encontradas nas diferentes amostras não ultrapassou valores de 3g/m<sup>2</sup>. Esta tendência de redução de biomassa com o aumento da latitude pode estar relacionada com as maiores taxas metabólicas (Floeter *et al.*, 2008) encontradas nas regiões tropicais em virtude das altas temperaturas e maior disponibilidade de luz. Também a riqueza de espécies fitobênticas foi a menor descrita para os bancos brasileiros, com 46 taxa infragênicos encontrados, em contraste aos 65 taxa na

Paraíba, 109 no espírito Santo. Contudo, a estabilidade de uma comunidade está diretamente relacionada com sua produtividade e riqueza (Begon, 2007) e a baixa resiliência do Banco do Arvoredo reforça a necessidade de Unidades de Conservação para a manutenção da biodiversidade e preservação destes ambientes no sul do país.

O crescimento da população humana acoplado ao crescimento dos impactos derivados da agricultura, indústria, pesca, aquicultura e a introdução de espécies exóticas alteram a maioria dos ciclos biogeoquímicos no planeta (Vitousek *et al.*, 1997). Chludinski (2001) mostrou que as águas da reserva do Arvoredo encontram-se sob forte influência de dois sistemas costeiros, a bacia do rio Tijucas e águas provenientes da Baía Norte de Florianópolis e todo este aporte de nutriente, material em suspensão e argilas interferem na produção primária e conseqüente estrutura da comunidade local.

Estudos realizados por Björk *et al.* (1995) mostraram que a adição do fosfato está relacionada à diminuição na taxa de crescimento e calcificação das algas calcárias. Neste contexto, a aplicação de políticas de manejo e educação ambiental tornam-se indispensáveis para a conservação de ambientes tão importantes, como um banco de algas calcárias.

Em todo o mundo, o efeito de atividades antrópicas nos bancos de rodolitos cresce gradativamente (Harvey & Bird, 2008). Estes ambientes são considerados frágeis e não renováveis, (Wilson *et al.*, 2004; Blake & Maggs, 2003), por isso, é grande a responsabilidade para a preservação destes importantes ambientes.

De acordo com a Lei nº 9.605 de 12 de Fevereiro de 1998 são coibidas atividades como pesca industrial e artesanal, caça submarina, uso das águas calmas para atracação de embarcações e mergulhos esportivos em áreas de reserva, e estas estão sujeitas a sanções penais e administrativas, derivadas de conduta se atividades lesivas ao meio ambiente. Faz-se necessário um esforço maior para impedir uso indevido da área da reserva, sobretudo o fundeo generalizado sobre o banco de rodolitos, representa prática que deve ser extinta na Rebio do Arvoredo, uma vez que os impactos de ancoragem em bancos marinhos causam efeitos prejudiciais à biota associada, além de danificar as plantas e aumentar a mobilidade do sedimento (Creed & Amado-Filho, 1999).

Considerando que foram observadas atividades antrópicas indevidas na área de estudo, e ainda a proximidade do banco do Arvoredo em relação à costa e do grande escoamento de nutrientes, sedimentos e poluentes provenientes destas atividades através de sistemas hídricos para o mar, se faz necessária a reavaliação da efetividade da fiscalização e de maneira mais ampla do manejo da reserva.

## 6- CONCLUSÕES

- O banco do Arvoredo é composto por seis espécies de algas formadoras de nódulos calcários.

- A distribuição das espécies de rodolitos no banco foi heterogênea, sendo *Mesophyllum erubescens* dominante à 10m no verão e *Lithothamnium heteromorphum* mais abundante nos 5 e 15m nas estações de verão e inverno.

- As dimensões dos rodolitos assim como a densidade destes diminuiu com a profundidade;

- A comunidade de rodolitos do arvoredo sofreu importantes variações estacionais que afetaram sua composição e estrutura ao longo dos períodos estudados;

- A estrutura do banco de rodolitos apresentou diferenças sazonais e por gradiente de profundidade em relação à composição das espécies fitobênticas associadas aos nódulos calcários.

- A biomassa observada na profundidade mais rasa do banco no verão foi superior às demais encontradas nos outros estratos de profundidade nas duas estações.

- O número inferior de espécies, bem como os baixos valores de biomassa descritos para o banco do Arvoredo em relação aos demais bancos da Plataforma Continental brasileira reforçam a necessidade de manutenção do *status* da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo.

## 7. REFERÊNCIAS

- ADEY, W.H., TOWNSEND, R.A. & BOYKINS, W.T. 1982. The crustose coralline algae (Rhodophyta: Corallinaceae) of the Hawaiian Islands. *Smithsonian Contributions to the Marine Sciences* 15: 1-74.
- ALDAIR-ARAGÃO, E., TEIXEIRA, C. & VIEIRA, A.A.H. 1980. Produção primária e concentração de clorofila-a na costa brasileira (Lat. 22°31'S- Long. 41°52'W a Lat 28°43'S- Long. 47°57'W). São Paulo, *Boletim do Instituto Oceanográfico* 29: 9-14.
- AMADO FILHO, G.M.G., MANEVELDT, R.C.C., MANSO, B.V., ROSA MARINS, M.R., PACHECO, S.M.P.B. & GUIMARÃES. 2007. Estructura de los mantos de rodolitos de 4 a 55 metros de profundidad en la costa sur del estado de Espírito Santo, Brasil. *Ciencias Marinas* 33: 399-410.
- ATABEY, N. 1998. Facies Characteristics and geographic distribution of rhodoliths and maerls (red algae) in Southern Shelf of the sea of Marmara. *Mineral Research & Exploration Bulletin* 120: 55-61.
- AMARAL, A.C.Z. & JABLOSKI, S. 2005. Conservação da biodiversidade marinha e costeira do Brasil. *Megadiversidade* 1:43-51.
- BÁRBARA, I., CREMADES, J. & VEIGA, A.J. 2004. A floristic study of a maerl and gravel subtidal bed in the Arousa ría (Galicia, Spain). *Botanica Complutensis* 28: 35-46.
- BARRETO, C.C. 1999. Heterogeneidade espacial do habitat e diversidade específica: implicações ecológicas e métodos de mensuração. *Oecologia Brasiliensis* 84:158-163.
- BJORK, M., MOHAMMAD S.M, BJORKLAND M. & SEMESI A. 1995. Coralline Algae, Important Coral Reef Builders Threatened by Pollution. *Ambio* 7:502-4.
- BLAKE, C. & MAGGS, C.A. 2003. Comparative growth rates and internal banding periodicity of maerl species (Corallinales, Rhodophyta) from Northern Europe. *Phycologia* 42: 606-612.
- BOSENCE, D. W. J. 1983. The occurrence and ecology of recent rhodoliths - a review. Springer Verlag Heidelberg p. 225–242.
- BOSENCE, D.W.J. & PEDLEY H.M. 1982. Sedimentology and palaeoecology of Miocene coralline algal biostrome from the Maltese Islands. *Palaeoecology* 38:9–43.

- BRAWLEY, S.H. & ADEY H.W. 1981. The effects of micrograzers on algal community structure in a coral reef microcosm. *Marine Biology* 61: 167-177.
- CANALS, M. & BALLESTEROS, E. 1997. Production of carbonate particles by phytobenthic communities on the Mallorca-Menorca shelf, northwestern Mediterranean Sea. *Deep-Sea Research* 44: 611-629.
- CARVALHO, J.L.B, SCHETTINI, C.A.F & RIBAS, T.M, 1998. Estrutura termohalina do litoral centro-norte catarinense. *Notas Técnicas Facimar Vol.2*.
- CASTRO FILHO, B.M., LORENZZETTI, J.A., SILVEIRA, I. C.A., MIRANDA, L. B. 2006. Estrutura termohalina e circulação na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B., Madureira, L.S.P. O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região Sudeste-Sul do Brasil. 472pp.
- CHLUDINSKI, A.P. & BONETI FILHO, J. 2002. Aplicação de um Modelo Digital de Terreno na Caracterização do relevo submerso da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo e Baía de Tijucas – SC. *Gerenciamento Costeiro Integrado* 2:13-14.
- CHLUDINSKI, A.P. 2001. Integração de Dados Oceanográficos e de Sensoriamento Remoto na Análise Espacial de Águas Costeiras visando a Setorização da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo e Bahia de Tijucas, SC. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia – Centro de Filosofia e Ciências Humanas – UFSC, Florianópolis, SC. 138p.
- DIAS, G.T.M. 2000. Granulados bioclásticos - algas calcárias. *Brazilian Journal of Oceanography* 18:307-318.
- DIGBY, P.S.B. 1977. Growth and calcification in the coralline algae *Clathromorphum circumscriptum* and *Corallina officinalis* and the significance of pH in relation to precipitation. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 57: 1095–1110.
- FIGUEIREDO, M.A. DE O., MENEZES, K.S., PAIVA, E.M.C., PAIVA, P.C. DE & VENTURA, C.R.R. 2007. Evaluación experimental de rodolitos como sustratos vivos para la infauna en el Banco de Abrolhos, Brasil. *Ciencias Marinas* 33:427-440.

- FLOETER, S. R., SOARES-GOMES, A., & HAJDU, E. 2008. Biogeografia Marinha. In: Biologia Marinha. Pereira, R. C. & Soares-Gomes, A. (eds.), 2ª. Edição, Editora Interciência, Rio de Janeiro, RJ [no prelo].
- FOSTER, M.S. 2001. Rhodoliths: Between rocks and soft places. *Journal of Phycology* 37: 659–667.
- FOSTER, M.S., MCCONNICO, L.M., LUNDSTEN, L., WADSWORTH, T., KIMBALL, T., BROOKS, L.B., MEDINA-LÓPEZ, M., RIOSMENA-RODRÍGUEZ, R., HERNÁNDEZ-CARMONA, G., VÁSQUEZ-ELIZONDO, R.M., JOHNSON, S. & STELLER, D.L. 2007. Diversity and natural history of a *Lithothamnion muelleri-Sargassum horridum* community in the Gulf of California. *Ciencias Marinas*. 33:367–384.
- FREIWALD, A. 1995. Sedimentological and biological aspects in the formation of branched rhodoliths in northern Norway. *Beiträge zur Paläontologie* 20: 7-19.
- GHERARDI, D.F.M. 2004. Community structure and carbonate production of a temperate rhodolith bank from Arvoredo Island, Southern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography* 52: 207–224.
- GRASSHOFF, K., EHRARDT, M. & KREMLING, K. 1983. Methods of seawater analysis. 2ed. Verlag Chemie, Weinheim 419pp.
- HARVEY, A.S. & BIRD, F.L. 2008. Community structure of a rhodolith bed from cold-temperate waters (southern Australia). *Australian Journal of Botany* 56: 437-450
- HARVEY, A.S. & WOELKERLING, W.J. 2007. Guía para la identificación de rodolitos de algas rojas coralinas no geniculadas (Corallinales, Rhodophyta). *Ciencias Marinas* 33: 411- 426.
- HORTA, P.A. 2000. Macroalgas do infralitoral sul e sudeste do Brasil: Taxonomia e Biogeografia. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 301pp.
- HORTA, P.A. 2002. Bases para a identificação das coralináceas não articuladas do litoral brasileiro – uma síntese do conhecimento. *Biotemas* 15: 7-44.
- HORTA P.A., SALLES, J.P., BOUZON, J.L., SHERNER, F., CABRAL, D.Q. & BOUZON, Z. 2008. Composição e estrutura do fitobentos do infralitoral da Reserva Biológica

- Marinha do Arvoredo, Santa Catarina, Brasil- implicações para conservação. *Oecologia Brasiliensis* 12: 243-257.
- HORTA, P.A., AMANCIO, E., COIMBRA, C. S. & OLIVEIRA, E. C. 2001. Considerações sobre a distribuição e origem da flora de macroalgas marinhas brasileiras. *Hoehnea* 28: 243- 265.
- HOWARTH. R.W., JENSEN, H.S., MARINO, R. & POSTMA, H. 1995. Transport To And Processing Of P In Near-shore And Oceanic Waters- Phosphorus in the Global Environment, Published by John Wiley & Sons Ltd. 476 pp.
- IBAMA. 1996. Macrodiagnóstico da zona costeira do Brasil na escala da União. Brasília, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis 280 pp.
- LITTLER, M.M., LITTLER, D.S., BLAIR, S.M.& NORRIS, J.N. 1985. Deepest known plant life discovered on an uncharted seamount. *Science* 227: 57–59.
- LITTLER, M.M., LITTLER, D.S. & HANISAK M.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.
- LOBBAN, C.S. & HARRISON, P.J. 1994. Seaweed ecology and physiology Cambridge University Press, 366 pp
- METRI, R. 2006. Ecologia de um Banco de Algas Calcárias da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, SC Tese (Doutorado em Zoologia) - Universidade Federal do Paraná.
- NORTH, W.J. 1967. Integration of Environmental Conditions by a Marine Organism. In: T.A. OLSON. *Pollution and Marine Ecology*. Hardcover, 364pp
- OLIVEIRA, E.C. 1996. Is there a relation among the global warming in the missing carbon and calcareous algae? *Anais Academia Brasileira de Ciências* 68:17-21.
- PIOLA, A. R., O. O. MÖLLER J.R. & PALMA, E.D. 2005. O impacto do Rio da Prata no Oceano Atlântico. *Ciência Hoje* 216: 30 – 37.
- REIS, R.P. & YONESHIGUE-VALENTIN, Y. 1998. Variação espaço-temporal de populações de *Hypnea musciformis* (Rhodophyta, Gigartinales) na Baía de Sepetiba e Armação de Búzios, R.J., Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 12:465-483.

- RIUL, P., TARGINO, C. H., FARIAS, J. N., VISSCHER, P. T. & HORTA, P. A. 2008. Decrease in *Lithothamnion* sp. (Rhodophyta) primary production due to the deposition of a thin sediment layer. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 88, p. 17-19,.
- RIUL, P., LACOUTH, P., PAGLIOSA, P.R., CHRISTOFFERSEN, M.L. & HORTA, P.A., 2009. Rhodolith beds at the easternmost extreme of South America: Community structure of an endangered environment, *Aquatic Botany* ,doi:10.1016/j.aquabot.2008.12.002
- SILVA-KARAM, H. Distribuição espacial de crustáceos decápodos e estomatópodos durante o verão no banco de algas calcárias da Ilha do Arvoredo. 2008. Florianópolis, SC, Trabalho de Conclusão do Curso de Ciências Biológicas – Departamento de Ecologia e Zoologia - Universidade Federal de Santa Catarina 58pp.
- SILVA, P.C. & JOHANSEN, H.W. 1986. A reappraisal of the order Corallinaceae (Rhodophyceae). *European Journal of Phycology*. 21: 245-254.
- SCHMIEGELOW, J.M. 2004. O Planeta Azul - Uma Introdução às Ciências Marinhas. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 202p.
- 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* 13: 5–20.
- 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.
- TRÉGUER, P. & LE CORRE, P. 1976. Manual d'analysis des seis nutritifs das l'eau de mer. 2éme ed. Université de Bretagne Occidentale, Brest, France 110pp.
- VITOUSEK, P.M., MOONEY H.A., LUBCHENCO J. & MELILLO, J.M. 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science* 277:494–499
- WAINER, I. & TASCHETTO, A.S. 2006. Climatologia entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS), diagnósticos para os períodos relativos aos levantamentos pesqueiros do programa REVIZEE. In: Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B., Madureira, L.S.P. O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região Sudeste-Sul do Brasil. 472pp.

- WILSON, S., BLAKE, C., BERGES, J.A., MAGGS, C.A. 2004. Environmental tolerances of free-living coralline algae (Maerl): implications for European marine conservation. *Biological Conservation* 120: 279-289.
- WOELKERLING, W.J. 1988. *The Coralline red algae: an analysis of the genera and subfamilies of nongeniculate Corallinaceae*. Oxford University Press 268 pp.
- WYNNE, M. J. 2005. A checklist of the benthic marine algae of the tropical and subtropical western atlantic: second revision. *Nova Hedwigia* 129: 1-155.