



**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE**

**INSTITUTO DE BIOLOGIA**

**PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA MARINHA**

**DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA DE COMUNIDADES  
BENTÔNICAS DE ILHAS DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE  
TAMOIOS, BAÍA DA ILHA GRANDE, RJ**

**VICTOR DE SOUZA KOUTSOUKOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha do Departamento de Biologia Marinha, Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Biologia Marinha.

Orientador: Roberto Campos Villaça

Niterói

01/03/2012

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do Valonguinho

K882	<p>Koutsoukos, Victor de Souza Descrição da estrutura de comunidades bentônicas de ilhas da estação ecológica de Tamoios, baía da Ilha Grande, RJ/ Victor de Souza Koutsoukos. Niterói: [s.n.], 2012. 135f.</p> <p>Dissertação – (Mestrado em Biologia Marinha) – Universidade Federal Fluminense, 2012.</p> <p>1. Alga marinha bentônica. 2. Amostragem (Estatística). 3. Zona costeira. 4. Ecossistema costeiro. 5. Unidade de conservação.</p> <p>CDD.589.3098153</p>
------	--

**VICTOR DE SOUZA KOUTSOUKOS**

**DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA DE COMUNIDADES  
BENTÔNICAS DE ILHAS DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE  
TAMOIOS, BAÍA DA ILHA GRANDE, RJ**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha do Departamento de Biologia Marinha, Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Biologia Marinha.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dr<sup>o</sup>. Roberto Campos Villaça  
Universidade Federal Fluminense

---

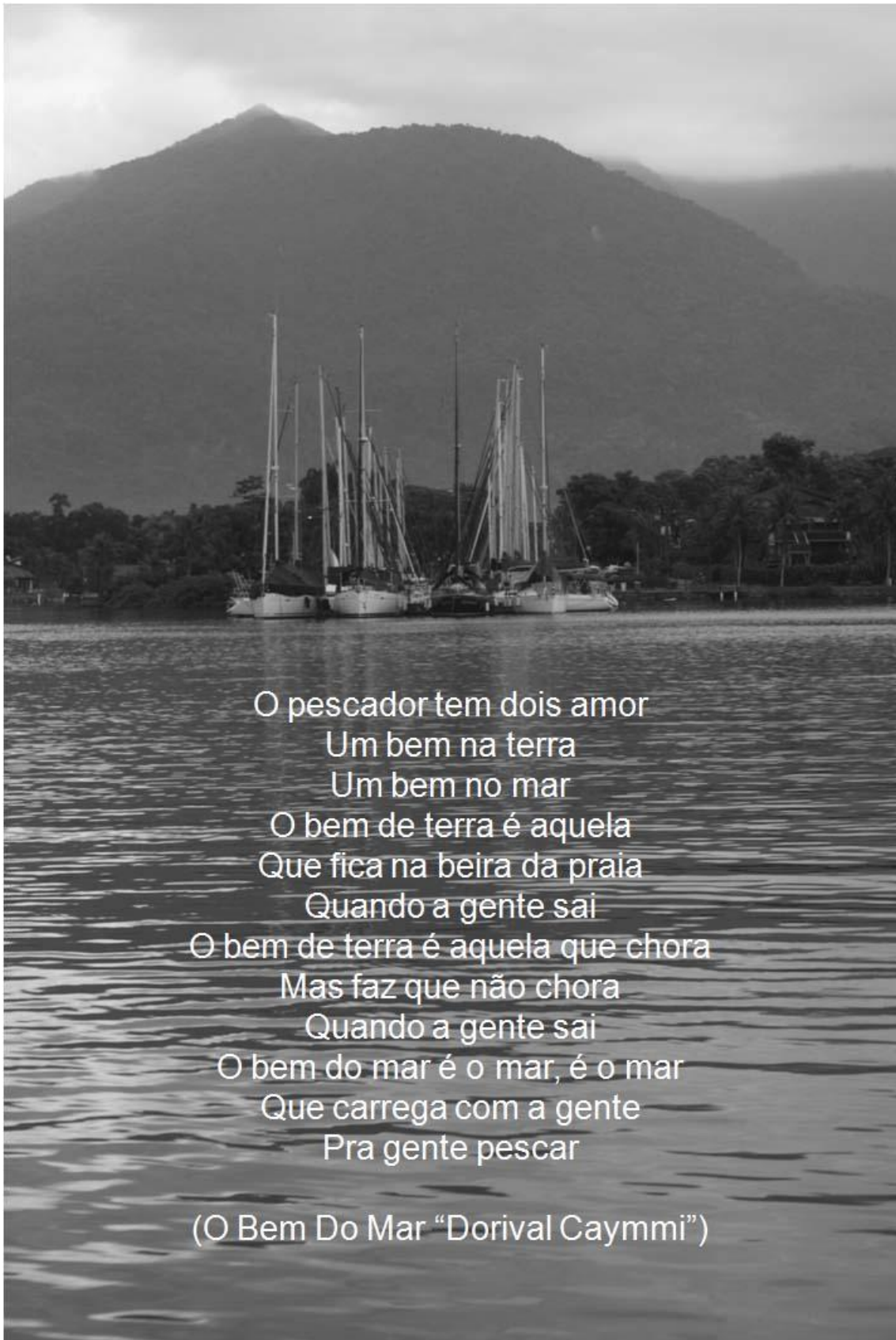
Dr<sup>a</sup>. Maria Teresa Menezes Széchy  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

---

Dr<sup>o</sup>. Guilherme Henrique Pereira Filho  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

---

Dr<sup>o</sup>. Fábio Bettini Pitombo (Suplente)  
Universidade Federal Fluminense



O pescador tem dois amor  
Um bem na terra  
Um bem no mar  
O bem de terra é aquela  
Que fica na beira da praia  
Quando a gente sai  
O bem de terra é aquela que chora  
Mas faz que não chora  
Quando a gente sai  
O bem do mar é o mar, é o mar  
Que carrega com a gente  
Pra gente pescar

(O Bem Do Mar “Dorival Caymmi”)

À minha família, que me ensinou a respeitar o mar.

## Agradecimentos

Este estudo não alcançaria seu término se não fosse o auxílio, comprometimento e a compreensão de pessoas e instituições que movem um ser em busca de uma conquista. Assim, agradeço:

À minha família que continuamente apoiou meus estudos e formação profissional. Ao meu orientador Roberto Villaça, por acreditar sempre na conclusão desse estudo. À professora Széchy, por me receber no seu laboratório e ensinar com muita eloquência o vasto mundo das algas. Ao professor CADU, pelas entradas repentinas no laboratório, sempre alegrando o ambiente. Aos capitães Pitter e Pitombo, pelo suporte na saída de campo, em especial ao último que tornou a saída muito divertida e prazerosa. À senhorita Bárbara Vettorazzi, pela ajuda na triagem das algas. Ao amigo Carlos Barboza, por brincar de estatística. Ao meu primo Gustavo Messias, pela confecção dos desenhos. Ao meu cachorro Gandhi, companheiro inseparável. Aos amigos novos e antigos pela amizade. Aos colegas de laboratório, pela companhia nas horas de labuta. À Cantina da Dona Ana, pelos almoços sempre saborosos, principalmente, a imbatível feijoada de sexta-feira. À música por manter a fluidez, à fotografia por revelar o instantâneo e à natureza por sua plasticidade.

Por fim, à concessão de Bolsa de Mestrado do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq Processo N<sup>o</sup>: 144632/2010-1). E à licença concedida pelo SISBIO (N<sup>o</sup>: 23362-1).

**MUITO OBRIGADO!**

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
RESUMO .....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUÇÃO GERAL .....	3
OBJETIVOS .....	7
ÁREA DE ESTUDO .....	8

### **1º CAPÍTULO: ABORDAGEM FITOSSOCIOLÓGICA NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE TAMOIOS, BAÍA DA ILHA GRANDE, RJ**

RESUMO .....	15
ABSTRACT .....	17
INTRODUÇÃO .....	19
OBJETIVOS .....	22
Objetivo Geral .....	22
Objetivos Específicos .....	22
MATERIAIS E MÉTODOS .....	23
Área de Estudo .....	23
Amostragem .....	26
Etapa de Laboratório .....	27
Aspectos Taxonômicos .....	30
Grupos Morfológicos .....	30
Associação .....	31

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
Tratamento de Dados .....	31
Análises Univariadas .....	32
Análises Multivariadas .....	33
RESULTADOS.....	35
Aspectos Quali/Quantitativos da Flora .....	35
Parâmetros Analíticos e Riqueza .....	44
Variação Espacial .....	47
Associações .....	53
DISCUSSÃO.....	58
CONCLUSÃO .....	63
<b>2º CAPÍTULO: O USO DE FOTOGRAFIAS SUBAQUÁTICAS NA DESCRIÇÃO DE POPULAÇÕES BENTÔNICAS DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE TAMOIOS, BAÍA DA ILHA GRANDE, RJ</b>	
RESUMO .....	65
ABSTRACT.....	66
INTRODUÇÃO.....	67
OBJETIVOS.....	69
Objetivo Geral.....	69
Objetivos Específicos.....	69
MATERIAIS E MÉTODOS .....	70

**ÍNDICE**

---

	<b>Página</b>
Área de Estudo .....	70
Amostragem .....	72
Tratamento das Imagens .....	72
Análise dos Dados .....	75
Análises Multivariadas .....	76
RESULTADOS.....	78
Descrição do Bentos .....	78
Comparação entre Ilhas e Profundidades .....	86
Ajuste das Resoluções .....	91
DISCUSSÃO.....	94
CONCLUSÃO .....	100
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	101
REFERÊNCIAS .....	103
1º APÊNDICE .....	124
2º APÊNDICE .....	132



**LISTA DE TABELAS (GERAL)**

---

	<b>Página</b>
Tabela I: Ilhas pertencentes à ESEC Tamoios (Brasil 2006), onde as amostragens foram realizadas, mostrando respectivas coordenadas, perímetro, metodologia abordada e data de amostragem. ....	11

## LISTA DE TABELAS (1º CAPÍTULO)

---

### Página

Tabela I: Lista de espécies de macroalgas com códigos utilizados para as estatísticas. Grupos morfológicos (GM): F= filamentosas, CO=corticadas, C=coriáceas, FC=foliáceas corticadas e CA= calcárias articuladas. Fertilidade: e=esporófito; gf=gametófito feminino; gm=gametófito masculino. F (%) é a frequência de ocorrência das espécies nas parcelas. RM é o recobrimento médio das espécies considerando todas as parcelas estudadas. Nomes das espécies identificadas e autores atualizados por Algaebase (<http://www.algaebase.org>). (?) Espécies de identificação duvidosa. .... 37

Tabela II: Lista de presença (+) e ausência (-) dos táxons em cada local de amostragem. Os códigos significam: IM e BP= Imboassica e Búzios Pequena, respectivamente; a, b, c e d: locais de amostragem..... 39

Tabela III: Parâmetros Analíticos das parcelas: Nt= número total de táxons; Rt= recobrimento total; DG= densidade de reprodução; J´= uniformidade de Pielou e H´= Diversidade de Shannon. Os códigos significam: IM e BP= Imboassica e Búzios Pequena, respectivamente; a, b, c e d: locais de amostragem; 1, 2 e 3= parcelas. .... 45

## LISTA DE TABELAS (1º CAPÍTULO)

	Página
Tabela IV: Análise de Variância Simples (One Way ANOVA) dos parâmetros analíticos das parcelas: Nt= número total de táxons; Rt= recobrimento total; DG= densidade de reprodução; J´= uniformidade de Pielou e H´= Diversidade de Shannon. Valores em negrito indicam um efeito significativo ( $p \leq 0.05$ ) entre os locais. ....	45
Tabela V: Análise de Variância Multivariada por Permutação (PERMANOVA), utilizando um único fator: locais de amostragem (n=3). Com base nos valores de recobrimento por espécie e por grupos morfológicos de macroalgas utilizando Similaridade de Bray-Curtis. Os valores em negrito indicam um efeito significativo ( $p \leq 0.05$ ) entre os locais. Perm=permutações; MC=permutação de Monte Carlo. ....	50
Tabela VI: SIMPER indicando a percentagem de contribuição das cinco espécies que mais contribuíram para a similaridade dentro dos locais de amostragem, além da similaridade média dentro dos locais. Os códigos significam: IM e BP= Imboassica e Búzios Pequena, respectivamente; a, b, c e d: locais de amostragem. ....	51

**LISTA DE TABELAS (1º CAPÍTULO)**

---

	<b>Página</b>
Tabela VII: SIMPER indicando a percentagem de contribuição das cinco espécies que mais contribuíram para a dissimilaridade entre os locais de amostragem, além da dissimilaridade média entre os locais. Os códigos significam: IM e BP= Imboassica e Búzios Pequena, respectivamente; a, b, c e d: locais de amostragem. ....	52

## LISTA DE TABELAS (2º CAPÍTULO)

	Página
Tabela I: Lista dos táxons encontrados com seus respectivos grupos, mostrando valores referentes à percentagem de cobertura (mínimo - máximo, média, erro padrão) e frequência (%) nas amostras. *Didemnidae somente foi encontrada na resolução de 30 pontos. ....	79
Tabela II: Lista de táxons com códigos utilizados para as estatísticas, mostrando (+) presença e (-) ausência nas ilhas e profundidades amostradas. Códigos significam: AF, QG, QP e BU, as ilhas, sendo estas: Araçatiba de Fora, Queimada Grande, Queimada Pequena e Búzios, respectivamente. 2 e 4= profundidade em metros. ....	81
Tabela III: Proporção das categorias: sedimento inconsolidado, sombra e não identificado, nas ilhas amostradas. ....	82
Tabela IV: Resultado de PERMANOVA utilizando dois fatores: ilhas e profundidade. O modelo de PERMANOVA com os dois fatores sendo aleatórios. Testes foram conduzidos nos dados de cobertura dos táxos e dos grupos da comunidade bentônica, obtidos através de amostras do fotoquadrado. Os valores em negrito indicam um efeito significativo ( $p \leq 0.05$ ). Perm=permutações; MC=permutação de Monte Carlo. ....	88

**LISTA DE FIGURAS (GERAL)**

---

	<b>Página</b>
Figura 1: Mapa do Brasil, do Rio de Janeiro, destacando a localização da Estação Ecológica de Tamoios, composta por 12 blocos de ilhas (modificado de Brasil 2006), e respectivas estações de amostragem: (IM) Imboassica; (QG) Queimada Grande e (QP) Queimada Pequena; (BU) Búzios e (BP) Búzios Pequena; (AF) Araçatiba de Fora.....	12
Figura 2: Fotos das ilhas amostradas. a) Imboassica; b) Queimada Grande; c) Queimada Pequena; d) Búzios; e) Búzios Pequena; f) Araçatiba de Fora (fotos de Brasil 2006).....	13

## LISTA DE FIGURAS (1º CAPÍTULO)

	<b>Página</b>
Figura 1: Mapa do Brasil, do Rio de Janeiro, destacando a localização da Estação Ecológica de Tamoios, composta por 12 blocos de ilhas (modificado de Brasil 2006), e respectivas estações amostradas pela técnica de fitossociologia: (IM) Imboassica e (BP) Búzios Pequena.....	24
Figura 2: Ilhas Imboassica e Búzios Pequena, mostrando os locais selecionados para amostragem: IMA e IMb pertencentes à Imboassica; BPc e BPd pertencentes à Búzios Pequena.....	25
Figura 3: Desenho que exemplifica a percentagem proporcional da epífita em relação ao hospedeiro (hospedeiro: <i>Sargassum</i> ; epífita: <i>Wrangelia</i> ) (figuras de Joly 1967). .....	28
Figura 4: Percentagem de cobertura das 14 espécies mais abundantes em cada local de amostragem (n=3). Dados são valores de média ( $\pm$ desvio padrão). Os códigos dos locais significam: IM e BP= Imboassica e Búzios Pequena, respectivamente; a, b, c e d: locais de amostragem.....	42
Figura 5: Composição percentual geral dos táxons estudados por grupo morfológico. Grupos morfológicos: F= filamentosas, CO=corticadas, C=coriáceas, FC=foliáceas corticadas e CA= calcárias articuladas. ....	43

## LISTA DE FIGURAS (1º CAPÍTULO)

	<b>Página</b>
<p>Figura 6: Gráfico de abundância em função dos grupos morfológicos (n=3). Valores são dados de média (<math>\pm</math>desvio padrão). Os códigos significam: IM e BP= Imboassica e Búzios Pequena, respectivamente; a, b, c e d: locais de amostragem. ....</p>	43
<p>Figura 7: Comparação de riqueza (nº de espécies) entre as ilhas do presente estudo (barra cinza) e as dez estações de coleta mais ricas na Baía da Ilha Grande consideradas pelo estudo de Figueiredo &amp; Tâmega (2007), na época de verão (barra escura – figura modificada). Códigos do eixo horizontal significam: IM= Imboassica; BP= Búzios Pequena; 15=Ponta Grande Timuiba, 10=Praia Vermelha, Saco da Praia Vermelha, 3=Praia Grande, Cajaíba, 13=Ponta Jurubá, Ilha do Araujo, 8=Ponta do Cedro, Ilha do Algodão, 6=Saco do Mamangá (Ilha Maranata), 30=Ilha de Macacos, 39=Ponta Longa, Ilha Grande, 41=Ilha dos Meros, 11=Ilha da Bexiga, Baía de Parati. ....</p>	46
<p>Figura 8: Ordenação Multidimensional Não Métrica (MDS) entre as amostras (objetos, Modo Q). Dados são valores de abundância (n=3), com base nos valores de recobrimento (A) por espécie e (B) por grupos morfológicos de macroalgas utilizando Similaridade de Bray-Curtis. ....</p>	49



## LISTA DE FIGURAS (1º CAPÍTULO)

	Página
Figura 9: Análise de Agrupamento entre as espécies (descritores, Modo R). Dados são valores de presença e ausência utilizando Similaridade de Bray-Curtis, e algoritmo UPGMA (Método pela Associação Média).....	55
Figura 10: Análise Fatorial de Correspondência (AFC) utilizando dados de abundância. Os códigos das amostras significam: IM e BP= Imboassica e Búzios Pequena, respectivamente; a, b, c e d: locais de amostragem; 1, 2 e 3= parcelas. Os códigos das espécies significam: Cae= <i>Chaetomorpha aerea</i> ; Cme= <i>Cladophoropsis membranacea</i> ; Dan= <i>Dohrniella antillara var. brasiliensis</i> ; Dte= <i>Diplothamnion tetrastichum</i> ; Hse= <i>Herposiphonia secunda</i> ; Ltr= <i>Lophocladia trichoclados</i> ; Nfl= <i>Neosiphonia flaccidissima</i> ; Pgy= <i>Padina gymnospora</i> ; Pho= <i>Polysiphonia howei</i> ; Shy= <i>Spyridia hypnoides</i> .....	56
Figura 11: Relação entre riqueza de espécies e os valores das amostras no 1º eixo do Plano Fatorial. ....	57

## LISTA DE FIGURAS (2º CAPÍTULO)

	<b>Página</b>
Figura 1: Mapa do Brasil, do Rio de Janeiro, destacando a localização da Estação Ecológica de Tamoios, composta por 12 blocos de ilhas (Brasil 2006), e respectivas estações amostradas pela técnica do fotoquadrado: (QG) Queimada Grande; (QP) Queimada Pequena; (BU) Búzios e (AF) Araçatiba de Fora. ....	71
Figura 2: Ilustração representando: A=10, B=30, C=50, D=75 e E=100 número de pontos aleatórios sobrepostos em cada fotografia subaquática, plotados através do software CPCe 4.0 (Kohler & Gill 2006). ....	74
Figura 3: Percentagem de cobertura dos cinco táxons mais abundantes, por ilha e profundidade (n=10). Dados são médias ( $\pm$ desvio padrão). ....	84
Figura 4: Abundância relativa dos grupos, por ilha e profundidade. Valores são médias de cobertura. Outros representam: Ascidiacea, Asteroidea, Bryozoa e Echinoidea. ....	85

## LISTA DE FIGURAS (2º CAPÍTULO)

	<b>Página</b>
<p>Figura 5: Ordenação Multidimensional Não Métrica utilizando Similaridade de Bray-Curtis. Mostrando os dados de abundância dos táxons para: (A) os dois fatores (ilhas e profundidade); (B) um fator (ilhas) (C) um fator (profundidade); os dados de abundância dos grupos para: (D) os dois fatores (ilhas e profundidade); (E) um fator (ilhas); (F) um fator: (profundidade). Códigos significam: AF, QG, QP e BU, as ilhas, sendo estas: Araçatiba de Fora, Queimada Grande, Queimada Pequena e Búzios, respectivamente. 2 e 4= profundidade em metros. ....</p>	87
<p>Figura 6: Análise Fatorial de Correspondência (AFC) utilizando valores de abundância. Códigos significam: (QG) Queimada Grande; (QP) Queimada Pequena; (BU) Búzios e (AF) Araçatiba de Fora; 2 e 4= profundidade em metros. Asta=<i>Asparagopsis taxiformis</i>; Coar=Corallinaceae articulada; Coin=Corallinaceae incrustante; Cera=Ceramiales; Dict=Dictyotaceae; Turf= “turf” de algas; Dean= <i>Desmapsamma anchorata</i>; Esra=Esponja rastejante; Muhi=<i>Mussismilia hispida</i>; Paly=<i>Palythoa</i> sp., Zoan=<i>Zoanthus</i> sp.....</p>	90
<p>Figura 7: Média do número de táxon por resolução (número de pontos). A média do número total de táxons foi significativamente diferente (<math>F_{(4, 316)}=79.829, p&lt;0.001</math>), e o layout mostra onde ocorreram as diferenças, apontadas através de teste a posteriori (Tukey). ....</p>	92

**LISTA DE FIGURAS (2º CAPÍTULO)**

---

	<b>Página</b>
Figura 8: Curva de rarefação de táxons para todas as resoluções (10, 30, 50, 75 e 100 números de pontos) e observações (amostras).....	92
Figura 9: Coeficiente de Correlação de Mantel ( $r_M$ ) obtido através de comparações do número de 100 pontos com os demais. Comparações (i) 10 – 100, (ii) 30 – 100, (iii) 50 – 100 e (iv) 75 – 100 pontos. A matriz usada foi à medida de similaridade de Bray-Curtis para os valores de cobertura dos táxons. Para todas as comparações o p de significância foi igual à: $p < 0.001$ .....	93

## 1º APÊNDICE - PRANCHAS/FIGURAS

---

Página

### PRANCHA I

Figura 1 – *Wrangelia argus*. Planta fértil. Note os tetrásporos tetraedricamente divididos (10x); .....125

Figura 2 – *Hypnea spinella*. Parte de um corte transversal de uma planta fértil. Note os tetrásporos zonadamente divididos (40x). .....125

### PRANCHA II

Figura 1 – *Neosiphonia gorgoniae*. Planta fértil. Note os tetrasporângios em espiral (5x); .....126

Figura 2 – *Neosiphonia gorgoniae*. Planta fértil. Note os tetrasporângios em espiral (10x); .....126

### PRANCHA III

Figura 1 – *Neosiphonia gorgoniae*. Planta fértil. Note os espermatângios maduros (10x); .....127

Figura 2 – *Aglaothamnion cordatum*. Planta fértil. Note os gonimoblastos com carposporângios (40x); .....127

### PRANCHA IV

Figura 1 – *Antithamnion cruciatum*. Hábito de uma planta (10x); .....128

Figura 2 – *Dohrniella antillara* var. *brasiliensis*. Evidenciando os ramos que apresentam 1-2 células papiliformes (40x). .....128

## 1º APÊNDICE - PRANCHAS/FIGURAS

---

 Página

## PRANCHA V

Figura 1 – *Boodlea composita*. Planta formada por filamentos unisseriados evidenciando o ápice dos ramos (5x); .....129

Figura 2 – *Neosiphonia flaccidissima*. Hábito de uma planta evidenciando ramos laterais formando-se na axila dos tricoblastos (40x); .....129

## PRANCHA VI

Figura 1 – *Neosiphonia flaccidissima*. Corte transversal da planta mostrando as quatro células pericentrais (40x); .....130

Figura 2 – *Herposiphonia secunda*. Corte transversal da planta mostrando 13 células pericentrais (40x); .....130

## PRANCHA VII

Figura 1 – *Lomentaria mauritiana* – Corte transversal da planta mostrando que a região medular é oca. (10x). .....131

Figura 2 – *Chondria polyrhiza* – Corte transversal da planta mostrando cinco células pericentrais (40x); .....131

**2º APÊNDICE - FIGURAS**

---

	<b>Página</b>
Figura 1: <i>Padina</i> sp. (Foto: Villaça, RC).....	133
Figura 2: Dictyotaceae (Foto: Villaça, RC). ....	133
Figura 3: <i>Oreaster reticulatus</i> (Linnaeus, 1758) (Foto: Villaça, RC).....	134
Figura 4: <i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816) (Foto: Villaça, RC). ....	134
Figura 5: <i>Mussismilia hispida</i> (Verrill, 1902) (Foto: Villaça, RC). ....	135
Figura 6: <i>Zoanthus</i> sp.(Foto: Villaça, RC). ....	135

## RESUMO

O presente estudo teve como principal objetivo descrever as comunidades bentônicas do infralitoral, se respaldando em duas frentes metodológicas: (I) Fitossociologia e (II) Fotoquadrado. Ao todo foram realizadas amostragens pontuais em seis ilhas da ESEC Tamoios. O componente biótico da área de estudo foi descrito, tanto em termos qualitativos como quantitativos, sendo possível observar as espécies e grupos mais abundantes para a região. Além disso, ambos os métodos detectaram diferenças no recobrimento de espécies entre os locais através de testes de PERMANOVA. No entanto, somente a técnica da fitossociologia, que apresenta um maior refinamento taxonômico, detectou diferença entre os locais com relação ao recobrimento dos grupos. Esses resultados vêm elucidar o caráter de singularidade presente nesses ambientes insulares, apresentando heterogeneidade de populações bentônicas. Visto isso, se tornam evidentes a real necessidade de conservação das ilhas da ESEC Tamoios e o estabelecimento de futuras atividades de monitoramento que primam também pelo conhecimento taxonômico dos organismos.

**PALAVRAS-CHAVES:** Costão rochoso; Organismos bentônicos; Métodos de amostragem, Infralitoral; Unidade de Conservação.



## **ABSTRACT**

The present study had the intention to describe subtidal benthic populations, making use of two different approaches: (I) Phytosociology and (II) Photoquadrat. Six islands belonging to Tamoios Ecological Station were surveyed. The biotic compound in the study area was described qualitatively and quantitatively, being able to access dominant species and groups of this region. Furthermore, both methods detected differences in species coverage between locations through PERMANOVA tests. However, solely phytosociology, which presents taxonomic refinement, detected differences in group coverage between locations. These results elucidate the singularity feature of those islands, presenting heterogeneity of benthos populations. Therefore, it's evident the necessity of conservation of Tamoios Ecological Station and the establishment of future monitoring activities that highlight taxonomic knowledge.

**KEYWORDS:** Rocky shores; benthic organisms; Sampling methods; Infralittoral; Conservation Unit.

## INTRODUÇÃO GERAL

A região da Baía da Ilha Grande (BIG) está inserida em um cenário estratégico no desenvolvimento do país, principalmente, devido às características ecológicas e às atividades econômicas do setor de óleo, energia nuclear e turismo. Localizada ao sul do estado do Rio de Janeiro, integra um ecossistema que abriga uma grande diversidade de fauna e flora, possuindo uma linha de costa muito recortada constituída por manguezais, praias arenosas, costões rochosos e um extenso complexo insular. No entanto, em diversas áreas, esses ecossistemas vêm sofrendo uma crescente pressão por atividades antrópicas, particularmente os costões rochosos da região, que abrigam uma típica biota marinha tropical, vêm sendo alterados fortemente devido às inúmeras atividades de grande impacto (e.g. lançamento de efluentes domésticos; construções sobre os costões; derrames de petróleo; metais pesados e introdução involuntária de espécies exóticas). Esta degradação progressiva do ambiente está associada ao crescimento acelerado da região, à especulação imobiliária, à ausência de programas consistentes de saneamento básico, ao turismo predatório, ao crescente número de marinas e condomínios na zona costeira, além de práticas predatórias de pesca, que vem diminuindo a qualidade de vida de todos os moradores e visitantes que a frequentam. As consequências para a biota refletem, principalmente, na diversidade de espécies que pode ser alterada pela modificação ou perda de habitat (vide Creed et al. 2007).

Em vista destes agravantes supracitados, que vêm deteriorando o ambiente natural da BIG, uma questão crucial vem à tona. Como inferir que um ambiente

está sofrendo de fato um impacto? Estudos que possam efetivamente detectar impacto ambiental, decorrente das atividades humanas, dependem da abordagem metodológica e do desenho experimental em campo. Estes por sua vez apresentam uma série de fatores que podem gerar complicações quanto às validades das inferências como, por exemplo, a não replicação das amostras (Hurlbert 1984; Eberhardt & Thomas 1991). Além disso, as mudanças provocadas pelo impacto devem ser detectadas tomando como base um estudo pretérito de considerável variação espacial e temporal (Steinbeck et al. 2005). A falta de dado pretérito impossibilita a detecção, a avaliação da extensão e possível previsão das consequências do impacto, tendo como resultado final a irrealização de ações mitigadoras e compensatórias que possam restaurar o sistema (Guilardi et al. 2008).

O litoral sudeste do Brasil destaca-se do restante por apresentar um grande número de ilhas, ilhotas e lajes. As assembleias de organismos presentes em ilhas são, frequentemente, únicas, já que estão submetidas aos processos ecológicos imprevisíveis de colonização e extinção que dependem da proximidade da área fonte de colonização e da sua dimensão (Mac Arthur & Wilson 1967). Todavia, o extenso complexo insular da região da BIG (365 ilhas) é pobremente conhecido em termos de comunidade de costões rochosos (Ministério do Meio Ambiente 2002).

O costão rochoso é um ecossistema bem característico desses ambientes insulares, se posicionando na interface terra e mar. A acessibilidade do homem neste ambiente custou-lhe uma suscetibilidade a uma variável de impactos, desde os tempos pré-históricos. Estando suscetível a impactos oriundos destas duas vias, terrestre e marinho, além de uma ampla gama de variabilidades

naturais em escalas temporais e espaciais, sendo um desafio separar mudanças advindas do homem de flutuações naturais do sistema (Thompson et al. 2002).

À medida que se intensificou a busca por respostas a estes problemas concretos, como impacto ambiental de diferentes origens, houve a necessidade de se obter informações mais detalhadas a respeito das populações de costões rochosos (Villaça 1990). As comunidades bentônicas de costões têm sido propostas como instrumento na avaliação ambiental, já que os organismos ali presentes possuem capacidade de locomoção limitada ou são fixos, estando sujeitos aos impactos locais por longos períodos, logo sua resposta ao estresse pode estar refletindo uma visão integrada da qualidade ambiental (Diaz et al. 2004).

Diversos métodos de amostragens podem ser empregados em comunidades bentônicas de costões rochosos, sendo os mais comuns o transecto de linha e os quadrados (Murray et al. 2002). Com relação a este último, podemos utilizar diversas técnicas como, por exemplo: estimativa visual (John et al. 1977), pontos de contato (Foster et al. 1991), raspagem do substrato (Yoneshigue & Valentin 1988) e fotografia (Bohnsack 1979). Os métodos tradicionais como os destrutivos, onde os organismos são adequadamente coletados e preservados, consomem um tempo enorme para gerar dados, pois se comprometem a tratar a unidade biológica em nível de espécie, o que torna o estudo laboratorial laborioso. Por outro lado, ao tratar os dados utilizando grandes grupos taxonômicos, empregando técnicas mais ágeis, como o método fotográfico, permite-se que o esforço e o tamanho

amostral sejam aumentados e o tempo gasto em campo seja reduzido, além de não danificar os organismos marinhos.

Um breve histórico dos estudos de comunidades bentônicas de substrato consolidado na Baía da Ilha Grande se referem, principalmente, aos grupos das algas, cnidários e equinodermos. Referentes aos cnidários e equinodermos, pode-se citar os trabalhos de: Castro et al. (1999), Pires et al. (2007) e Ventura et al. (2007); com relação ao coral invasor do gênero *Tubastraea*: De Paula & Creed (2004 e 2005), Creed (2006) e Silva et al. (2011); e referentes às algas: Falcão et al. (1992), Pedrini et al. (1994), Brito et al. (2002), Figueiredo et al. (2004), Falcão & Széchy (2005), Széchy & Nassar (2005) e Figueiredo & Tâmega (2007). No entanto, apenas o estudo de Silva et al. (2011) envolveu especificamente as ilhas da ESEC Tamoios, reforçando ainda mais a necessidade de conhecimento das comunidades bentônicas presentes nesse complexo de ilhas.

## **OBJETIVOS**

O estudo teve como principal objetivo a descrição de comunidades bentônicas, do infralitoral raso, localizada nas ilhas da Estação Ecológica de Tamoios, tanto em termos de espécie como de grupos, através de dois métodos: (I) Fitossociologia e (II) Fotoquadrado. Além disso, verificar se há diferenças no recobrimento de espécies e grupos da comunidade bentônica entre locais e profundidades amostradas. Assim, busca-se ampliar o conhecimento das comunidades insulares da Baía da Ilha Grande e agregar dados preliminares, sendo um primeiro passo para estudos subsequentes que visam medidas em longo prazo de conservação e monitoramento.

## ÁREA DE ESTUDO

A Baía da Ilha Grande, localizada no sul do estado do Rio de Janeiro, é considerada uma área de importância extrema para a conservação da biodiversidade brasileira, conforme estabelecido na Portaria do Ministério do Meio Ambiente nº 126, de 27 de maio de 2004, que estabeleceu as "Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira".

Dentre as 11 Unidades de Conservação (UC) da Baía da Ilha Grande, a Estação Ecológica de Tamoios (ESEC Tamoios) é a que possui maior área marinha com "status" de proteção integral. Estações Ecológicas são áreas representativas de ecossistemas brasileiros destinados à realização de pesquisas básicas aplicadas à ecologia, à proteção do ambiente natural e ao desenvolvimento da educação conservacionista. A Estação Ecológica de Tamoios (Decreto Federal nº 98.864, de 23.01.90) compreende área total de 8.700 hectares, abrangendo 29 pontos, entre ilhas, ilhotas, lajes e rochedos e o entorno marinho e parciais, dentro de um raio de um quilômetro de extensão, de cada uma das respectivas ilhas, ilhotas, lajes e rochedos, localizados no litoral dos municípios de Angra dos Reis e Paraty. Um aspecto ímpar desta UC é a sua descontinuidade física e, por extensão, a sua estreita relação com o ambiente marinho onde aproximadamente 96% de sua área são compostas por seu entorno marinho. Possui Plano de Manejo aprovado através da Portaria IBAMA Nº 9, de 03 de fevereiro de 2006, publicada no Diário Oficial da União de 06.02.2006. Sua zona de Amortecimento, delimitada no Plano de Manejo da Unidade, abrange toda a Baía da Ilha Grande (Brasil 2006).

Essas áreas marinhas, decorrentes do entorno de um quilômetro a partir do limite terrestre das ilhas, resulta na formação de 12 blocos, alguns com apenas uma ilha, e outros, pela proximidade, de várias ilhas. Bloco 1 – Imboassica, Queimada Grande, Queimada Pequena; Bloco 2 – Zatin; Bloco 3 – Cobras, Búzios, Búzios Pequena, Pedra Pelada e Laje; Bloco 4 – Araçatiba de Dentro, Araçatiba de Fora e Sabacu; Bloco 5 – Pingo d’água e Tucum de dentro; Bloco 6 – Tucum; Bloco 7 – Sandri, Algodão e Samambaia; Bloco 8 – Araraquara, Araraquarina, Jurubaíba e Rochedo de São Pedro; Bloco 9 – Comprida, Ilhota Grande, Ilhota Pequena e Laje do Cesto; Bloco 10 – Palmas; Bloco 11 – Ganchos; Bloco 12 – Catimbaú (Brasil 2006).

Mahiques & Furtado (1989) dividiram a Baía da Ilha Grande de acordo com suas características fisiográficas em três subunidades: (i) Porção Leste, situada do lado leste da Ilha Grande até a Baía de Sepetiba, (ii) Canal Central, formado pelo estreitamento da Ilha Grande com o continente e (iii) Porção Oeste, que corresponde ao encadeamento a oeste da Ilha Grande e a leste de Paraty. A comunicação da baía com o oceano é realizada através de duas barras: a barra leste (próxima a Baía de Sepetiba) e a barra oeste (entre as pontas da Juatinga e dos Meros) (Ikeda et al. 1989). Com relação à exposição às ondas, a penetração das ondas do quadrante S-SE seria facilitada pela configuração geográfica da linha de costa na região da BIG, conforme relatado por Belo (2002), sendo que as ondas oriundas de outros quadrantes seriam barradas ou parcialmente barradas.

O presente trabalho foi realizado na Estação Ecológica de Tamoios (22° 58' – 23° 12' S e 44° 17' – 44° 41' W) e as ilhas onde as amostragens foram realizadas são: Imboassica, Queimada Grande e Queimada Pequena (Bloco 1);

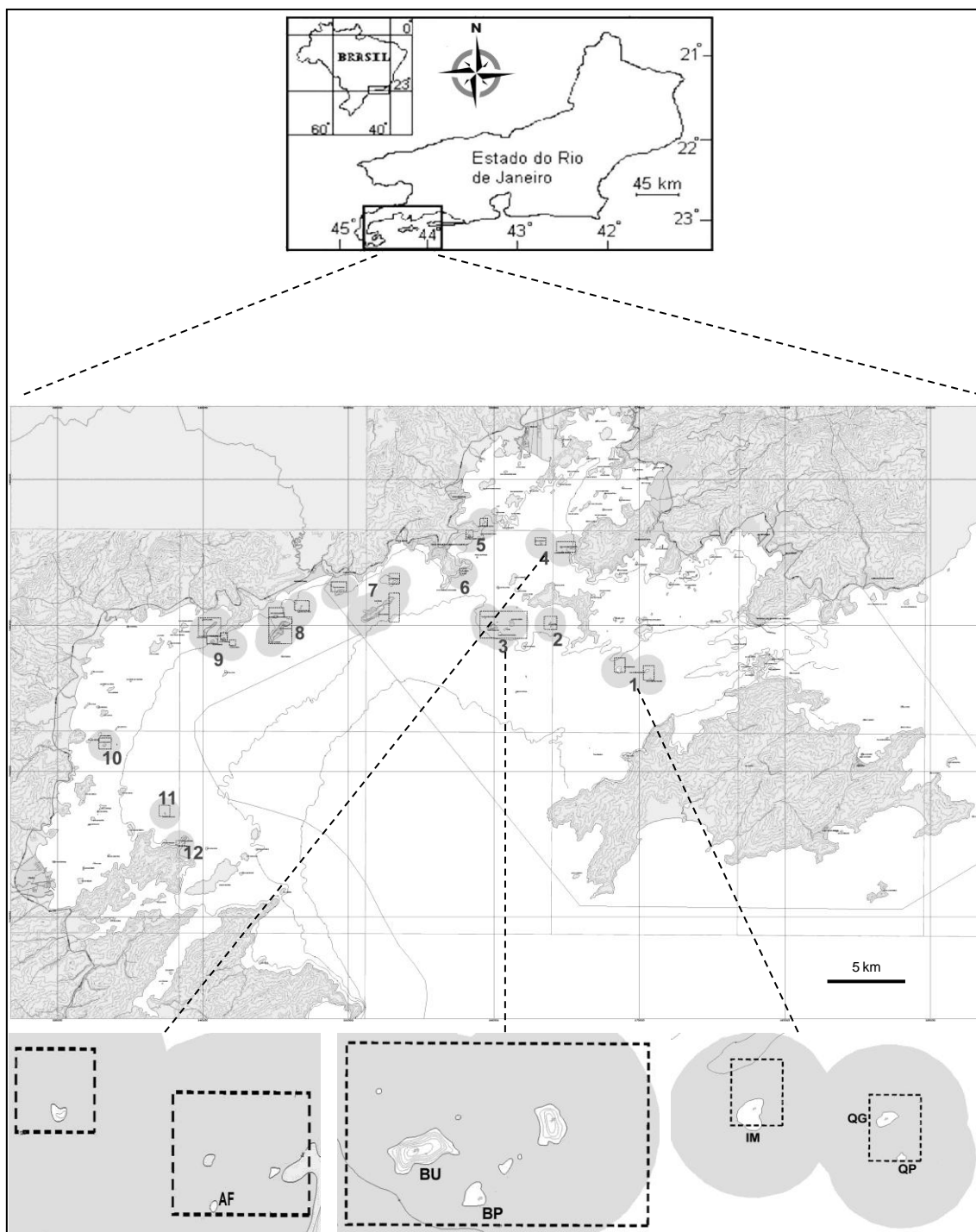


Búzios e Búzios Pequena (Bloco 3) e Araçatiba de Fora (Bloco 4) (Tabela I; Figura 1 e 2). Considerando a divisão fisiográfica proposta por Mahiques & Furtado (1989), as ilhas Imboassica, Queimada Grande e Queimada Pequena encontram-se no Canal Central; Araçatiba de Fora, Búzios e Búzios Pequena encontram-se na Porção Oeste.

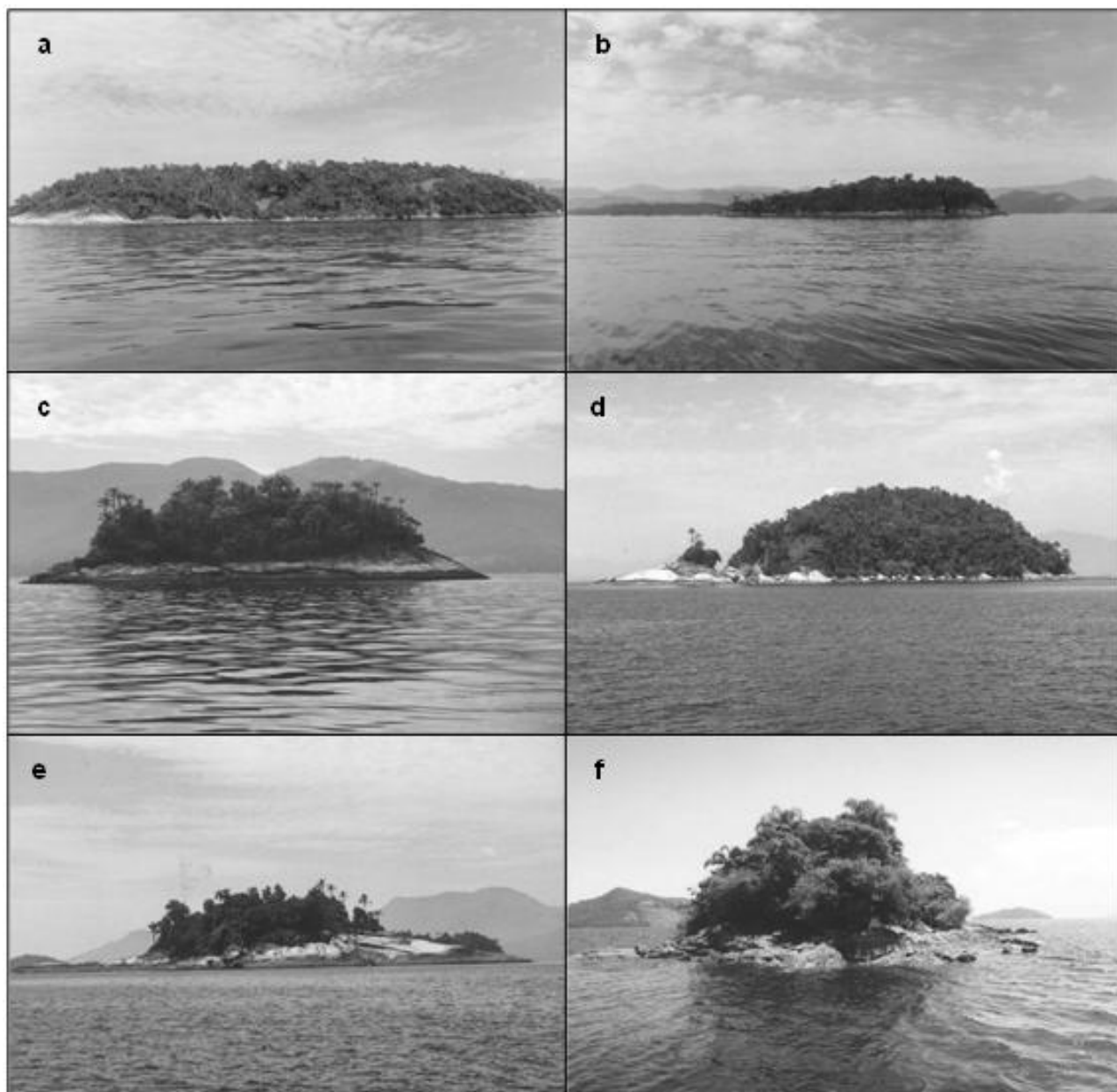
## TABELAS

**Tabela I:** Ilhas pertencentes à ESEC Tamoios (Brasil 2006), onde as amostragens foram realizadas, mostrando respectivas coordenadas, perímetro, metodologia abordada e data de amostragem.

Ilhas	Latitude sul	Longitude oeste	Perímetro (km)	Metodologia	Data
Imboassica	23 <sup>0</sup> 04' 43" e 23 <sup>0</sup> 05' 15"	44 <sup>0</sup> 19' 14" e 44 <sup>0</sup> 20' 00"	1,43	Fitossociologia	jan/11
Queimada Grande	23 <sup>0</sup> 05' 00" e 23 <sup>0</sup> 05' 32"	44 <sup>0</sup> 18' 24" e 44 <sup>0</sup> 18' 50"	0,85	Fotoquadrado	ago/07
Queimada Pequena	23 <sup>0</sup> 05' 00" e 23 <sup>0</sup> 05' 32"	44 <sup>0</sup> 18' 24" e 44 <sup>0</sup> 18' 50"	0,42	Fotoquadrado	ago/07
Búzios	23 <sup>0</sup> 03' 00" e 23 <sup>0</sup> 04' 00"	44 <sup>0</sup> 23' 32" e 44 <sup>0</sup> 25' 25"	1,97	Fotoquadrado	out/07
Búzios Pequena	23 <sup>0</sup> 03' 00" e 23 <sup>0</sup> 04' 00"	44 <sup>0</sup> 23' 32" e 44 <sup>0</sup> 25' 25"	0,82	Fitossociologia	fev/11
Araçatiba de Fora	23 <sup>0</sup> 00' 24" e 23 <sup>0</sup> 00' 48"	44 <sup>0</sup> 21' 36" e 44 <sup>0</sup> 22' 21"	0,21	Fotoquadrado	ago/07



**Figura 1:** Mapa do Brasil, do Rio de Janeiro, destacando a localização da Estação Ecológica de Tamoios, composta por 12 blocos de ilhas (modificado de Brasil 2006), e respectivas estações de amostragem: (IM) Imboassica; (QG) Queimada Grande e (QP) Queimada Pequena; (BU) Búzios e (BP) Búzios Pequena; (AF) Araçatiba de Fora.



**Figura 2:** Fotos das ilhas amostradas. a) Imboassica; b) Queimada Grande; c) Queimada Pequena; d) Búzios; e) Búzios Pequena; f) Araçatiba de Fora (fotos de Brasil 2006).

## 1º Capítulo

---

### ABORDAGEM FITOSSOCIOLÓGICA NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE TAMOIOS, BAÍA DA ILHA GRANDE, RJ



## RESUMO

Populações de macroalgas, do infralitoral raso, foram estudadas em duas ilhas (Imboassica e Búzios Pequena) pertencentes à Estação Ecológica de Tamoios, Baía da Ilha Grande, Estado do Rio de Janeiro. Em cada ilha, dois locais foram amostrados. A metodologia empregada foi a fitossociologia, que envolve a retirada dos organismos por raspagem de parcelas para posterior análise em laboratório, onde diversas informações (parâmetros) são obtidas. Foram identificadas 49 espécies, presentes em 12 parcelas (três parcelas x quatro locais). Em um local da Ilha Imboassica foi observada 45 espécies, apresentando a maior riqueza e diversidade específica. Análises Multivariadas revelaram agrupamentos consistentes de amostras e espécies. A Análise de Ordenação Multidimensional Não Métrica (nMDS) permitiu visualizar a possível existência de uma variação espacial na comunidade de macroalgas, tanto em termos de recobrimento de espécies como de grupos morfológicos, sendo corroborada pelos testes de PERMANOVA que diferenciaram os locais ( $p < 0.05$ ). As espécies, principalmente filamentosas, construíram uma associação bem definida na Ilha Imboassica, tendo como espécies características exclusivas: *Diplothamnion tetrastichum* A.B.Joly & Yamaguishi, *Dohrniella antillara* var. *brasiliensis* A.B.Joly & Ugadim, *Herposiphonia secunda* (C.Agardh) Ambronn, *Lophocladia trichoclados* (C.Agardh) J.Agardh, *Neosiphonia flaccidissima* (Hollenberg) M.S.Kim & I.K.Lee, *Padina gymnospora* (Kützing) Sonder, *Polysiphonia howei* Hollenberg, e *Spyridia hypnoides* (Bory de Saint-Vincent) Papenfuss. Este estudo destacou essas ilhas como ricas, reforçando a necessidade de reconhecimento de biodiversidade presente nesta

Unidade de Conservação para uma efetiva conservação de seus recursos naturais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Algas; Infralitoral; Associação; Variação Espacial.

## ABSTRACT

Subtidal benthic marine algae were accessed in two islands (Imboassica and Búzios Pequena) belonging to Tamoios Ecological Station, Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro State. Two locations were selected to be examined in each island. A Phytosociology method, which consists in destructive sampling for further analysis in laboratory, was employed to obtain information such as analytic and synthetic parameters in each sample (relevé). Forty nine species were identified in twelve units (three units x four locations). A single location at Imboassica Island presented 45 species, showing a higher richness and specific diversity. Multivariate analyses revealed consistent groups of samples and species. Non-metric Multidimensional Scaling (nMDS) enabled visualization of a possible spatial variation of algae community both in terms of species and groups coverage, being corroborated by PERMANOVA tests which detected differences between locations ( $p < 0.05$ ). An association of species, mainly filamentous ones, was detected in Imboassica Island. The characteristic exclusive species of this association were: *Diplothamnion tetrastichum* A.B.Joly & Yamaguishi, *Dohrniella antillara* var. *brasiliensis* A.B.Joly & Ugadim, *Herposiphonia secunda* (C.Agardh) Ambronn, *Lophocladia trichocladus* (C.Agardh) J.Agardh, *Neosiphonia flaccidissima* (Hollenberg) M.S.Kim & I.K.Lee, *Padina gymnospora* (Kützing) Sonder, *Polysiphonia howei* Hollenberg and *Spyridia hypnoides* (Bory de Saint-Vincent) Papenfuss. This study enables to consider these islands as rich, reinforcing the necessity of assessing the biodiversity in the Marine Protected Area for an effective conservation at natural resources scale.



**KEYWORDS:** Algae; Subtidal; Association; Spatial variation.

## INTRODUÇÃO

A escola europeia de Zurich-Montpellier foi o berço da fitossociologia terrestre que teve como principal representante o botânico suíço Braun-Blanquet (1932). Nos anos seguintes, esta abordagem foi difundida para o ambiente marinho, sendo adequadamente aplicada nas comunidades algáceas marinhas, destacando-se o trabalho de Molinier (1960) (apud Villaça et al. 2008). No Brasil, a partir da década de 80, iniciam-se os estudos fitossociológicos com Yoneshigue & Valentin (1988 e 1992), Ribeiro et al. (2008) e Villaça et al. (2008).

Para comunidades de macroalgas, a fitossociologia utiliza-se da técnica do relevé, que consiste na coleta completa de toda a vegetação contida em uma área determinada, por meio de uma raspagem integral do substrato, destacando a importância dos estratos. Este método fundamenta-se inicialmente num estudo analítico que acompanhado de um estudo de síntese fornece a definição de uma associação na área estudada (Yoneshigue & Valentin 1988). Deste modo, esta metodologia se faz rigorosa e detalhista, pois é capaz de caracterizar, com maior abrangência, a estrutura de comunidades de macroalgas e, assim, ajudar no mapeamento e na descrição das mesmas para comparações com estudos futuros (Villaça et al. 2008).

A relevância de se estudar as macroalgas reside no seu papel funcional dentro do ecossistema, pois participam da produção primária e ciclagem de nutrientes, fornecendo energia para os níveis tróficos superiores. O seu estabelecimento junto ao substrato rochoso contribui ainda com o incremento da complexidade estrutural do ambiente, proporcionando habitat,

disponibilidade de alimento e proteção contra predadores para uma ampla variedade de organismos (Gee & Warwick 1994). Assim, as macroalgas são, particularmente, de grande utilidade em estudos de padrões de diversidade, planejamentos de conservação e sustentabilidade de recursos costeiros (John & Lawson 1997).

A flora de macroalgas do Brasil contém aproximadamente 642 espécies (Horta et al. 2001), sendo que o Estado do Rio de Janeiro apresenta 411 táxons, e na BIG existem registros de 212 táxons, segundo Figueiredo & Tâmega (2007). A Baía da Ilha Grande recebeu estudos localizados, principalmente, em função da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) (Pedrini et al. 1994; Széchy & Nassar 2005) e do Terminal de Petróleo (TEBIG) (Brito et al. 2002). Além desses, os estudos de macroalgas envolveram a Ilha Grande (Falcão et al. 1992), o Município de Paraty (Figueiredo et al. 2004) e a Enseada de Jacuacanga (Falcão & Széchy 2005). No entanto, o Projeto RAP Ilha Grande, através do trabalho de Figueiredo & Tâmega (2007), conseguiu cobrir áreas representativas da região, incluindo um rochedo (Rochedo de São Pedro) e quatro ilhas (Búzios, Comprida, Pingo D'Água e Queimada Grande) da ESEC Tamoios.

Historicamente, o conhecimento da flora marinha bentônica brasileira refere-se, num primeiro momento, às amostragens realizadas na zona entremarés, enquanto que as macroalgas localizadas na zona infralitoral foram relativamente pouco estudadas, até recentemente (Horta 2000). Esta negligência se deve à maior dificuldade de acesso às regiões abaixo da linha de maré, dependência do mergulho autônomo e por implicar em maiores gastos financeiros e de tempo. Todavia, os estudos sobre a descrição de

comunidades de macroalgas do infralitoral vêm se intensificando (e.g. Amado Filho et al. 2003 e 2006; Figueiredo et al. 2004; Széchy et al. 2005; Figueiredo & Tâmega 2007; Horta et al. 2008; Marins et al. 2008; Villaça et al. 2008; Reis 2009). Isto se torna imprescindível visto que os impactos ecológicos oriundos da sobrepesca, as ameaças à biodiversidade marinha e medidas conservacionistas de ambientes marinhos irão ocorrer principalmente em habitats abaixo das linhas de marés (Steneck & Carlton 2000).

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral**

Através de uma abordagem fitossociológica realizar a descrição de comunidades de macroalgas, do infralitoral raso, de duas ilhas (Imboassica e Búzios Pequena) pertencentes à Estação Ecológica de Tamoios, Baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro.

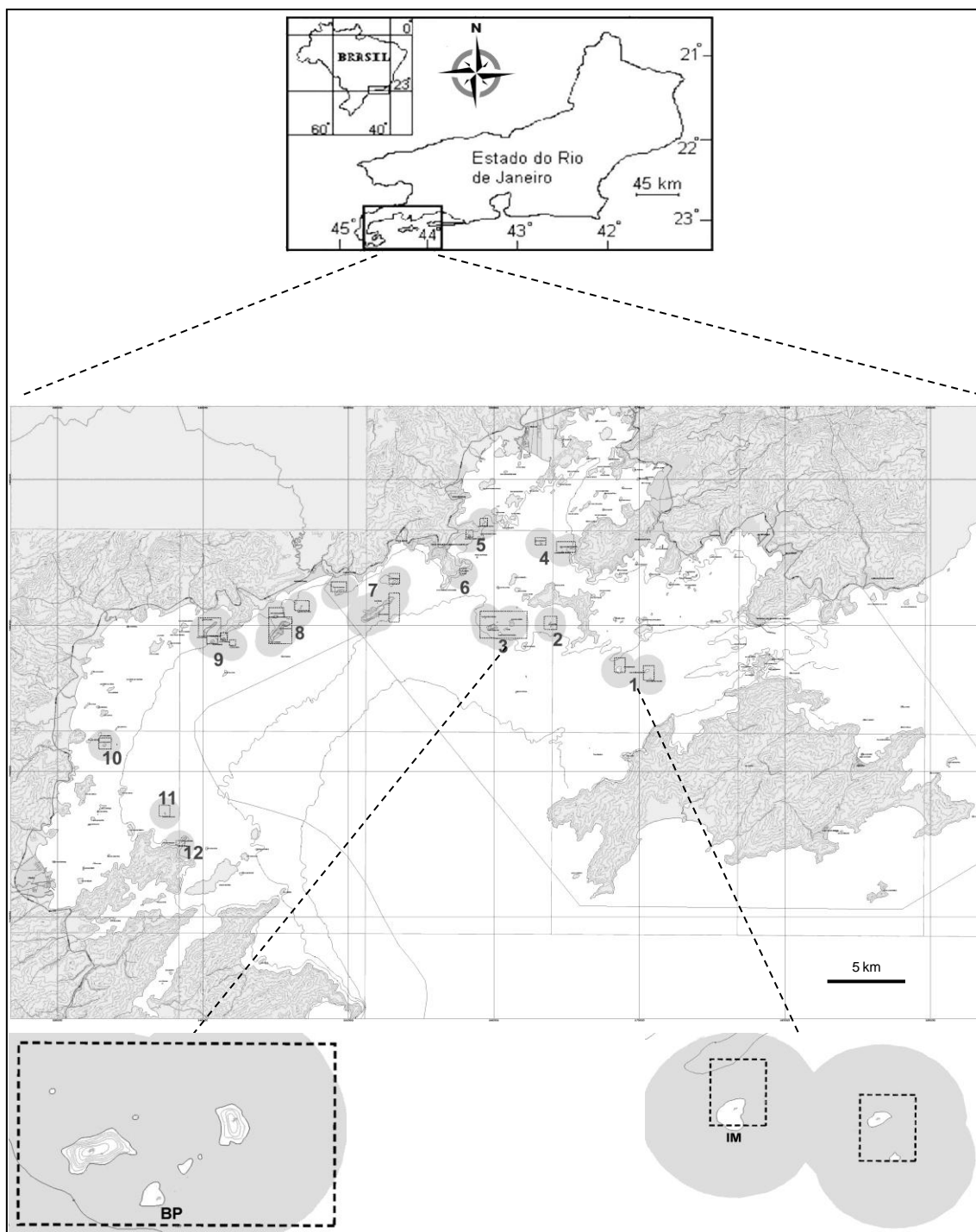
### **Objetivos Específicos**

- Verificar se os locais de amostragem diferem em termos de parâmetros analíticos;
- Comparar a riqueza de espécies das duas ilhas com outras estações amostradas pelo estudo de Figueiredo & Tâmega (2007);
- Verificar se os locais de amostragem diferem em termos de recobrimento de espécies e grupos morfológicos de macroalgas;
- Apontar possíveis associações de macroalgas existentes no local de estudo.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Área de Estudo**

O estudo fitossociológico foi realizado em duas ilhas: Imboassica e Búzios Pequena, pertencentes à Estação Ecológica de Tamoios, Baía da Ilha Grande, Estado do Rio de Janeiro (Figura 1). Em cada ilha foram amostrados dois locais. Estes locais foram selecionados aleatoriamente distribuindo dez pontos ao longo das ilhas e sorteando as mesmas (Figura 2).



**Figura1:** Mapa do Brasil, do Rio de Janeiro, destacando a localização da Estação Ecológica de Tamoios, composta por 12 blocos de ilhas (modificado de Brasil 2006), e respectivas estações amostradas pela técnica de fitossociologia: (IM) Imboassica e (BP) Búzios Pequena.



**Figura 2:** Ilhas Imboassica e Búzios Pequena, mostrando os locais selecionados para amostragem: IMa e IMb pertencentes à Imboassica; BPc e BPd pertencentes à Búzios Pequena.



## Amostragem

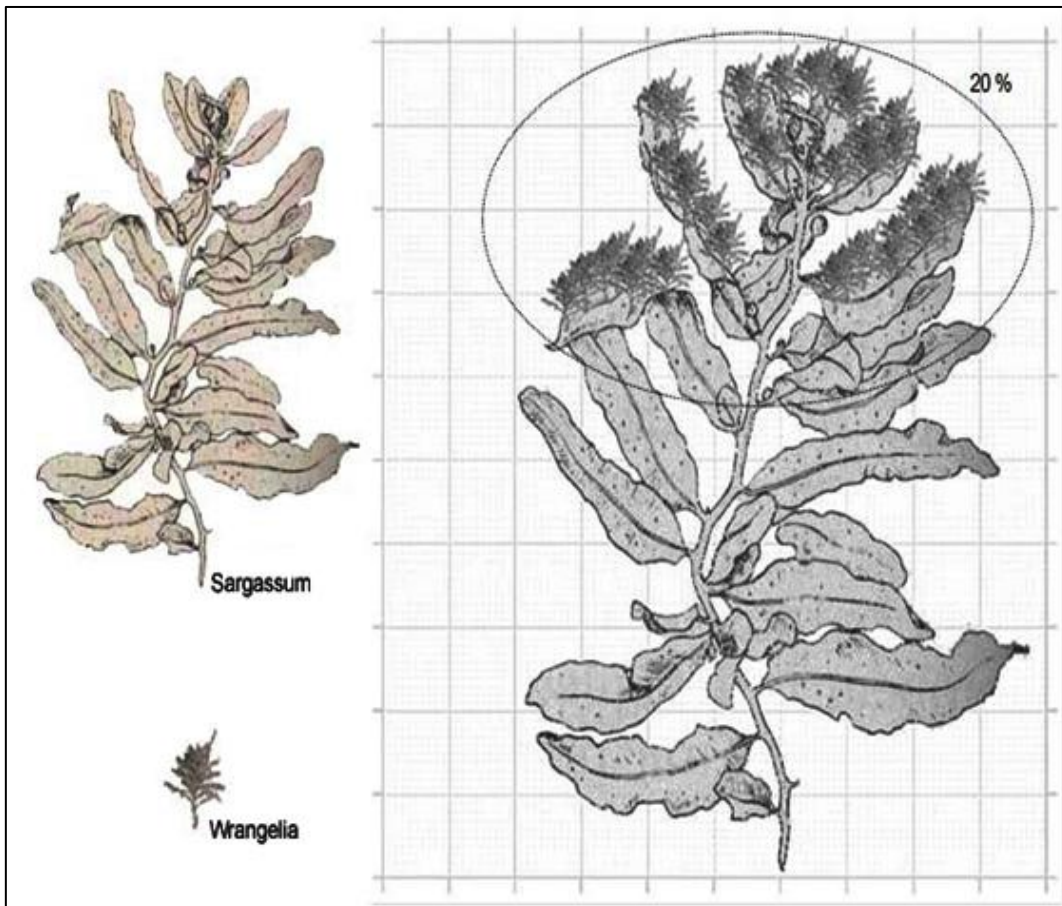
Foi empregada a metodologia de raspagem de quadrados (= “relevés”). Em cada local, foram obtidas três unidades amostrais, e as amostragens foram realizadas ao longo de transecções de 10 m dispostas paralelas à linha de costa, em uma única faixa de profundidade (2–4m), caracterizada por populações de macroalgas. As unidades amostrais foram representadas por quadrados dispostos aleatoriamente, que serviram para delimitar a área de raspagem. Neste estudo, as unidades amostrais serão referidas como parcelas, tradução aproximada de “relevés” originalmente utilizado na língua francesa. Foi analisado um total de 12 parcelas fitossociológicas (três parcelas x quatro locais). Embora não tenha sido testada área mínima, foram utilizados quadrados de dimensão de 30x30 cm, pois foi adotada a mesma dimensão usada, atualmente, pela pesquisadora Maria Teresa Menezes de Széchy na região da BIG (comunicação pessoal). A justificativa, segundo a referida pesquisadora, seria de que essa dimensão seria adequada para coletar as espécies do gênero *Sargassum* as quais, geralmente, desenvolvem um maior porte nas comunidades de macroalgas na região.

A coleta do material em campo foi feita através de mergulho autônomo, com auxílio de talhadeira para raspagem integral do substrato. O material raspado da rocha foi acondicionado em sacos de nylon, com ajuda de outro mergulhador. Este material coletado foi armazenado em isopor contendo gelo e conduzido ao Laboratório de Ecologia Bêntica da Universidade Federal Fluminense (UFF), sendo imediatamente fixado em solução de formaldeído em água do mar a 4%, no mesmo dia da coleta. As algas calcárias incrustantes

não foram incluídas na coleta e também não foram quantificadas no campo, devido à dificuldade de raspar esse material incrustante e restrição do tempo de ar no cilindro durante o mergulho.

### **Etapa de Laboratório**

Posteriormente, este material biológico coletado foi minuciosamente triado utilizando microscópio estereoscópico. O recobrimento das espécies foi estimado pela projeção horizontal de cada espécie sobre uma cartolina de 30x30 cm, subdividida em 100 quadrados e imersa em uma bacia com água. As espécies de algas calcárias articuladas foram quantificadas com um único valor e, em seguida, esse foi dividido entre as mesmas. As epífitas mais abundantes e difíceis de separar da alga hospedeira receberam um valor proporcional ao recobrimento da última (Figura 3). As espécies que apresentavam proporções ínfimas de recobrimento e/ou que foram encontradas uma única vez na parcela receberam o valor arbitrário de 0.05%.



**Figura 3:** Desenho que exemplifica a porcentagem proporcional da epífita em relação ao hospedeiro (hospedeiro: *Sargassum*; epífita: *Wrangelia*) (figuras de Joly 1967).

Os parâmetros fitossociológicos empregados foram os analíticos e sintéticos baseados em Villaça et al. (2008).

(i) Para os parâmetros analíticos foram calculados:

- Número total de espécies (Nt) – n<sup>o</sup> de espécies presentes em uma parcela.
- Recobrimento (Ri) - porcentagem aproximada da superfície do substrato coberto pela espécie “i”;
- Recobrimento total (Rt) –  $\sum R_i$  de todas as espécies de uma parcela.
- Coeficiente (CG) e Densidade de Reprodução (DG) – para cada espécie são anotadas a presença de órgãos de reprodução e sua natureza, assim como uma apreciação de sua abundância. Por definição, a

fertilidade ( $G_i$ ) de cada espécie é: 0 = ausência; 1 = órgãos muito raros; 3 = raros; 6 = comuns e 10 = muito comuns. Segundo Valentin (2000), estes dados representam variáveis semiquantitativas, codificadas por meio de valores inteiros crescentes, já que há impossibilidade de se medir com precisão a variável.

Para cada parcela, calcula-se:

Coeficiente de Reprodução:  $CG = \sum (G_i \times R_i)$

Densidade de Reprodução:  $DG = CG/R_t$

- Diversidade de Shannon ( $H'$ ) – utiliza-se da fórmula adaptada por Yoneshigue (1985) a partir do índice de Shannon-Weaver:

$$H' = - \sum ((R_i/R_t) \log_2 (R_i/R_t))$$

- Equitabilidade ( $J'$ ) – estimado pela relação entre a Diversidade observada ( $H'$ ) e a Diversidade máxima:  $J' = H' / H_{max}$ , onde  $H_{max}$  é o logaritmo do número de espécies presentes ( $\log_2 N_t$ ).

(ii) Para os parâmetros sintéticos foram calculados:

- Frequência ( $F$ ) - Percentagem de parcelas nas quais a espécie 'i' está presente;
- Recobrimento médio ( $R_m$ ) - média de recobrimentos de uma espécie num grupo de parcelas.

## **Aspectos Taxonômicos**

Para identificação das algas, foi analisada a morfologia interna e externa, com o auxílio de microscópio óptico e de microscópio estereoscópico, respectivamente. Para a observação das estruturas internas foram realizados cortes transversais e longitudinais, com auxílio de lâminas de barbear, à mão livre. Em seguida, a identificação de espécies foi baseada em literatura especializada de taxonomia de algas tanto nacional como internacional (Joly 1957, 1965 e 1967; Cordeiro-Marino 1972 e 1978; Yoneshigue-Valentin 1985; Schneider & Searles 1991; Littler & Littler 2000; Dawes & Mathieson 2008) e em trabalhos de revisão de grupos taxonômicos (Oliveira Filho 1969; Paula 1988; Bula-Meyer 1997; Crispino 2000; Barreto & Yoneshigue-Valentin 2001; Guimarães et al. 2004; Bacci 2005; Cassano 2009). A base do sistema de nomenclatura foi a utilizado por Guiry & Guiry (2012). Para autoridade dos táxons, ver Tabela I. A documentação de algumas espécies (vistas superficiais, cortes histológicos e órgãos de reprodução) foi feita através de fotografias, utilizando-se máquina digital acoplada ao microscópio óptico, sendo a escala micrométrica colocada através do programa AxioVision (ver 1º Apêndice).

## **Grupos Morfológicos**

São baseados em espécies que têm as mesmas características morfológicas e anatômicas. Estes grupos morfológicos, em determinados casos, correspondem às mesmas características ecológicas, o que produz uma resposta fisiológica similar ao meio circundante como, por exemplo, para a

produtividade e os distúrbios (Steneck & Dethier 1994). As espécies foram subdivididas em cinco grupos morfológicos, sendo estes: coriáceas, corticadas, filamentosas, foliáceas corticadas e calcárias articuladas.

### **Associação**

É diagnosticada fundamentalmente pelas espécies características que podem ser de três tipos: exclusivas (estritamente limitadas a uma comunidade); seletivas (podendo se encontrar raramente em algumas comunidades, porém tendo um ótimo em uma determinada comunidade); ou preferenciais (encontradas em diversas comunidades, porém mantendo um ótimo dentro de uma delas) (Braun-Blanquet 1932).

### **Tratamento de Dados**

No estudo fitossociológico, os dados quantitativos representavam os valores de abundância referentes à percentagem de recobrimento, os semiquantitativos à fertilidade e os dados qualitativos são referentes à presença e ausência das espécies. Sendo assim, tabelas de abundância e presença e ausência das espécies em cada parcela foram estabelecidas para comparação dentro de cada local de coleta e entre as mesmas.

## Análises Univariadas

Para verificar as diferenças entre os parâmetros analíticos em função dos locais, foram realizadas Análises de Variância Simples, respeitando as premissas, normalidade e homocedasticidade, para este tipo de análise (Underwood 1997). Para dados que não atenderam às premissas, mesmo após as transformações, foi realizado o teste não paramétrico (Kruskal-Wallis). Como teste a posteriori, foi utilizado o teste de Tukey, para indicar os responsáveis pelas diferenças significativas obtidas (Morin & Findlay 2001). Em ambos os casos foi utilizado o programa Statistica 7.0 (Statsoft) para procedimento das análises.

É importante ressaltar que, para o número total de espécies, a premissa normalidade não foi atendida mesmo após as transformações. Quando realizada uma ANOVA sem atender às premissas, aumenta-se a probabilidade de erro do Tipo I (rejeitar  $H_0$  sendo esta verdadeira), acima do valor tabelado de  $\alpha=0.05$ , por isso também foi utilizada uma análise não paramétrica para ver se foi rejeitada também a  $H_0$  (hipótese nula). Logo, se a análise não paramétrica detectou o efeito, quer dizer que o não atendimento das premissas não foi o que gerou um resultado significativo. Resumindo, os resultados foram iguais, o efeito é significativo, então, se usa ANOVA por ser mais robusta (Underwood 1997).

## **Análises Multivariadas**

Para realização das análises estatísticas multivariadas, as espécies com frequência menor que 10% foram excluídas, pois segundo Valentin (2000), estas espécies raras aumentam o número de pares de dados nulos, provocando uma falsa semelhança entre as amostras. E os dados de abundância foram transformados pela equação do arco seno. Segue as análises realizadas:

(i) A rotina de cálculo SIMPER (“Similarity Percentages”) foi utilizada para avaliar as principais espécies responsáveis pela similaridade dentro dos locais e a dissimilaridade entre os mesmos (Clarke 1993);

(ii) Análise de Ordenação Multidimensional Não Métrica (= “Nonmetric Multidimensional Scaling” – nMDS) com a finalidade de ordenar os objetos (amostras) em espaço multidimensional reduzido, preservando somente a ordem das interrelações entre objetos (Valentin 2000);

(iii) Análise de Agrupamento para buscar associar espécies em comunidades (descritores, Modo R). O agrupamento foi montado com base em matrizes de presença e ausência, usando similaridade de Bray-Curtis. O algoritmo utilizado foi o UPGMA (Método pela Associação Média), onde a espécie era atribuída ao grupo no qual ele tem a maior similaridade média (Valentin 2000). Nos três casos (i, ii e iii), foi utilizado o programa Primer 6.0 (Clarke & Gorley 2006).

(iv) Análise Fatorial de Correspondência (AFC) com o intuito de ordenar as espécies e as amostras simultaneamente num plano cartesiano, permitindo examinar as relações entre amostras e espécies a partir de uma única análise



(Valentin 2000). Neste caso, o programa PAST (Hammer et al. 2001) foi utilizado.

(v) Análise de Variância Multivariada por Permutação (PERMANOVA) foi utilizado para testar a hipótese de que a assembleia de macroalgas difere entre locais, considerando cada local de amostragem como um único fator apresentando três réplicas ( $n=3$ ). Esta análise é usada para testar simultaneamente a resposta de uma ou mais variáveis dentro de um ou mais fatores, na base de qualquer medida de distância, utilizando métodos de permutação, na qual a matriz inclui a grupos e  $n$  unidades de observações (por grupo), na mesma maneira de uma simples Análise de Variância (Anderson 2005). Para esta análise, foi utilizada a matriz de similaridade de Bray-Curtis e foram computadas 9999 permutações.

## RESULTADOS

### Aspectos Quali/Quantitativos da Flora

Em 12 parcelas fitossociológicas, foram identificados 49 táxons, 43 espécies (três de identificação duvidosa), 37 gêneros, 19 famílias e 13 ordens (Tabela I e II), sendo 35 táxons pertencentes à classe Rhodophyceae (72%), 7 à classe Phaeophyceae (14%) e 7 à classe Chlorophyceae (14%). A classe Rhodophyceae sempre apresentou um maior número de táxons dentro dos locais estudados, seguida de, Phaeophyceae e Chlorophyceae. Em um local de Imboassica (IMa), não foram encontrados táxons pertencentes à Classe Chlorophyceae. As ordens mais representativas foram Bryopsidales entre as Chlorophyceae, Dicyotales entre as Phaeophyceae e Ceramiales entre as Rhodophyceae (Tabela II).

Os táxons que estavam presentes em todas as parcelas, sendo as espécies mais frequentes foram: *Aglaothamnion cordatum*, *Amphiroa fragilissima*, *Asparagopsis taxiformis*, *Centroceras clavulatum*, *Ceramium flaccidum*, *Ceramium vagans*, *Champia compressa*, *Dictyopteris delicatula*, *Hypnea spinella*, *Jania adhaerens*, *Jania capillacea*, *Sargassum vulgare* e *Wrangelia argus* (Tabela I). Além das espécies mais frequentes, as algas: *Dasya* sp., *Dictyota* sp., Gelidiales, *Gelidiopsis gracilis*, *Herposiphonia secunda* f. *tenella*, *Lomentaria mauritiana* e *Neosiphonia gorgoniae*, foram comuns a todos os locais de amostragem (40.8% dos 49 táxons). Ademais, foi possível notar que, um local de Imboassica (IMb) apresentou 13 táxons exclusivos (26.5% dos 49 táxons), sendo estes: *Boodlea composita*, *Ceramium comptum*, *Ceramium*

*tenerrimum*, *Codium* sp., *Dictyota ciliolata*, *Diplothamnion tetrastichum*, *Dohrniella antillara* var. *brasiliensis*, *Herposiphonia secunda*, *Lophocladia trichoclados*, *Neosiphonia flaccidissima*, *Padina gymnospora*, *Polysiphonia howei* e *Spyridia hypnoides* (Tabela II). A percentagem de espécies férteis, durante o período de estudo, corresponde a 41% dos 49 táxons. Não foram encontradas espécies de clorofíceas férteis. A fase esporofítica representa 73% dos táxons férteis. As plantas femininas foram mais frequentes (19%) do que as masculinas (8%) (Tabela I).

Com relação aos aspectos quantitativos, as espécies que apresentaram maior recobrimento médio foram *S. vulgare* (57,3%), *H. spinella* (11,3%), *Laurencia dendroidea* (9,8%), *Dictyota* sp. (9,7%), *C. flaccidum* (6,8%), *G. gracilis* (6,8%), *A. taxiformis* (6,3%) (Tabela I). Sendo que a percentagem de cobertura das algas *H. spinella*, *Dictyota* sp e *G. gracilis* variaram suas proporções entre os locais de amostragem (Figura 4). Quando analisada em nível de grupos morfológicos, a comunidade estudada apresentou 59% dos táxons como filamentosos, sendo qualitativamente o grupo mais importante. A figura 5 mostra a composição percentual dos táxons em função dos grupos morfológicos. Em termos de percentagem de recobrimento do substrato, o grupo das algas coriáceas apresentou, geralmente, maior abundância, seguida das corticadas e filamentosas, com exceção do local de Búzios Pequena (BPd). Nesta última, o grupo das corticadas foi o mais abundante, seguida das filamentosas, foliáceas corticadas, coriáceas e calcárias articuladas. Com relação aos grupos: foliáceas corticadas e calcárias articuladas; o primeiro apresentou, geralmente, maior abundância, exceto em um local de Imboassica (IMa) (Figura 6).

**Tabela I:** Lista de espécies de macroalgas com códigos utilizados para as estatísticas. Grupos morfológicos (GM): F= filamentosas, CO=corticadas, C=coriáceas, FC=foliáceas corticadas e CA= calcárias articuladas. Fertilidade: e=esporófito; gf=gametófito feminino; gm=gametófito masculino. F (%) é a frequência de ocorrência das espécies nas parcelas. RM é o recobrimento médio das espécies considerando todas as parcelas estudadas. Nomes das espécies identificadas e autores atualizados por Algaebase (<http://www.algaebase.org>). (?) Espécies de identificação duvidosa.

ESPÉCIES	Código	GM	Fertilidade	Rm	F (%)
<b>Chlorophyceae</b>					
<i>Boodlea composita</i> (Harvey) F.Brand	Bco	F	ausência	0.0	8.3
<i>Bryopsis corymbosa</i> J.Agardh	Bcy	F	ausência	0.1	25.0
<i>Bryopsis pennata</i> J.V.Lamouroux	Bpe	F	ausência	1.8	75.0
<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kützing	Cae	F	ausência	0.0	25.0
<i>Cladophora</i> sp.	Cla	F	ausência	0.0	50.0
<i>Cladophoropsis membranacea</i> (Hofman Bang ex C.Agardh) Børgesen	Cme	F	ausência	0.0	25.0
<i>Codium</i> sp.	Cod	F	ausência	0.0	8.3
<b>Phaeophyceae</b>					
<i>Dictyopteris delicatula</i> J.V.Lamouroux	Dde	FC	e	4.0	100.0
<i>Dictyota ciliolata</i> Sonder ex Kützing	Dci	FC	e	0.2	16.7
<i>Dictyota</i> sp.	Dic	FC	e	9.7	83.3
<i>Feldmannia indica</i> (Sonder) Womersley & A.Bailey	Fin	F	e	0.0	58.3
<i>Padina gymnospora</i> (Kützing) Sonder	Pgy	FC	ausência	0.4	25.0
<i>Sargassum vulgare</i> C.Agardh	Svu	C	ausência	57.3	100.0
<i>Sphacelaria tribuloides</i> Meneghini	Str	F	ausência	0.0	50.0
<b>Rhodophyceae</b>					
<i>Acanthophora spicifera</i> (M.Vahl) Børgesen	Asp	CO	ausência	0.3	16.7
<i>Aglaothamnion cordatum</i> (Børgesen) Feldmann-Mazoyer	Aco	F	e/gf	1.3	100.0
<i>Amphiroa fragilissima</i> (Linnaeus) J.V.Lamouroux	Afr	CA	ausência	4.1	100.0

ESPÉCIES	Código	GM	Fertilidade	Rm	F (%)
<i>Antithamnion cruciatum</i> (C.Agardh) Nägeli	Acr	F	ausência	0.1	25.0
<i>Asparagopsis taxiformis</i> (Delile) Trevisan de Saint-Léon	Ata	F	gf/gm	6.3	100.0
<i>Centroceras clavulatum</i> (C.Agardh) Montagne	Ccl	F	e	0.2	100.0
<i>Ceramium comptum</i> Børgesen	Cco	F	ausência	0.0	8.3
<i>Ceramium flaccidum</i> (Harvey ex Kützing) Ardissone	Cfl	F	e	6.8	100.0
<i>Ceramium tenerrimum</i> (?) (G.Martens) Okamura	Cte	F	e	0.0	8.3
<i>Ceramium vagans</i> P.C.Silva	Cva	F	e	0.2	100.0
<i>Champia compressa</i> Harvey	Ccp	CO	e/gf	2.3	100.0
<i>Champia parvula</i> (C.Agardh) Harvey	Cpa	CO	e	0.9	41.7
<i>Chondria polyrhiza</i> F.S.Collins & Hervey	Cpo	CO	ausência	1.8	33.3
<i>Chondria</i> sp1.	Ch1	CO	e	3.5	50.0
<i>Chondria</i> sp2.	Ch2	CO	ausência	0.8	25.0
<i>Dasya</i> sp.	Das	F	ausência	1.4	83.3
<i>Diplothamnion tetrastichum</i> A.B.Joly & Yamaguishi	Dte	F	ausência	0.2	25.0
<i>Dohrnella antillara</i> var. <i>brasiliensis</i> A.B.Joly & Ugadim	Dan	F	ausência	0.0	16.7
Gelidiales	Gel	CO	ausência	3.6	91.7
<i>Gelidiopsis gracilis</i> (Kützing) Feldmann	Ggr	CO	ausência	6.8	91.7
<i>Gigartina acicularis</i> (Roth) J.V.Lamouroux	Gac	CO	ausência	1.7	75.0
<i>Herposiphonia secunda</i> (C.Agardh) Ambronn	Hse	F	ausência	0.3	25.0
<i>Herposiphonia secunda</i> f. <i>tenella</i> (C.Agardh) M.J.Wynne	Hte	F	e	0.1	75.0
<i>Hypnea spinella</i> (C. Agardh) Kützing	Hsp	CO	e/gf	11.3	100.0
<i>Jania adhaerens</i> J.V.Lamouroux	Jad	CA	ausência	4.1	100.0
<i>Jania capillacea</i> Harvey	Jca	CA	ausência	4.1	100.0

ESPÉCIES	Código	GM	Fertilidade	Rm	F (%)
<i>Laurencia dendroidea</i> (?) J.Agardh	Lde	CO	e	9.8	41.7
<i>Lomentaria mauritiana</i> Børgesen	Lma	CO	e	0.4	75.0
<i>Lophocladia trichoclados</i> (C.Agardh) J.Agardh	Ltr	F	e	1.0	25.0
<i>Neosiphonia flaccidissima</i> (Hollenberg) M.S.Kim & I.K.Lee	Nfl	F	ausência	0.1	25.0
<i>Neosiphonia gorgoniae</i> (Harvey) S.M.Guimarães & M.T.Fujii	Ngo	F	e/gf/gm	0.5	91.7
<i>Polysiphonia howei</i> (?) Hollenberg	Pho	F	ausência	0.1	16.7
<i>Spermothamnion nonatoi</i> A.B.Joly	Sno	F	ausência	1.7	75.0
<i>Spyridia hypnoides</i> (Bory de Saint-Vincent) Papenfuss	Shy	F	ausência	2.6	25.0
<i>Wrangelia argus</i> (Montagne) Montagne	War	F	e	4.9	100.0

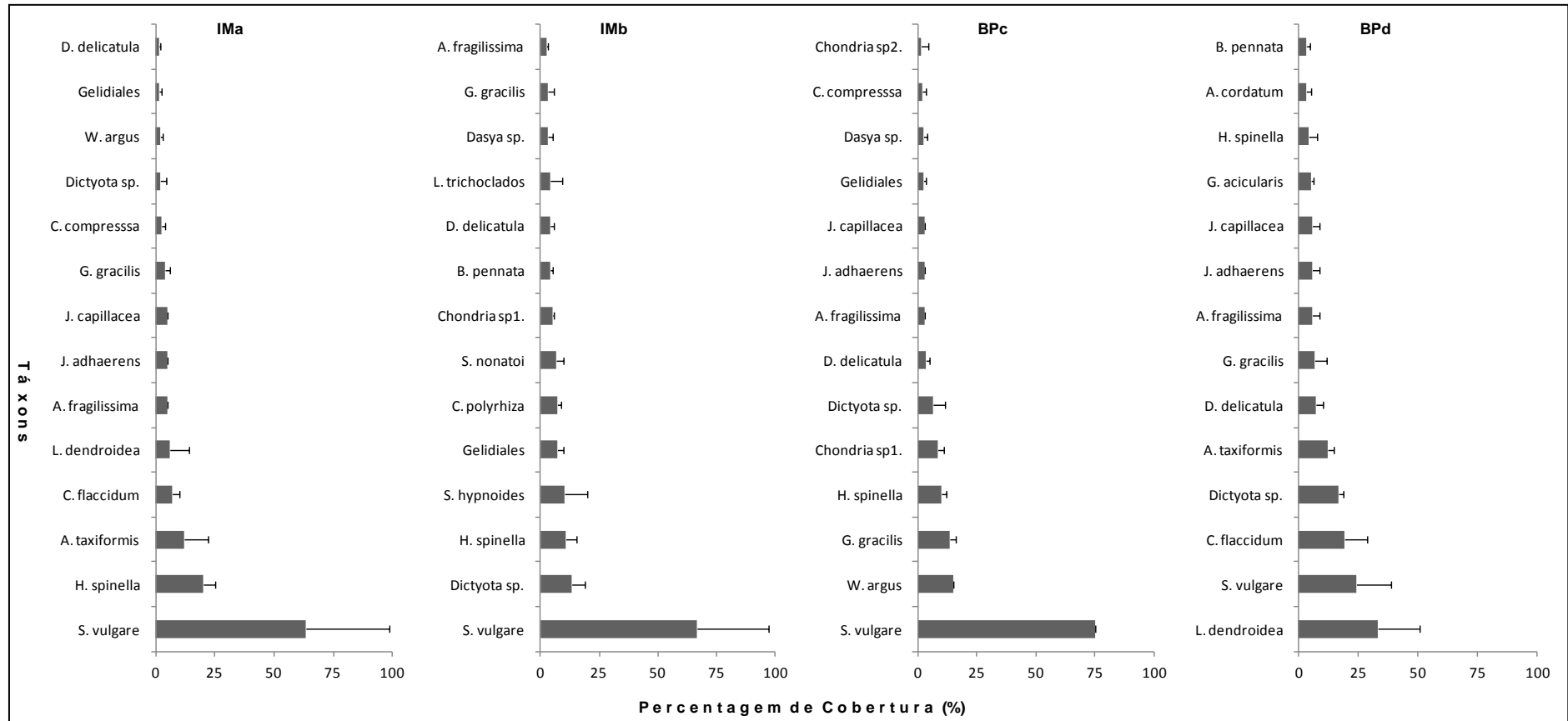
**Tabela II:** Lista de presença (+) e ausência (-) dos táxons em cada local de amostragem. Os códigos significam: IM e BP= Imboassica e Búzios Pequena, respectivamente; a, b, c e d: locais de amostragem.

Espécies	IMa	IMb	BPc	BPd
<b>CHLOROPHYCEAE (7)</b>				
<b>Cladophorales</b>				
<b>Cladophoraceae</b>				
<i>Chaetomorpha aérea</i>	-	+	+	-
<i>Cladophora</i> sp.	-	-	+	+
<b>Siphonocladales</b>				
<b>Boodleaceae</b>				
<i>Boodlea composita</i>	-	+	-	-
<i>Cladophoropsis membranacea</i>	-	+	+	-
<b>Bryopsidales</b>				
<b>Bryopsidaceae</b>				
<i>Bryopsis corymbosa</i>	-	+	-	+
<i>Bryopsis pennata</i>	-	+	+	+
<b>Codiaceae</b>				
<i>Codium</i> sp.	-	+	-	-
<b>SUBTOTAL</b>	0	6	4	3
<b>PHAEOPHYCEAE (7)</b>				
<b>Ectocarpales</b>				
<b>Acinetosporaceae</b>				
<i>Feldmania indica</i>	+	+	-	+
<b>Sphacelariales</b>				

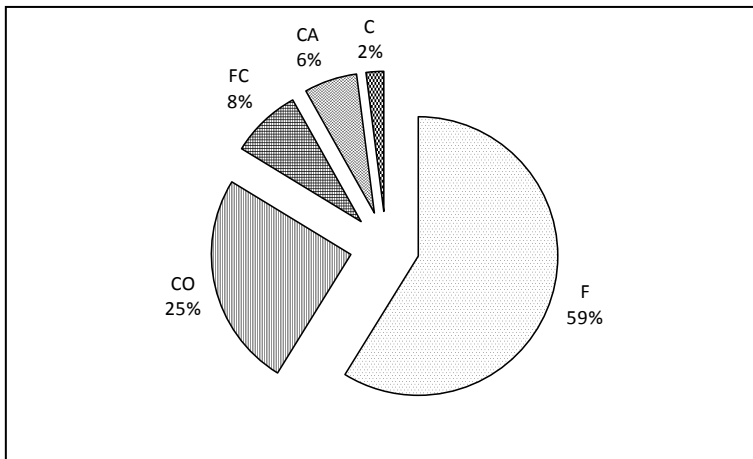
<b>Espécies</b>	<b>IMa</b>	<b>IMb</b>	<b>BPc</b>	<b>BPd</b>
<b>Sphacelariaceae</b>				
<i>Sphacelaria tribuloides</i>	-	+	+	+
<b>Dictyotales</b>				
<b>Dictyotaceae</b>				
<i>Dictyopteris delicatula</i>	+	+	+	+
<i>Dictyota ciliolata</i>	-	+	-	-
<i>Dictyota</i> sp.	+	+	+	+
<i>Padina gymnospora</i>	-	+	-	-
<b>Fucales</b>				
<b>Sargassaceae</b>				
<i>Sargassum vulgare</i>	+	+	+	+
<b>SUBTOTAL</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>RHODOPHYCEAE (35)</b>				
<b>Corallinales</b>				
<b>Corallinaceae</b>				
<i>Jania adhaerens</i>	+	+	+	+
<i>Jania capillacea</i>	+	+	+	+
<i>Amphiroa fragilissima</i>	+	+	+	+
<b>Gelidiales</b>				
<b>Bonnemaisoniales</b>				
<b>Bonnemaisoniaceae</b>				
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	+	+	+	+
<b>Gigartinales</b>				
<b>Cystocloniaceae</b>				
<i>Hypnea spinella</i>	+	+	+	+
<b>Gigartinaceae</b>				
<i>Gigartina acicularis</i>	+	+	-	+
<b>Rhodymeniales</b>				
<b>Champiaceae</b>				
<i>Champia compressa</i>	+	+	+	+
<i>Champia parvula</i>	+	+	+	-
<b>Lomentariaceae</b>				
<i>Lomentaria mauritiana</i>	+	+	+	+
<i>Gelidiopsis gracilis</i>	+	+	+	+
<b>Ceramiales</b>				
<b>Ceramiaceae</b>				
<i>Aglaothamnion cordatum</i>	+	+	+	+
<i>Antithamnion cruciatum</i>	+	-	-	+
<i>Centroceras clavulatum</i>	+	+	+	+
<i>Ceramium comptum</i>	-	+	-	-
<i>Ceramium flaccidum</i>	+	+	+	+
<i>Ceramium tenerrimum</i>	-	+	-	-
<i>Ceramium vagans</i>	+	+	+	+
<i>Dohrniella antillara</i> var. <i>brasiliensis</i>	-	+	-	-
<b>Spyridiaceae</b>				

<b>Espécies</b>	<b>IMa</b>	<b>IMb</b>	<b>BPc</b>	<b>BPd</b>
<i>Spyridia hypnoides</i>	-	+	-	-
<b>Wrangeliaceae</b>				
<i>Diplothamnion tetrastichum</i>	-	+	-	-
<i>Spermothamnion nonatoi</i>	+	+	+	-
<i>Wrangelia argus</i>	+	+	+	+
<b>Dasyaceae</b>				
<i>Dasya</i> sp.	+	+	+	+
<b>Rhodomelaceae</b>				
<i>Acantophora spicifera</i>	+	-	-	-
<i>Chondria</i> sp1.	-	+	+	-
<i>Chondria</i> sp2.	-	+	+	-
<i>Chondria polyrhiza</i>	-	+	-	+
<i>Herposiphonia secunda</i>	-	+	-	-
<i>Herposiphonia secunda</i> f. <i>tenella</i>	+	+	+	+
<i>Laurencia dendroidea</i>	+	-	-	+
<i>Lophocladia trichoclados</i>	-	+	-	-
<i>Neosiphonia flaccidissima</i>	-	+	-	-
<i>Neosiphonia gorgoniae</i>	+	+	+	+
<i>Polysiphonia howei</i>	-	+	-	-
<b>SUBTOTAL</b>	23	32	21	21
<b>TOTAL</b>	27	45	29	29

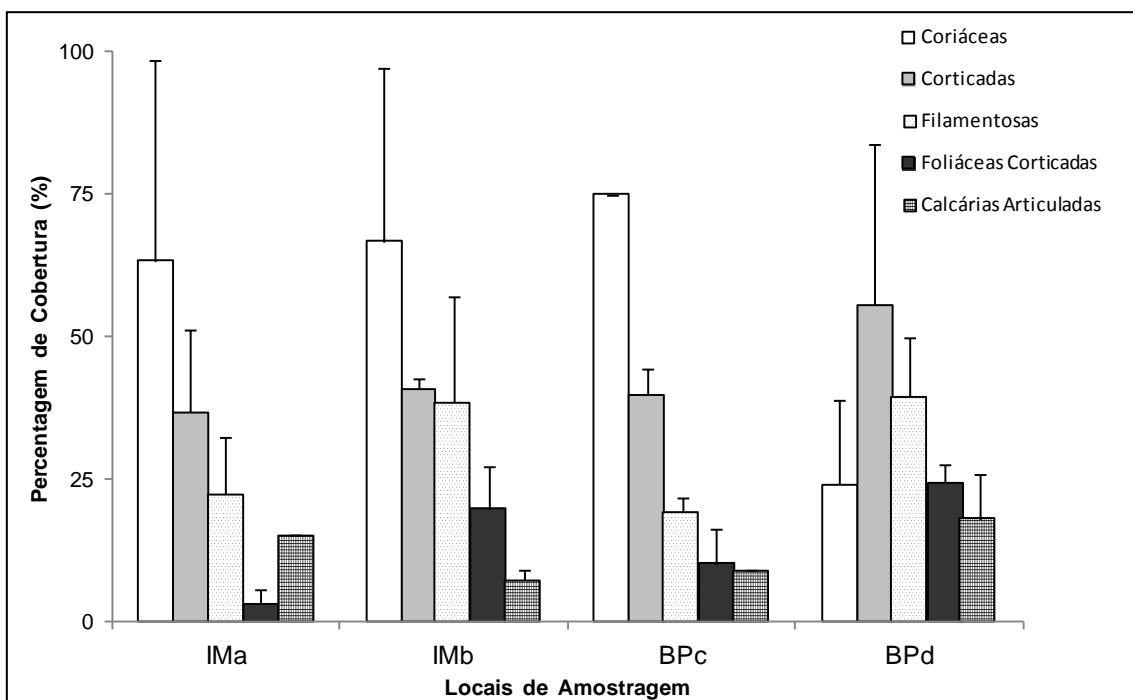




**Figura 4:** Percentagem de cobertura das 14 espécies mais abundantes em cada local de amostragem (n=3). Dados são valores de média ( $\pm$ desvio padrão). Os códigos dos locais significam: IM e BP= Imboassica e Búzios Pequena, respectivamente; a, b, c e d: locais de amostragem.



**Figura 5:** Composição percentual geral dos táxons estudados por grupo morfológico. Grupos morfológicos: F= filamentosas, CO=corticadas, C=coriáceas, FC=foliáceas corticadas e CA= calcárias articuladas.



**Figura 6:** Gráfico de abundância em função dos grupos morfológicos (n=3). Valores são dados de média ( $\pm$ desvio padrão). Os códigos significam: IM e BP= Imboassica e Búzios Pequena, respectivamente; a, b, c e d: locais de amostragem.

## Parâmetros Analíticos e Riqueza

Na tabela III, observam-se as parcelas estudadas com os respectivos parâmetros fitossociológicos calculados. O número de táxons das parcelas (Nt) variou entre 23 (IMa1 e 2) e 40 (IMb3). A média do número de táxons entre os locais foi significativamente diferente, principalmente apontada pelo local de Imboassica (IMb) ( $37.3 \pm 2.5$ ) em relação aos demais, comprovado em teste a posteriori. O recobrimento total das parcelas (Rt) variou entre 110.8 (IMa3) e 223.5 (IMb3). A média do recobrimento total entre os locais não foi significativamente diferente. A densidade de reprodução (DG) das parcelas variou entre 0.1 (BPc1, 2 e 3) e 2.9 (IMa2). A média de densidade de reprodução entre os locais foi significativamente diferente, apontada principalmente pela diferença entre o local de Imboassica (IMa) ( $1.7 \pm 1.1$ ) e Búzios Pequena (BPc) ( $0.1 \pm 0.0$ ), comprovada em teste a posteriori. O índice de diversidade ( $H'$ ) das parcelas variou entre 2.28 (IMa1) e 3.88 (IMb1). A média do índice de diversidade entre os locais foi significativamente diferente, porém não foram apontadas onde ocorreram as diferenças no teste a posteriori. O índice de uniformidade ( $J'$ ) das parcelas variou entre 0.50 (IMa1) e 0.79 (BPd2). A média do índice de uniformidade entre os locais não foi significativamente diferente (Tabelas III e IV).

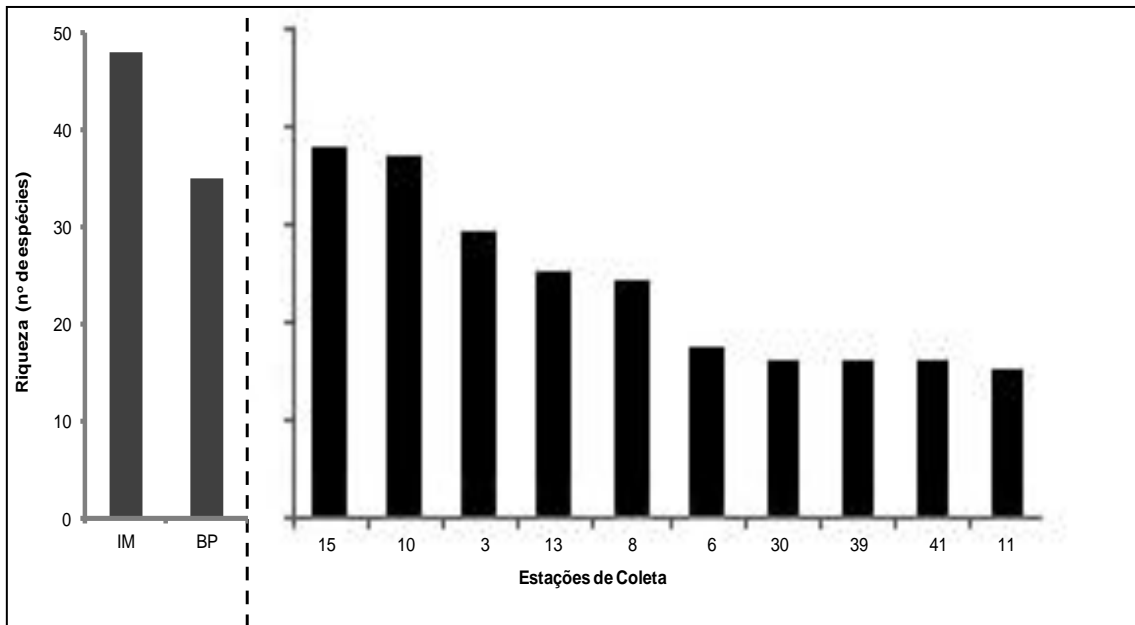
Além disso, as duas ilhas (Imboassica e Búzios Pequena) apresentaram uma riqueza elevada quando comparada com as dez estações de coleta mais ricas na Baía da Ilha Grande consideradas pelo estudo de Figueiredo & Tâmega (2007), na época de verão (Figura 7).

**Tabela III:** Parâmetros Analíticos das parcelas: Nt= número total de táxons; Rt= recobrimento total; DG= densidade de reprodução; J'= uniformidade de Pielou e H'= Diversidade de Shannon. Os códigos significam: IM e BP= Imboassica e Búzios Pequena, respectivamente; a, b, c e d: locais de amostragem; 1, 2 e 3= parcelas.

	IMa1	IMa2	IMa3	IMb1	IMb2	IMb3	BPc1	BPc2	BPc3	BPd1	BPd2	BPd3
<b>Nt</b>	23	23	24	35	37	40	27	25	27	25	26	26
<b>Rt</b>	168.4	141.8	110.8	132.2	163.3	223.5	147.1	143.6	167.9	196.5	163.4	124.5
<b>DG</b>	0.7	2.9	1.6	0.7	1.1	0.5	0.1	0.1	0.1	1.0	0.7	0.4
<b>H'</b>	2.28	2.89	3.28	3.88	3.58	3.39	2.66	2.52	3.03	3.50	3.73	3.16
<b>J'</b>	0.50	0.64	0.72	0.76	0.69	0.64	0.56	0.54	0.64	0.75	0.79	0.67

**Tabela IV:** Análise de Variância Simples (One Way ANOVA) dos parâmetros analíticos das parcelas: Nt= número total de táxons; Rt= recobrimento total; DG= densidade de reprodução; J'= uniformidade de Pielou e H'= Diversidade de Shannon. Valores em negrito indicam um efeito significativo ( $p \leq 0.05$ ) entre os locais.

	SS	DF	MS	F	P
<b>Nt</b>	351	3	117	56.16	<b>&lt;0.001</b>
<b>Rt</b>	1712	3	570.8	0.513	0.685
<b>DG</b>	2.263	3	0.754	6.274	<b>0.017</b>
<b>H'</b>	1.778	3	0.593	5.084	<b>0.029</b>
<b>J'</b>	0.046	3	0.015	2.892	0.102



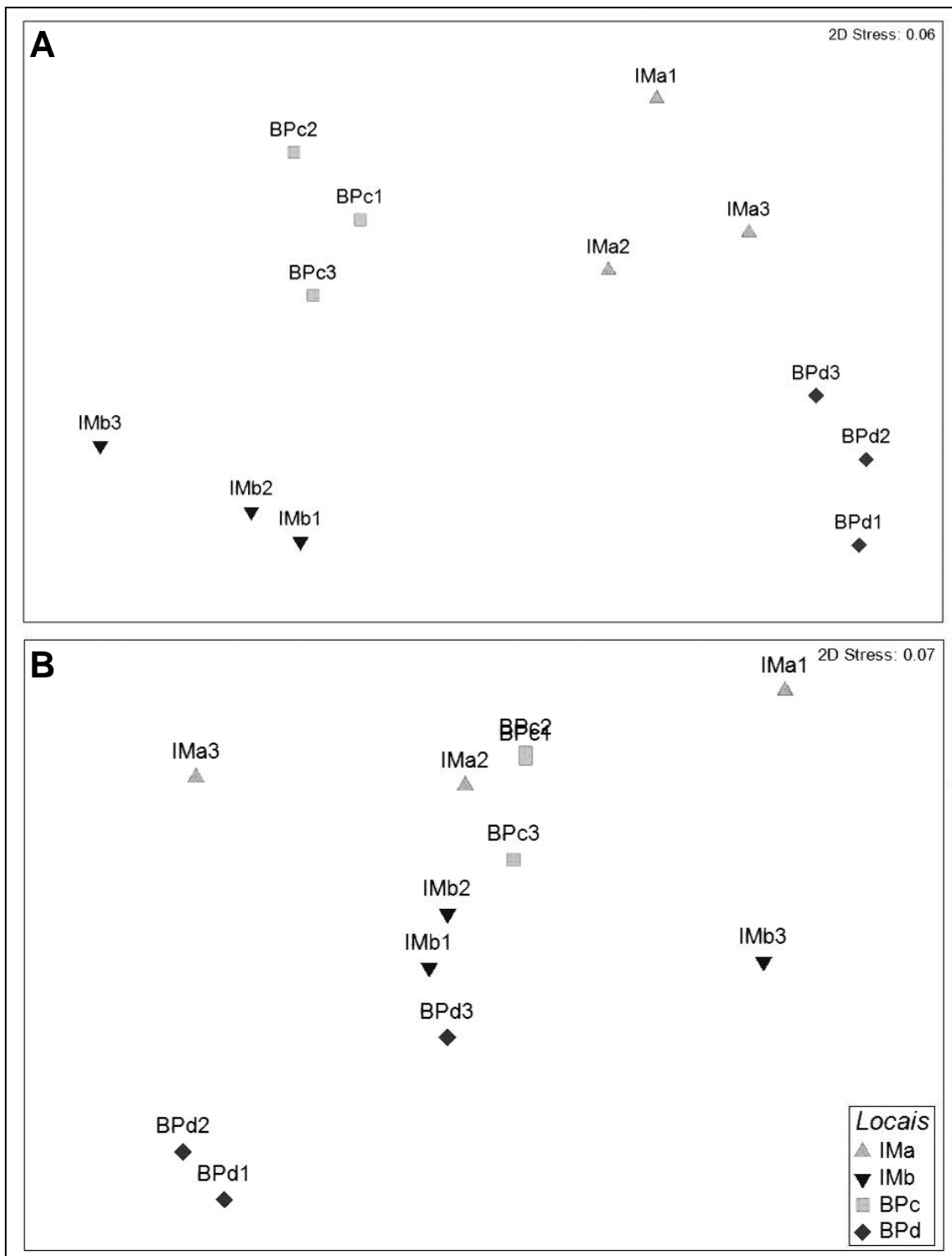
**Figura 7:** Comparação de riqueza (nº de espécies) entre as ilhas do presente estudo (barra cinza) e as dez estações de coleta mais ricas na Baía da Ilha Grande consideradas pelo estudo de Figueiredo & Tâmega (2007), na época de verão (barra escura – figura modificada). Códigos do eixo horizontal significam: IM= Imboassica; BP= Búzios Pequena; 15=Ponta Grande Timuiba, 10=Praia Vermelha, Saco da Praia Vermelha, 3=Praia Grande, Cajaíba, 13=Ponta Jurubá, Ilha do Araujo, 8=Ponta do Cedro, Ilha do Algodão, 6=Saco do Mamanguá (Ilha Maranata), 30=Ilha de Macacos, 39=Ponta Longa, Ilha Grande, 41=Ilha dos Meros, 11=Ilha da Bexiga, Baía de Parati.

## Variação Espacial

Independentemente do refinamento dos dados (espécies ou grupos morfológicos), a Análise de Ordenação Multidimensional Não Métrica (MDS) permitiu visualizar a possível existência de uma variação espacial na comunidade de macroalgas. Todavia, o tratamento dos dados em nível específico permitiu uma visualização mais clara de agrupamentos de amostras quando comparado com o nível de grupos morfológicos, ou seja, as parcelas de cada local de amostragem ficaram mais espaçadas no tratamento utilizando grupos morfológicos, enquanto que, em nível específico, fica evidente a formação de grupos de parcelas dentro dos diferentes locais (Figura 8A e B). Os testes de PERMANOVA diferenciaram os locais de amostragem tanto em termos de recobrimento de espécies como de grupos morfológicos de macroalgas (Tabela V), corroborando a Análise de Ordenação Multidimensional Não Métrica.

Pela análise de SIMPER foi observado que a similaridade para as espécies dentro dos locais variou entre 74.2% (local de Imboassica - IMA) e 88.8% (local de Búzios Pequena - BPc), enquanto que, a dissimilaridade entre os locais variou entre 35.51% (local de Imboassica - IMA x local de Búzios Pequena - BPd) e 49.55% (local de Imboassica IMb x local de Búzios Pequena - BPd). As espécies que mais contribuíram para similaridade/dissimilaridade foram: *S. vulgare* e *L. dendroidea*. Os táxons de contribuição secundária, para a similaridade dentro dos locais, foram principalmente: *H. spinella* (13.31%) - local de Imboassica – IMA; *Dictyota* sp. (6.64%), *H. spinella* (5.90%), *Chondria polyrhiza* (5.11%) e Gelidiales (5.11%) - local de Imboassica – IMb; *W. argus*

(10.21%) e *G. gracilis* (8.95%) – local de Búzios Pequena – BPc; *Dictyota* sp. (10.34%), *C. flaccidum* (9.49%) e *A. taxiformis* (8.36%) – local de Búzios Pequena – BPd. Por outro lado, para a dissimilaridade entre os locais, os táxons de contribuição secundária foram principalmente: *Dictyota* sp. (6.23%), *S. hypnoides* (6.10%), *C. polyrhiza* (5.67%) e *A. taxiformis* (5.01%) (local de Imboassica - IMa x local de Imboassica - IMb); *Chondria* sp1. (9.24%), *W. argus* (8.48%) e *A. taxiformis* (8.32%) (local de Imboassica - IMa x local de Búzios Pequena - BPc); *Dictyota* sp. (10.76%) e *H. spinella* (8.66%) (local de Imboassica - IMa x local de Búzios Pequena - BPd); *S. hypnoides* (7.64%), *C. polyrhiza* (7.09%), *W. argus* (6.66%) e *G. gracilis* (6.14%) (local de Imboassica - IMb x local de Búzios Pequena - BPc); *C. flaccidum* (6.64%), *S. hypnoides* (5.28%) e *A. taxiformis* (5.24%) (local de Imboassica - IMb x local de Búzios Pequena – BPd); *C. flaccidum* (8.84%), *W. argus* (7.48%) e *A. taxiformis* (7.23%) (local de Búzios Pequena - BPc x local de Búzios Pequena - BPd) (Tabela VI e VII).



**Figura 8:** Ordenação Multidimensional Não Métrica (MDS) entre as amostras (objetos, Modo Q). Dados são valores de abundância ( $n=3$ ), com base nos valores de recobrimento (A) por espécie e (B) por grupos morfológicos de macroalgas utilizando Similaridade de Bray-Curtis.



**Tabela V:** Análise de Variância Multivariada por Permutação (PERMANOVA), utilizando um único fator: locais de amostragem (n=3). Com base nos valores de recobrimento por espécie e por grupos morfológicos de macroalgas utilizando Similaridade de Bray-Curtis. Os valores em negrito indicam um efeito significativo ( $p \leq 0.05$ ) entre os locais. Perm=permutações; MC=permutação de Monte Carlo.

	Source	df	SS	MS	F	P(perm)	P(MC)
Recobrimento por espécie	Locais	3	6770.116	2256.705	10.7977	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>
	Residual	8	1671.982	208.9978			
	Total	11	8442.098				
Recobrimento por grupo	Locais	3	1201.323	400.441	3.1003	<b>0.017</b>	<b>0.0267</b>
	Residual	8	1033.288	129.161			
	Total	11	2234.611				

**Tabela VI:** SIMPER indicando a percentagem de contribuição das cinco espécies que mais contribuíram para a similaridade dentro dos locais de amostragem, além da similaridade média dentro dos locais. Os códigos significam: IM e BP= Imboassica e Búzios Pequena, respectivamente; a, b, c e d: locais de amostragem.

Táxons	% de Contribuição			
	Locais de Amostragem			
	IMa	IMb	BPc	BPd
<i>Amphiroa fragilissima</i>	7.14	-	-	-
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	-	-	-	8.36
<i>Ceramium flaccidum</i>	-	-	-	9.49
<i>Chondria</i> sp1.	-	-	6.98	-
<i>Chondria polyrhiza</i>	-	5.11	-	-
<i>Dictyota</i> sp.	-	6.64	-	10.34
Gelidiales	-	5.11	-	-
<i>Gelidiopsis gracilis</i>	-	-	8.95	-
<i>Hypnea spinella</i>	13.31	5.90	7.64	-
<i>Jania adhaerens</i>	7.14	-	-	-
<i>Jania capillacea</i>	7.14	-	-	-
<i>Laurencia dendroidea</i>	-	-	-	11.8
<i>Sargassum vulgare</i>	21.51	15.43	26.87	9.68
<i>Wrangelia argus</i>	-	-	10.21	-
<b>Similaridade Média</b>	<b>74.2</b>	<b>78.49</b>	<b>88.8</b>	<b>80.76</b>

**Tabela VII:** SIMPER indicando a percentagem de contribuição das cinco espécies que mais contribuíram para a dissimilaridade entre os locais de amostragem, além da dissimilaridade média entre os locais. Os códigos significam: IM e BP= Imboassica e Búzios Pequena, respectivamente; a, b, c e d: locais de amostragem.

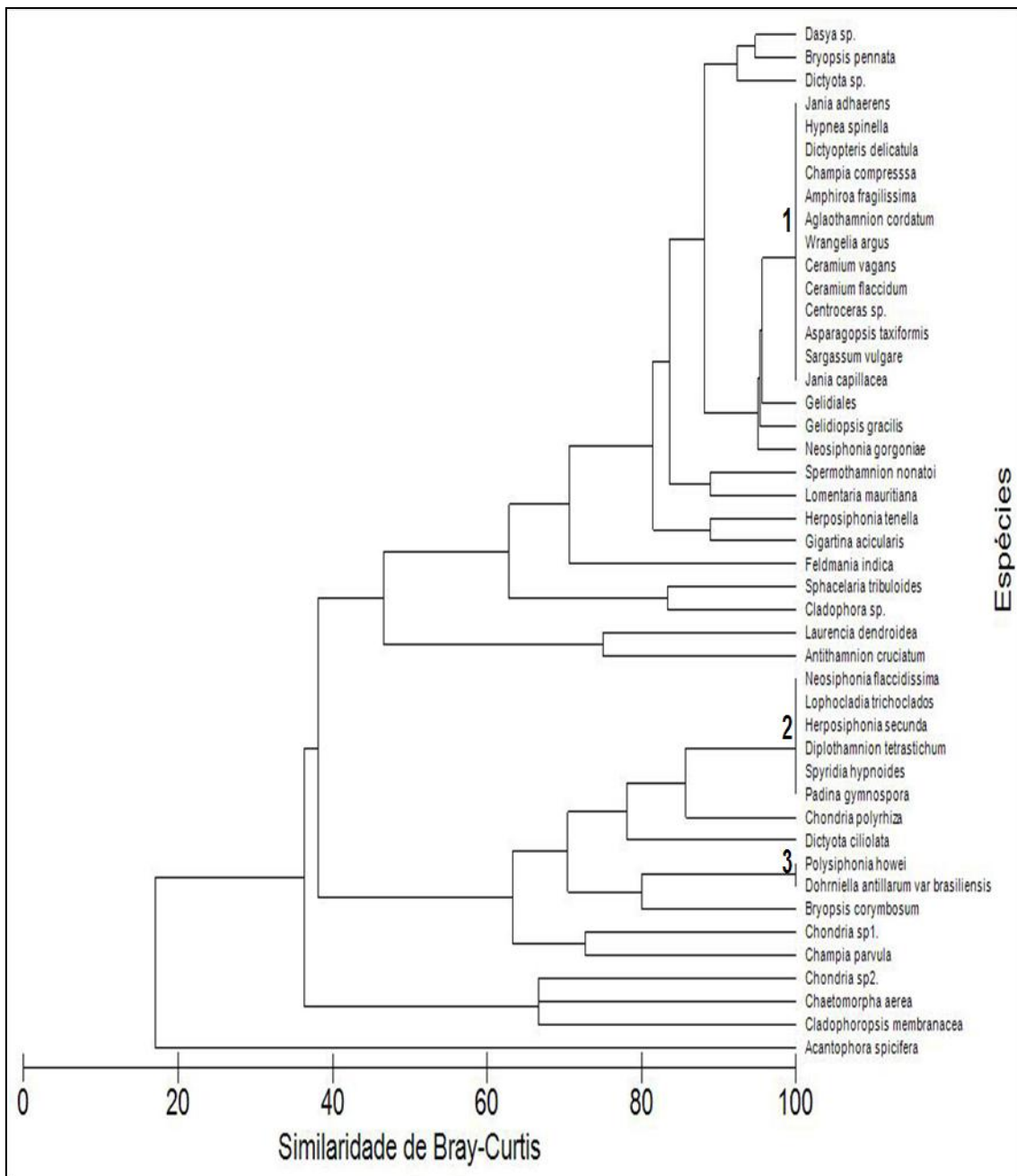
Táxons	% de Contribuição					
	Locais de Amostragem					
	IMa x IMb	IMa x BPc	IMa x BPd	IMb x BPc	IMb x BPd	BPc x BPd
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	5.01	8.32	-	-	5.24	7.23
<i>Ceramium flaccidum</i>	-	6.11	5.66	-	6.64	8.84
<i>Chondria</i> sp1.	-	9.24	-	-	-	-
<i>Chondria polyrhiza</i>	5.67	-	-	7.09	-	-
<i>Dictyota</i> sp.	6.23	-	10.76	-	-	-
<i>Gelidiopsis gracilis</i>	-	-	-	6.14	-	-
<i>Hypnea spinella</i>	-	-	8.66	-	-	-
<i>Laurencia dendroidea</i>	-	-	12.36	-	10.89	13.82
<i>Spyridia hypnoides</i>	6.10	-	-	7.64	5.28	-
<i>Sargassum vulgare</i>	8.91	11.95	16.04	9.05	9.41	12.53
<i>Wrangelia argus</i>	-	8.48	-	6.66	-	7.48
<b>Dissimilaridade Média</b>	<b>45.53</b>	<b>37.19</b>	<b>35.51</b>	<b>35.94</b>	<b>49.55</b>	<b>46.36</b>

## Associações

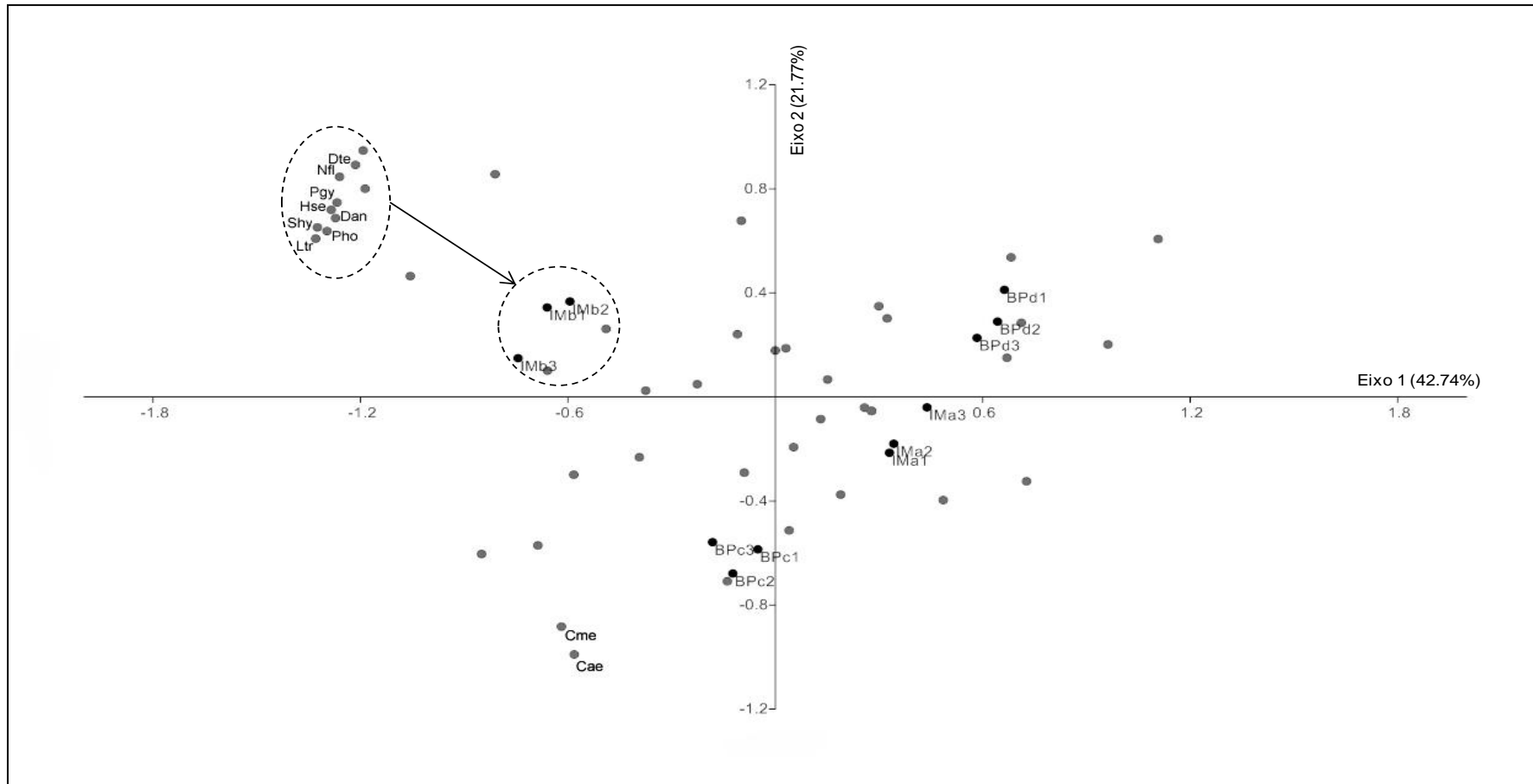
Através da Análise de Agrupamento (Figura 9) foram formados três grupos de táxons com 100% de similaridade. Sendo o primeiro grupo formado pelas espécies com 100 % de frequência nas amostras (supracitadas no subcapítulo referente aos aspectos quali/quantitativos da flora); o segundo grupo, com espécies ocorrendo em três parcelas num único local de Imboassica (IMb), sendo estas espécies: *D. tetrastichum*, *H. secunda*, *L. trichoclados*, *N. flaccidissima*, *P. gymnospora* e *S. hypnoides*. E o terceiro grupo, com espécies ocorrendo em duas parcelas, novamente num único local de Imboassica (IMb), sendo estas espécies: *D. antillara var. brasiliensis* e *P. howei*.

Na Análise Fatorial de Correspondência (AFC) (Figura 10), ficou evidente que o 1º eixo (42.74%) opõe fortemente as parcelas do local de Imboassica (IMb), no lado negativo do eixo, em relação às parcelas dos locais de Imboassica (IMa) e Búzios Pequena (BPd), no lado positivo. Em termos de espécies, *D. tetrastichum*, *D. antillara var. brasiliensis*, *H. secunda*, *L. trichoclados*, *N. flaccidissima*, *P. gymnospora*, *P. howei* e *S. hypnoides* foram as principais responsáveis por puxar o 1º eixo negativamente, e também se ordenaram próximos no eixo cartesiano, formando um agrupamento consistente de espécies (assim como observado pela Análise de Agrupamento, vide Figura 9). O 2º eixo (21,77%) opõe as parcelas do local de Búzios Pequena (BPc), no lado negativo, em relação às parcelas dos locais de Imboassica (IMb) e Búzios Pequena (BPd), no lado positivo. Com relação às espécies, as principais responsáveis por puxar o 2º eixo negativamente foram: *Chaetomorpha aerea* e *Cladophoropsis membranacea*. Em suma, o 1º eixo

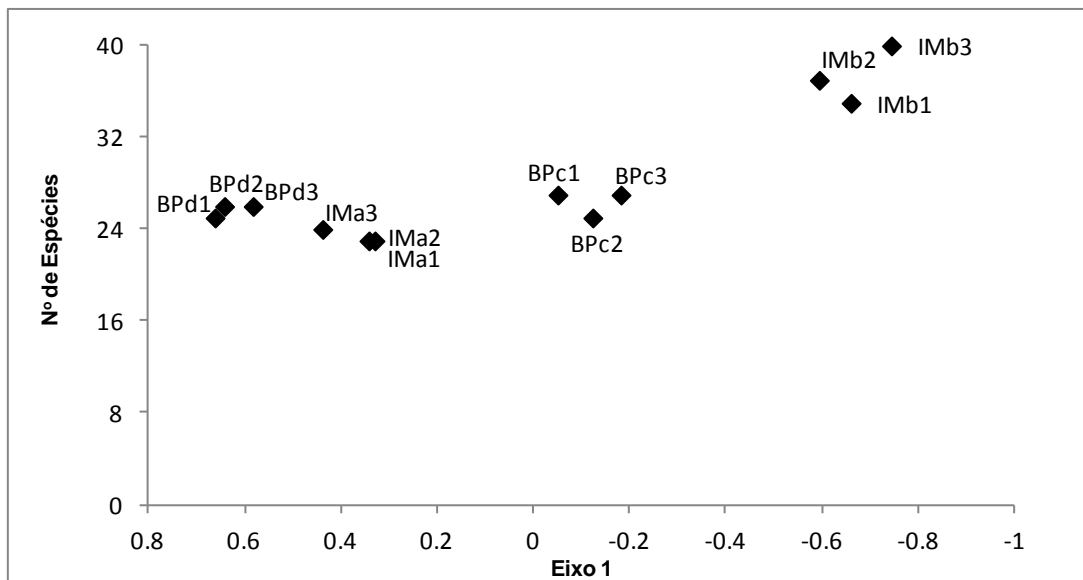
separou as amostras em função da riqueza de espécies, enquanto que o 2º eixo não ficou evidente a explicação da separação. Um gráfico suplementar do 1º eixo em função do número de espécies claramente demonstra essa ordenação das amostras em função da riqueza (Figura 11). As amostras mais pobres em espécies apresentam pontuações positivas no 1º eixo do Plano Fatorial, e se opõem às parcelas ricas com pontuações negativas. Logo, através de AFC foi possível notar a construção de uma associação de espécies exclusivas, sendo essas: *D. tetrastichum*, *D. antillara var. brasiliensis*, *H. secunda*, *L. trichoclados*, *N. flaccidissima*, *P. gymnospora*, *P. howei* e *S. hypnoides*, pertencentes ao local de Imboassica (IMb), que pode ser explicada pela ordenação das amostras no 1º eixo (42.74%) em função da riqueza de espécies.



**Figura 9:** Análise de Agrupamento entre as espécies (descritores, Modo R). Dados são valores de presença e ausência utilizando Similaridade de Bray-Curtis, e algoritmo UPGMA (Método pela Associação Média).



**Figura 10:** Análise Fatorial de Correspondência (AFC) utilizando dados de abundância. Os códigos das amostras significam: IM e BP= Imboassica e Búzios Pequena, respectivamente; a, b, c e d: locais de amostragem; 1, 2 e 3= parcelas. Os códigos das espécies significam: Cae= *Chaetomorpha aerea*; Cme= *Cladophoropsis membranacea*; Dan= *Dohrniella antillara var. brasiliensis*; Dte= *Diplothamnion tetrastichum*; Hse= *Herposiphonia secunda*; Ltr= *Lophocladia trichoclados*; Nfl= *Neosiphonia flaccidissima*; Pgy= *Padina gymnospora*; Pho= *Polysiphonia howei*; Shy= *Spyridia hypnoides*.



**Figura 11:** Relação entre riqueza de espécies e os valores das amostras no 1º eixo do Plano Fatorial.



## DISCUSSÃO

A flora ficológica da área estudada representa 23% dos 212 táxons presentes na Baía da Ilha Grande, segundo Figueiredo & Tâmega (2007); e está de acordo com o observado anteriormente para a BIG, onde a Ordem Ceramiales foi a mais representativa qualitativamente (Falcão et al. 1992; Brito et al. 2002). Este fato pode ser relacionado ao predomínio do grupo morfológico das filamentosas nesta ordem, juntamente com o seu predomínio na área de estudo. As algas filamentosas, em geral, apresentam pequena dimensão do talo, rápido crescimento e ciclo de vida curto, possuindo maiores oportunidades de colonizar ambientes sujeitos a distúrbios físicos (Littler & Littler 1980; Steneck & Dethier 1994). Presume-se que os ambientes insulares estão mais sujeitos a distúrbios, principalmente, físicos como, por exemplo, exposição às ondas, num maior grau do que no continente, o que deve explicar em parte o domínio qualitativo do grupo morfológico das algas filamentosas.

Foi possível observar a importância do gênero *Sargassum* nas comunidades de macroalgas de ilhas da ESEC Tamoios, o que vem a reforçar sua característica nos costões rochosos do litoral sudeste, como o mais representativo em termos de abundância (Széchy & Paula 2000b; Amado Filho et al. 2003; Falcão & Széchy 2005). As espécies de macroalgas do gênero *Sargassum* constituem o grupo das algas formadoras de dossel, que são componentes importantes na assembleia dos costões, pois fornecem habitat para uma gama de organismos da fauna e flora (Széchy & Paula 2000b). Além disto, a presença de algas pardas, especialmente de *Sargassum*, pode ser

considerada como importante indicativo da inexistência de impactos antrópicos significativos recentes na área de estudo (Berchez & Oliveira 1992).

As duas ilhas (Imboassica e Búzios Pequena) podem ser consideradas ricas para a região da Baía da Ilha Grande, conforme foi observado na comparação com as dez estações de coleta mais ricas consideradas pelo estudo de Figueiredo & Tâmega (2007). Este grande número de espécies encontradas em cada ilha evidencia também a qualidade intrínseca da técnica de fitossociologia em amostrar assembleias de macroalgas. Ao realizar a completa remoção dos organismos do substrato, temos uma análise dos diferentes estratos, o que permite uma visão ampla da comunidade (Yoneshigue & Valentin 1988). Esta eficiência da técnica é corroborada pelo grande número de espécies encontradas, numa única parcela, em outros trabalhos de cunho fitossociológicos como, por exemplo: Yoneshigue & Valentin (1988) identificaram 42, Ribeiro et al. (2008) 37, e Villaça et al. (2008) 59 espécies.

De modo geral, os estudos de macroalgas no Brasil buscam, como um dos seus objetivos, detectar diferenças espaciais e/ou temporais com relação à riqueza (número de espécies), biomassa ou recobrimento total, índices de diversidade e uniformidade (e.g. Amado Filho et al. 2003; Barbosa et al. 2008; Reis 2009), e também com relação às variações dos grupos morfológicos (e.g. Figueiredo et al. 2004), contudo, sem testar o efeito sobre a matriz multivariada de espécies. Acredita-se que a distribuição espacial e temporal dos organismos é o resultado de fatores bióticos e abióticos independentes que constituem um processo multidimensional, que varia em função do tempo e espaço. Logo, as análises multivariadas dos dados são essenciais, pois permitem a descrição de grupos de amostras que apresentam similaridades quanto à composição

específica ou grupos de espécies que coincidem em suas distribuições (Yoneshigue & Valentin 1992).

No presente estudo, os parâmetros analíticos como número de táxons (Nt), diversidade (H') e densidade de reprodução (DG) variaram entre os locais de amostragem. Um local de Imboassica (IMb) apresentou 13 táxons exclusivos (26,5% do total), sendo responsável pela diferença da média do número de táxons (Nt) e, possivelmente, pelo índice de diversidade (H') entre os locais de amostragem, já que os índices de diversidade combinam riqueza de espécies e a uniformidade na distribuição dos indivíduos entre essas espécies (Townsend et al. 2010). Esse local pode estar sofrendo distúrbios intermediários (Connell 1978) como, por exemplo, um moderado grau de movimentação da água. Geralmente, esses locais apresentam maior diversidade, enquanto que os extremos (baixa ou alta movimentação de água) apresentam menor diversidade (Collings & Cheshire 1998). Com relação à densidade de reprodução (DG), a diferença encontrada foi ocasionada, principalmente, pelo grande número de indivíduos férteis de *H. spinella* e *A. taxiformis*, no local de Imboassica (IMa), além dos mesmos apresentarem um recobrimento médio elevado na área de estudo. A reprodução está intimamente ligada à autoperpetuação do organismo no tempo e espaço, permitindo a adição ou substituição em qualquer nível de organização (Horta et al. 2010).

A análise de SIMPER permitiu identificar as espécies que mais contribuíram para similaridade/dissimilaridade, dentro/entre os locais de amostragem, sendo essas: *S. vulgare* e *L. dendroidea*. No entanto, outras espécies como, por exemplo, *Dictyota* sp., *H. spinella*., *S. hypnoides* e *W. argus*, são as verdadeiras responsáveis pela similaridade/dissimilaridade, dentro/entre os

locais, visto que *S. vulgare* apresenta uma ampla distribuição nos costões do sudeste (Széchy & Paula 2000b).

Nas ilhas da ESEC Tamoios foi detectada uma variação espacial na comunidade de macroalgas tanto em termos de recobrimento de espécies como de grupos morfológicos. Essa variação espacial da comunidade de macroalgas também foi descrita por Yoneshigue & Valentin (1988) em Cabo Frio (Rio de Janeiro). Os referidos autores detectaram, através de Análise de Agrupamento, a formação de grupos bem individualizados, correspondentes aos locais de coleta, relatando que as variações sazonais não são suficientes para superar o efeito do fator estacional sobre a composição e recobrimento de algas.

Ademais, as espécies características exclusivas: *D. tetrastichum*, *D. antillara* var. *brasiliensis*, *H. secunda*, *L. trichoclados*, *N. flaccidissima*, *P. gymnospora*, *P. howei* e *S. hypnoides* construíram uma associação consistente presente em um local de Imboassica (IMb). Essas espécies limitadas a um único local poderiam ser consideradas formas endêmicas? O termo endemismo simplesmente diz respeito à ocorrência em apenas um lugar e em nenhum outro, os organismos podem ser endêmicos a uma localidade geográfica em uma variedade de escalas espaciais e em diferentes níveis taxonômicos (Brown & Lomolino 2006). Entretanto, a maioria das espécies ali presentes constitui o grupo das filamentosas e de ínfimo porte, a sua presença ou ausência no local, em estudos subsequentes, pode ser um artefato do método, ou relacionado à efemeridade das mesmas.

A formação dessa associação de espécies características exclusivas só foi possível de ser observada através da Análise Fatorial de Correspondência,

onde a ordenação das amostras no 1º eixo foi explicada em função da riqueza de espécies. Yoneshigue & Valentin (1992), em um estudo sobre a flora compreendida entre Cabo Frio e Búzios, também encontraram essa relação entre riqueza de espécies e amostras para o 2º eixo do Plano Fatorial; esses mesmos autores também descreveram os fatores abióticos, relatando que as mudanças de temperatura de água, ocasionada pelo fenômeno da ressurgência, foi responsável pela distribuição das amostras e espécies no 1º eixo do Plano Fatorial. Villaça et al. (2008) identificaram duas associações distintas e bem características na Ilha de Cabo Frio (Arraial do Cabo, RJ); os referidos autores explicaram a formação dessas duas associações em função do gradiente de profundidade, relacionando as espécies características com suas afinidades aos fatores abióticos e físicos como: luz e batimento de ondas, respectivamente. Visto isso, é imprescindível a realização de futuros estudos nas ilhas da ESEC Tamoios com coleta de dados abióticos e físicos, para termos uma visão dos processos estruturadores de suas comunidades algáceas. Isto abriria novos entendimentos a cerca de como supervisionar as macroalgas e, assim, conservar sua diversidade biológica.

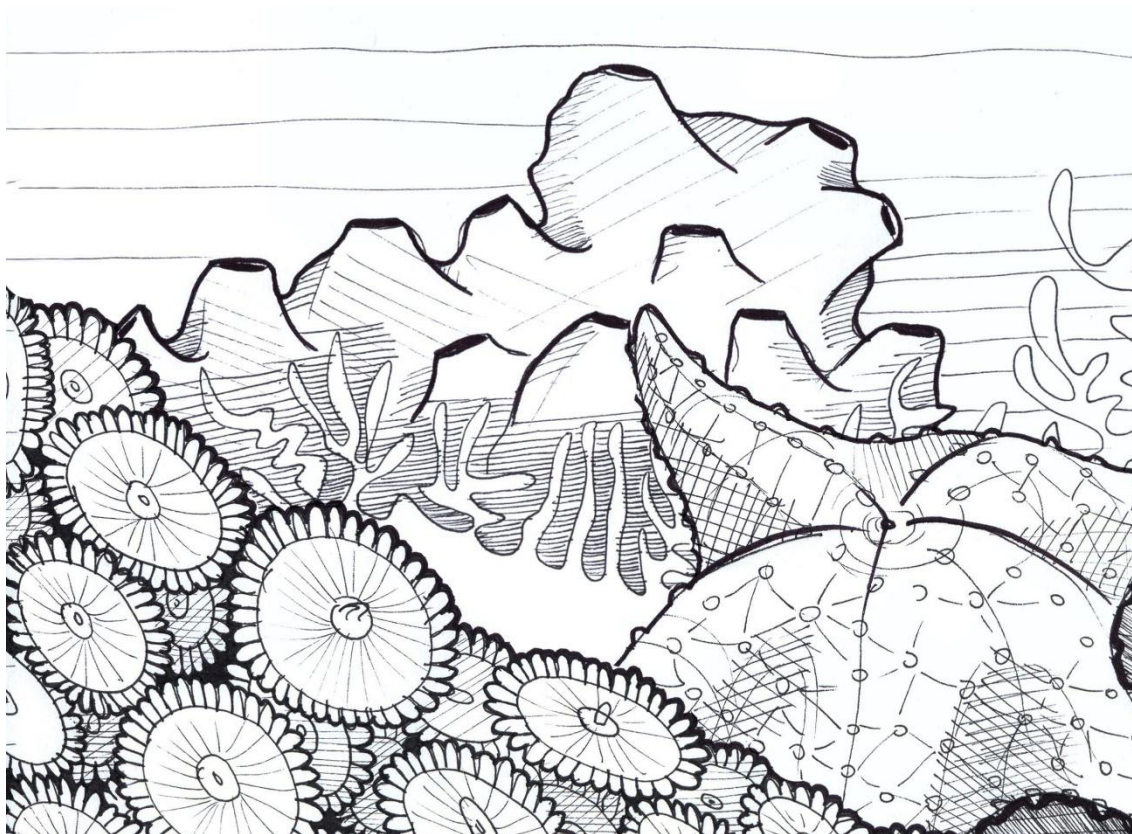
## CONCLUSÃO

Ao todo, quatro locais foram estudadas (dois locais x duas ilhas), e uma associação emergiu das análises realizadas. A associação formada pelas espécies características exclusivas: *D. tetrastichum*, *D. antillara* var. *brasiliensis*, *H. secunda*, *L. trichoclados*, *N. flaccidissima*, *P. gymnospora*, *P. howei* e *S. hypnoides* presentes em um local de Imboassica (IMb), onde foi detectado a maior riqueza (número de espécies) e diversidade específica. Além disso, o estudo mostrou que as comunidades de macroalgas diferem dentro/entre ilhas, destacando a importância de espécies como, por exemplo, *H. spinella* e *Dictyota* sp. na similaridade/dissimilaridade dessas comunidades. Assim, essa heterogeneidade de populações coloca em questão: Como esse padrão se comportaria em um maior número de ilhas? E como adotar medidas de conservação se cada ambiente comporta essa unicidade de organismos? Certamente, o conhecimento sobre as macroalgas nas ilhas da ESEC Tamoios é escasso e necessita de esforços imediatos voltados para preencher essa lacuna e, assim, avaliar a real dimensão de biodiversidade nestes ecossistemas tão singulares, que são as ilhas.

## 2º Capítulo

---

# O USO DE FOTOGRAFIAS SUBAQUÁTICAS NA DESCRIÇÃO DE POPULAÇÕES BENTÔNICAS DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE TAMOIOS, BAÍA DA ILHA GRANDE, RJ



## RESUMO

Os organismos bentônicos de costão rochoso foram rapidamente acessados através de fotografias subaquáticas. As amostragens foram realizadas em quatro ilhas, pertencentes à ESEC Tamoios, Baía da Ilha Grande, Estado do Rio de Janeiro, em duas faixas de profundidade (2 e 4m). Em cada fotografia foram sobrepostos 10, 30, 50 e 75 pontos aleatórios, para detectar a resolução cuja eficiência na descrição de comunidade se equiparasse com o número de 100 pontos. As imagens digitais apresentavam perda de informações biológicas ocasionadas, principalmente, pelo efeito de sombra, característico desses ambientes que apresentam fendas. Na área de estudo, o organismo mais abundante foi *Palythoa* sp., juntamente com a Unidade Taxonômica Operacional representada pelo “turf” de algas. Sob a ótica de grupos, Zoantharia e Macroalgas foram os mais representativos. Estes dois grupos apresentaram uma forte relação de dependência negativa (coeficiente de correlação de Spearman:  $r = -0.95$ ,  $p < 0.001$ ). Além disso, não houve interação entre os fatores (ilha e profundidade) para a comunidade bentônica em termos de recobrimento de táxons e grupos. O fator profundidade também não apresentou significância para a comunidade bentônica. No entanto, o fator ilha foi significativamente diferente para o recobrimento dos táxons e não para o recobrimento dos grupos. A comparação das resoluções mostrou a suficiência do número de 30 pontos aleatórios por amostra de imagem para futuros estudos na região, sendo eficiente na extração de dados qualitativos e quantitativos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fotoquadrado; Bentos; Número de pontos; Infralitoral.



## ABSTRACT

Rocky shores benthic populations were rapidly accessed through sub-aquatic photography. Samplings were made in four islands, in two depth zones (2 and 4m), belonging to Tamoios Ecological Station, Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro State. Data extraction superposed 10, 30, 50 and 75 random points on each image. The purpose was to detect which resolution had similar efficiency in data extraction (number of species and abundance) comparing to 100 number points. Digital images presented losses of biological information mainly due to shadow effect, something very peculiar in environments that present crevices. The benthic community is dominated mainly by the zoanthid *Palythoa* sp. and the Operational Taxonomic Unit represented by turf-forming algae. From the perspective of groups, Macroalgae and Zoantharia were the most abundant. A strong relation of negative dependency was observed between these two groups (Spearman correlation coefficient,  $r=-0.95$ ,  $p<0.001$ ). PERMANOVA tests revealed no significant interaction between factors (island and depth) for the coverage of species and groups. Depth factor also didn't show significant effect for the benthic community. However, the factor island showed significance in terms of coverage of species and not for groups. The comparison of distinguish resolutions detected the sufficiency of 30 random points per sample image for further future studies in this region, being efficient in extracting qualitative and quantitative data.

**KEYWORDS:** Fotoquadrat; Benthos; Number of points; Infralittoral.

## INTRODUÇÃO

Na atualidade, existe uma preocupação crescente em detectar mudanças na estrutura de comunidades de costões rochosos em consequência dos impactos ambientais no ambiente marinho, que são um reflexo direto do crescimento a todo custo de um país em desenvolvimento. Assim, as técnicas de amostragem rápidas, que resguardam sua eficiência em retratar a comunidade estudada, estão sendo cada vez mais buscadas para realizar esse “diagnóstico” ambiental (Sabino & Villaça 1999).

Desde a década de 70, a amostragem fotográfica vem sendo empregada em estudos de comunidades bentônicas marinhas (Lundälv 1971 apud Pereira Filho et al. 2008). A sua utilização nos trabalhos posteriores (Bohnsack 1979; Foster et al. 1991; Meese & Tomich 1992; Preskitt 2004) reflete a qualidade intrínseca desta técnica, de ser ágil na amostragem. Fotoquadrado (derivada do termo em inglês photoquadrat) é a técnica propriamente dita, cujo termo define um registro fotográfico numa determinada unidade amostral de forma regular.

No entanto, este método possui vantagens e desvantagens. As vantagens concernem à baixa variabilidade das estimativas entre os observadores (Meese & Tomich 1992), fornecimento de registros permanentes e redução do tempo de campo (Bohnsack 1979; Meese & Tomich 1992), sendo este último ponto totalmente relevante ao serem levadas em conta certas limitações impostas pelo mergulho autônomo como, por exemplo, tempo, custo, profundidade e condições do mar. Observações tendenciosas causadas por estresses fisiológicos e ambientais durante o mergulho são evitadas, e por ser uma

técnica não destrutiva, evita a perturbação dos organismos presentes, uma qualidade essencial para estudos de longo prazo onde o ambiente é frágil (Bohnsack 1979). A desvantagem surge da própria fotografia, que provoca um achatamento da comunidade, substituindo um plano tri para bidimensional. Desse modo, uma cobertura excessiva pode esconder os organismos crípticos e raros, que passam a não ser detectados (Bohnsack 1979); a complexidade do ambiente é subestimada, pois é impossível quantificar os diferentes estratos da comunidade (Foster et al. 1991) e há a dificuldade de distinguir espécies de morfologias similares (Meese & Tomich 1992).

Vale salientar que, é inerente a todos os métodos de amostragem apresentar erros em potencial e limitações, tanto de origem intrínseca (característica do próprio método) como extrínseca (característica do observador), para coletar e estimar informações biológicas (e.g. abundância e diversidade específica). Estudos que comparam a eficiência dos diferentes métodos de amostragem de comunidades de costão rochoso (Foster et al. 1991; Meese & Tomich 1992; Dethier et al. 1993; Leonard & Clark 1993; Roberts et al. 1994; Sabino & Villaça 1999; Pech et al. 2004; Macedo et al. 2006) ilustram essas falhas. Não obstante, mesmo apresentando essas possíveis falhas, a técnica do fotoquadrado vem sendo amplamente usada nos ambientes marinhos ao redor do globo, mostrando-se apreciável para um grande espectro de pesquisadores (e.g. Preskitt et al. 2004; Moysés et al. 2007; Pereira Filho et al. 2008, Schopmeyer et al. 2011, Van Rein et al. 2011).

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral**

Descrição de comunidades bentônicas (macroalgas e macroinvertebrados) do infralitoral raso de substrato consolidado em algumas ilhas da ESEC Tamoios, através da técnica de fotoquadrado.

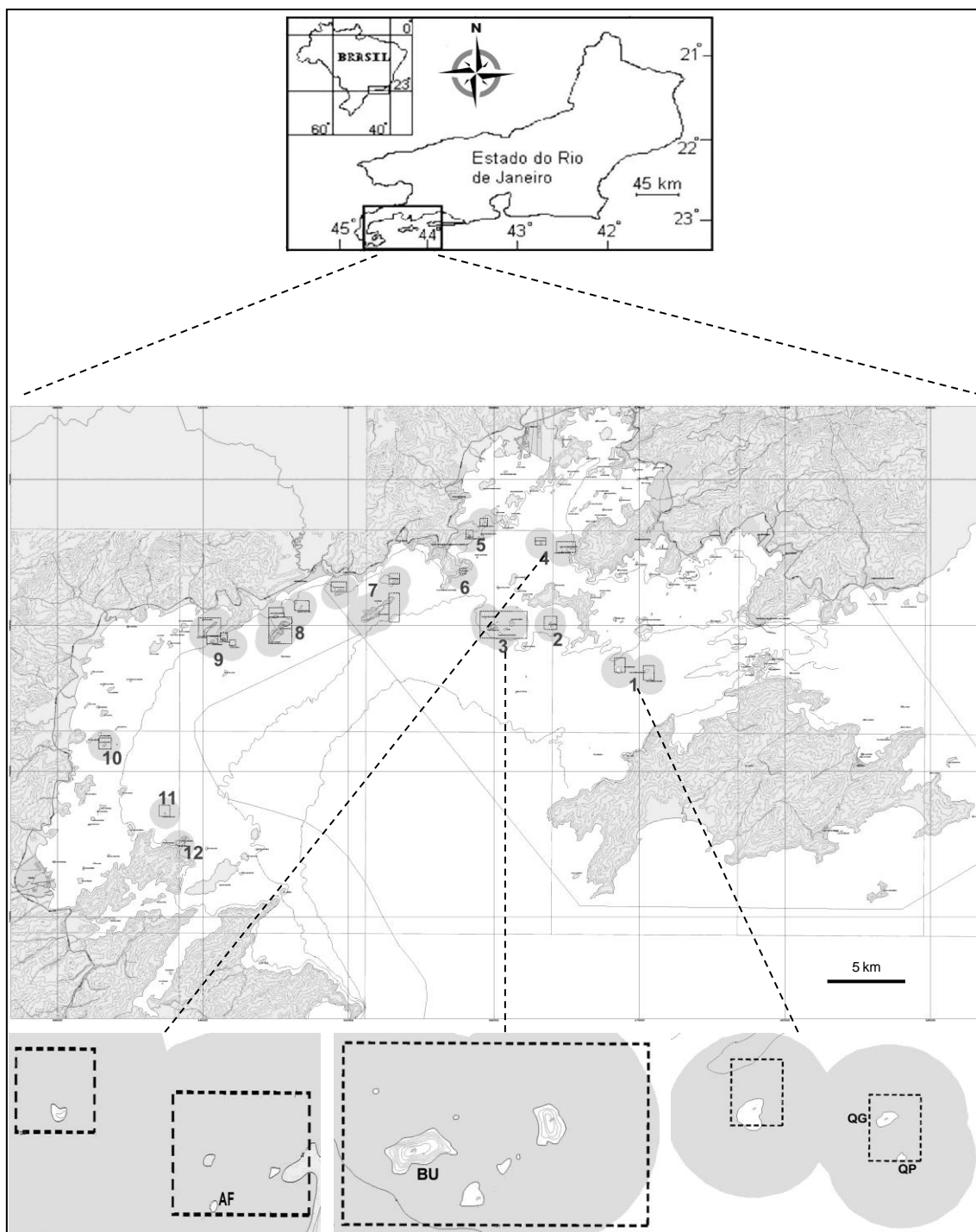
### **Objetivos Específicos**

- Verificar a correlação entre os dois principais grupos da área de estudo;
- Verificar se há diferença das comunidades bentônicas em termos de cobertura de táxons e grupos, entre ilhas e profundidades amostradas;
- Ajustar a técnica quanto à suficiência do número de pontos aleatórios inseridos por amostra, para estimar a abundância relativa e número de táxons.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Área de Estudo**

As ilhas amostradas por fotoquadrado foram: Araçatiba de Fora, Queimada Grande, Queimada Pequena e Búzios, pertencentes à Estação Ecológica de Tamoios, Baía da Ilha Grande, Estado do Rio de Janeiro (Figura 1).



**Figura 1:** Mapa do Brasil, do Rio de Janeiro, destacando a localização da Estação Ecológica de Tamoios, composta por 12 blocos de ilhas (Brasil 2006), e respectivas estações amostradas pela técnica do fotoquadrado: (QG) Queimada Grande; (QP) Queimada Pequena; (BU) Búzios e (AF) Araçatiba de Fora.

## **Amostragem**

Foram realizadas amostragens pontuais nas ilhas, sempre no lado voltado para o continente (sentido norte), através de fotografias subaquáticas, entre os meses de agosto e outubro de 2007. No campo, as amostragens foram realizadas ao longo de transecções dispostas paralelas à linha de costa, em duas faixas de profundidades (dois e quatro metros). Foi usada especificamente uma máquina fotográfica digital dentro de uma caixa estanque. As fotografias foram tiradas a 80 cm de distância com auxílio de uma armação em PVC, com moldura de 50 cm de lado. Para posicionamento das amostras, foram dispostas regularmente (a cada 2 metros) ao longo de uma transecção de 30m. Um total de dez fotos (n=10) foi escolhido aleatoriamente para serem analisadas por profundidade, totalizando 20 fotos por ilha.

A identificação dos táxons foi baseada em literaturas contendo listagem e guias fotográficos dos organismos bentônicos de ocorrência no litoral sudeste ou, mais especificamente, na Baía da Ilha Grande. Assim, as referências utilizadas foram: Figueiredo & Tâmega (2007), para as algas; Pires et al. (2007), para os cnidários; Ventura et al. (2007), para os equinodermos; Muricy & Hajdu (2006), para os poríferos. Assim, sempre que possível, o bentos foi identificado até o menor nível taxonômico.

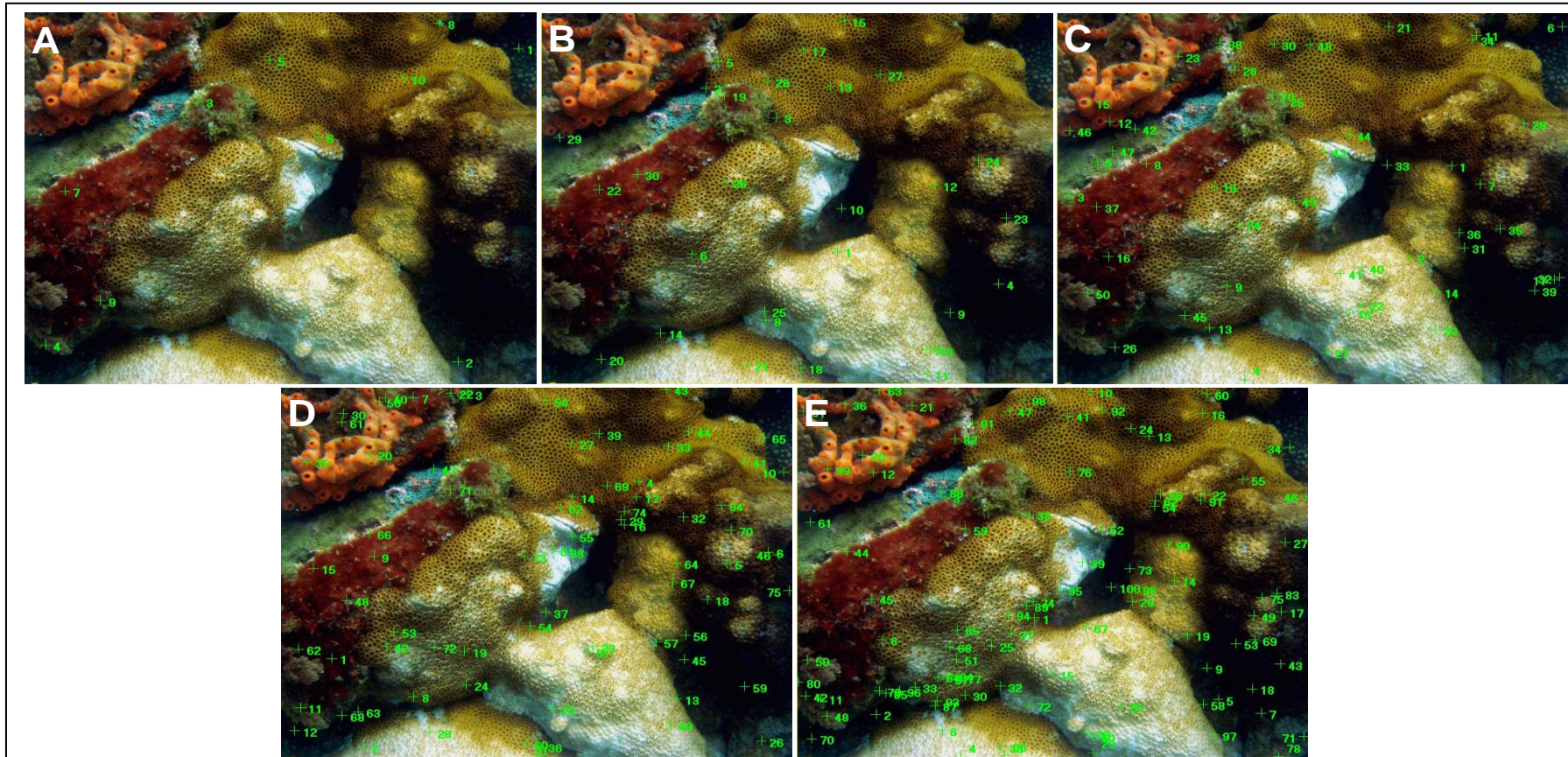
## **Tratamento das Imagens**

A partir do ano de 2011, os registros fotográficos começaram a serem tratados para análise. No laboratório, foi utilizado o programa Adobe Photoshop

7.0 para ajuste das imagens digitais, principalmente a correção de luzes para melhor visualização das fotos. Para extração dos dados, foi utilizado o software de análises de imagens CPCe 4.0 (Coral Point Count with Excel extensions) (Kohler & Gill 2006). Com o auxílio do software CPCe, foram plotados 100 pontos aleatórios sobre as imagens, a partir dos quais a cobertura do substrato pelos organismos bentônicos foi estimada. Além disso, 10, 30, 50, 75 pontos aleatórios foram avaliados com o intuito de comparar com os dados obtidos com 100 pontos, caracterizando cinco resoluções distintas por amostra (Figura 2).

Quanto à análise das imagens, se faz necessário esclarecer que alguns pontos representavam sedimento não consolidado, sombra e elementos “não identificados”, sendo este último decorrente da dificuldade de identificação causada, majoritariamente, por distorção da imagem como borrões ou manchas. Assim, os valores de abundância foram corrigidos (excluindo estas eventuais circunstâncias) para termos uma visão somente do componente biológico.





**Figura 2:** Ilustração representando: A=10, B=30, C=50, D=75 e E=100 número de pontos aleatórios sobrepostos em cada fotografia subaquática, plotados através do software CPCe 4.0 (Kohler & Gill 2006).

## **Análise dos Dados**

Tabelas de abundância (quantitativo) e presença/ausência (qualitativo) dos táxons em cada amostra foram estabelecidas para comparação entre as ilhas, profundidades e resoluções. Também foram criadas novas matrizes de dados agregando os dados em grupos para todas as medidas. Foram construídos oito grupos: Classe Ascidiacea, Classe Asteroidea, Filo Bryozoa, Classe Echinoidea, Grupo das Macroalgas, Filo Porifera, Ordem Scleractinia e Ordem Zoantharia. Esses grupos participam, em determinados casos, de diferentes funções ecológicas dentro da comunidade como um todo. Além disso, são úteis em estudos de monitoramento, já que facilitam comparações gerais da estrutura de comunidade entre áreas distintas, sem considerar assembleias de espécies locais (Drummond & Connell 2005).

Para as análises descritivas utilizamos os valores obtidos da resolução de 100 pontos aleatórios nas fotos. O número total de táxons foi calculado por amostra, com os dados obtidos de cada resolução. Uma curva de acumulação taxonômica foi plotada utilizando a curva de rarefação do pacote estatístico PAST (Hammer et al. 2001). A média do número total de táxons foi utilizada para comparação entre as resoluções através de Análise de Variância para Medidas Repetidas (One Way Repeated Measures ANOVA), já que as amostras não foram independentes. E para indicar os responsáveis pelas diferenças significativas obtidas foi realizado o teste de Tukey, a posteriori (Morin & Findlay 2001). Para esta análise, os dados de número total de táxons por amostra foram transformados em  $\log_{10}(x+1)$  (na base 10) e foi utilizado o programa Statistica 7.0 (Statsoft). No entanto, a transformação não conseguiu

corrigir os dados para a normalidade, embora este só represente um problema quando resulta em heterogeneidade das variâncias (Quinn & Keough 2002).

Foi aplicado o coeficiente de Spearman com o intuito de verificar a relação entre os principais grupos, em termos de abundância. Para esta análise, foi utilizado o programa PAST (Hammer et al. 2001). O Coeficiente de Correlação de Spearman é simplesmente o coeficiente de correlação de Pearson, sendo utilizado quando duas variáveis não apresentam normalidade. Ele ranqueia as duas variáveis separadamente, mantendo os pares após o ranqueamento. A hipótese nula a ser testada é de que não existe relação monotônica entre as duas variáveis (Quinn & Keough 2002).

### **Análises Multivariadas**

Para as análises estatísticas multivariadas as espécies com frequência menor que 10% foram excluídas, pois, segundo Valentin (2000), estas espécies raras aumentam o número de pares de dados nulos, provocando uma falsa semelhança entre as amostras. E os dados de abundância foram transformados pela equação do arco seno. Em seguida, uma breve definição e o intuito das análises estatísticas que foram realizadas:

(i) Teste de Mantel: é utilizado para comparar duas matrizes de dissimilaridade ou distância. O valor de  $r$  varia de -1 a +1. A hipótese nula testada é de que não existe relação linear entre os elementos correspondentes das matrizes de distância, e o  $p$  de significância é calculado através de permutação (Legendre & Legendre 1998). Este teste foi realizado para

comparar todas as resoluções com a resolução de 100 pontos e verificar se havia relação entre as mesmas;

(ii) Análise de Ordenação Multidimensional Não Métrica (= “Nonmetric Multidimensional Scaling” – nMDS): com a finalidade de ordenar os objetos (amostras) em espaço multidimensional reduzido, preservando somente a ordem das interrelações entre objetos (Valentin 2000);

(iii) Análise Fatorial de Correspondência (AFC): com o intuito de ordenar as espécies e as amostras simultaneamente num plano cartesiano, permitindo examinar as relações entre amostras e espécies a partir de uma única análise (Valentin 2000);

(iv) Análise de Variância Multivariada por Permutação (PERMANOVA): foi utilizado para testar a hipótese de que a comunidade bentônica em termos de cobertura de táxons e grupos diferem entre ilhas e profundidade (dois fatores), considerando os dois fatores aleatórios. PERMANOVA é usada para testar simultaneamente a resposta de uma ou mais variáveis dentro de um ou mais fatores, na base de qualquer medida de distância, utilizando métodos de permutação, na qual a matriz inclui a grupos e n unidades de observações (por grupo), na mesma maneira de uma simples Análise de Variância (Anderson 2005). Para esta análise, foi utilizada a matriz de similaridade de Bray-Curtis e foram computadas 9999 permutações.

Nos casos (i e iii) o programa PAST (Hammer et al. 2001) foi utilizado. No caso (ii) o programa PRIMER v6 (Clarke & Gorley 2006) foi utilizado.

## RESULTADOS

### Descrição do Bentos

Foi registrado um total de 80 imagens fotográficas (dez fotos por profundidade x duas profundidades x quatro ilhas), fornecendo 400 análises fotográficas através das cinco resoluções utilizadas na extração dos dados. As fotografias subaquáticas identificaram 25 táxons pertencentes a oito grupos. Os táxons mais frequentes foram: *Palythoa* sp. (86.3%), a Unidade Taxonômica Operacional (UTO) representada pelo “turf” de algas (86.3%), Corallinaceae incrustante (61.3%), *Zoanthus* sp. (48.8%), *Desmapsamma anchorata* (30.0%). Os táxons mais abundantes foram: *Palythoa* sp. ( $52.1 \pm 3.8$ ), “turf” de algas ( $28.0 \pm 2.8$ ), *Zoanthus* sp. ( $7.2 \pm 1.6$ ), Corallinaceae incrustante ( $2.9 \pm 0.4$ ), *D. anchorata* ( $2.9 \pm 0.8$ ), *Asparagopsis taxiformis* ( $1.7 \pm 0.6$ ), *Mussismilia hispida* ( $1.0 \pm 0.3$ ). O coral invasor do gênero *Tubastraea* ocorreu em duas estações: Queimada Grande e Queimada Pequena, apresentando uma baixa frequência (7.5%) e abundância ( $0.8 \pm 0.4$ ). No entanto, esse cnidário apresentou um máximo de recobrimento do substrato de 28.7%, mostrando seu potencial invasivo. Organismos não sésseis, como os equinodermos: *Equinaster brasiliensis*; *Oreaster reticulatus*; *Echinometra lucunter* e *Lytechinus variegatus* foram encontrados em baixas frequências e abundância. O Filo Bryozoa foi representado somente por *Schizoporella* sp. presente numa única amostra. A Classe Ascidiaceae foi representada, principalmente, pelo organismo de hábito solitário *Phallusia nigra*. Os grupos mais abundantes na área de estudo foram: Zoantharia ( $59.2 \pm 3.5$ ) e Macroalgas ( $35.0 \pm 3.3$ ) (Tabela I e II). Outro aspecto

interessante se refere à percentagem de cobertura de grupos que não foram quantificadas para efeito de estudo, por não representarem organismos. Verifica-se que a categoria sombra apresentou proporção alta de contribuição (média de 5,6%) para este tipo de abordagem em costão rochoso (Tabela III).

**Tabela I:** Lista dos táxons encontrados com seus respectivos grupos, mostrando valores referentes à percentagem de cobertura (mínimo - máximo, média, erro padrão) e frequência (%) nas amostras. \*Didemnidae somente foi encontrada na resolução de 30 pontos.

<b>Grupos/Táxons</b>	<b>Mínimo-Máximo</b>	<b>Média(±EP)</b>	<b>Frequência(%)</b>
<b>Ascidiacea</b>	<b>1.0 - 2.7</b>	<b>0.1±0.0</b>	<b>6.3</b>
*Didemnidae	0.0 - 0.0	0.0±0.0	0.0
<i>Phallusia nigra</i> (Savigny, 1816)	1.0 - 2.7	0.1±0.0	6.3
<b>Asteroidea</b>	<b>1.1 - 16.7</b>	<b>0.3±0.2</b>	<b>3.8</b>
<i>Equinaster brasiliensis</i> Müller & Troschel, 1842	1.1 - 1.1	0.0±0.0	1.3
<i>Oreaster reticulatus</i> (Linnaeus, 1758)	10.0 - 16.7	0.3±0.2	2.5
<b>Bryozoa</b>	<b>1.0 - 1.0</b>	<b>0.0±0.0</b>	<b>1.3</b>
<i>Schizoporella</i> sp.	1.0 - 1.0	0.0±0.0	1.3
<b>Echinoidea</b>	<b>2.1 - 7.8</b>	<b>0.3±0.1</b>	<b>10.0</b>
<i>Echinometra lucunter</i> (Linnaeus, 1758)	2.1 - 3.4	0.2±0.1	6.3
<i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816)	3.0 - 7.8	0.2±0.1	3.8
<b>Macroalgas</b>	<b>1.0 - 98.9</b>	<b>35.0±3.3</b>	<b>93.8</b>
<i>Asparagopsis taxiformis</i> (Delile) Trevisan de Saint-Léon	1.0 - 32.9	1.7±0.6	15.0
<i>Caulerpa racemosa</i> (Forsskal) J. Agardh	7.9 - 24.4	0.6±0.4	3.8
Ceramiales	1.0 - 14.0	0.5±0.2	12.5
<b>Grupos/Táxons</b>	<b>Mínimo-Máximo</b>	<b>Média(±EP)</b>	<b>Frequência(%)</b>

---

Corallinaceae articulada	1.0 - 3.1	0.2±0.1	11.3
Corallinaceae incrustante	1.0 - 15.1	2.9±0.4	61.3
Dictyotaceae	1.0 - 21.3	0.6±0.3	13.8
Ectocarpales	1.0 - 3.4	0.1±0.1	5.0
<i>Padina</i> sp.	1.0 - 2.4	0.1±0.0	5.0
<i>Sargassum</i> sp.	2.0 - 6.7	0.1±0.1	3.8
<i>Tricleocarpa cylindrica</i> (J. Ellis & Solander) Huisman & Borowitzka	4.3 - 4.3	0.1±0.1	1.3
"Turf" de Algas	1.1 - 93.5	28.0±2.8	86.3
<b>Porifera</b>	<b>1.0 - 43.5</b>	<b>3.2±0.8</b>	<b>43.8</b>
<i>Desmapsamma anchorata</i> (Carter, 1882)	1.0 - 43.5	2.9±0.8	30.0
<i>Dragnacidon reticulatum</i> (Ridley & Dendy, 1886)	1.1 - 1.1	0.0±0.0	1.3
Esponja rastejante	1.0 - 4.2	0.2±0.1	15.0
<b>Scleractinia</b>	<b>1.1 - 31.2</b>	<b>1.7±0.6</b>	<b>23.8</b>
<i>Mussismilia hispida</i> (Verrill, 1902)	1.0 - 19.5	1.0±0.3	18.8
<i>Tubastraea</i> sp.	1.1 - 28.7	0.8±0.4	7.5
<b>Zoantharia</b>	<b>1.1 - 100.0</b>	<b>59.2±3.5</b>	<b>96.3</b>
<i>Palythoa</i> sp.	3.5 - 100.0	52.1±3.8	86.3
<i>Zoanthus</i> sp.	1.0 - 63.2	7.2±1.6	48.8

---

**Tabela II:** Lista de táxons com códigos utilizados para as estatísticas, mostrando (+) presença e (-) ausência nas ilhas e profundidades amostradas. Códigos significam: AF, QG, QP e BU, as ilhas, sendo estas: Araçatiba de Fora, Queimada Grande, Queimada Pequena e Búzios, respectivamente. 2 e 4= profundidade em metros.

Grupos/Táxons	Código	AF2	AF4	QG2	QG4	QP2	QP4	BU2	BU4
<b>Ascidiacea</b>									
<i>Phallusia nigra</i>	x	+	+	-	-	-	+	-	+
<b>Asteroidea</b>									
<i>Equinaster brasiliensis</i>	x	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Oreaster reticulatus</i>	x	-	-	-	+	-	+	-	-
<b>Bryozoa</b>									
<i>Schizoporella</i> sp.	x	+	-	-	-	-	-	-	-
<b>Echinoidea</b>									
<i>Echinometra lucunter</i>	x	-	-	+	-	+	+	-	-
<i>Lytechinus variegatus</i>	x	-	-	-	+	-	+	-	-
<b>Macroalgas</b>									
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	Asta	+	+	-	-	-	-	-	+
<i>Caulerpa racemosa</i>	x	-	+	-	-	-	-	-	-
Ceramiales	Cera	+	+	-	-	-	-	+	-
Corallinaceae articulada	Coar	-	+	+	+	-	-	+	+
Corallinaceae incrustante	Coin	+	-	+	+	+	+	+	+
Dictyotaceae	Dict	-	-	+	-	-	-	+	+
Ectocarpales	x	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Padina</i> sp.	x	-	-	+	+	-	-	-	+
<i>Sargassum</i> sp.	x	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Tricleocarpa cylindrica</i>	x	-	-	-	-	-	-	-	+
"Turf" de algas	Turf	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Porifera</b>									
<i>Desmapsamma anchorata</i>	Dean	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>Drumacidon reticulatum</i>	x	-	+	-	-	-	-	-	-
Esponja rastejante	Esra	+	-	+	-	-	+	+	+
<b>Scleractinia</b>									
<i>Mussismilia hispida</i>	Muhi	-	-	+	+	+	+	+	+
<i>Tubastraea</i> sp.	x	-	-	+	-	+	+	-	-
<b>Zoantharia</b>									
<i>Palythoa</i> sp.	Paly	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Zoanthus</i> sp.	Zoan	+	+	+	+	-	+	+	+
<b>Número de táxons</b>		<b>11</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>14</b>



**Tabela III:** Proporção das categorias: sedimento inconsolidado, sombra e não identificado, nas ilhas amostradas.

	Porcentagem (%)		
	Sedimento inconsolidado	Sombra	Não identificado
<b>Araçatiba de Fora</b>	2.2	7.8	0.95
<b>Queimada Grande</b>	1.05	7	0.9
<b>Queimada Pequena</b>	0.55	6.45	0.3
<b>Búzios</b>	0.75	1.3	0.65
<b>Média</b>	<b>1.1</b>	<b>5.6</b>	<b>0.7</b>

Adotando um olhar mais específico, analisando cada ilha e profundidade em relação à porcentagem de cobertura, nota-se que o grupo das Macroalgas foi dominado pela UTO representada pelo “turf” de algas; e a Ordem Zoantharia por *Palythoa* sp., para todas as ilhas amostradas, com exceção de Araçatiba de Fora, onde, o zoantídeo, *Zoanthus* sp. apresentou contribuições expressivas, principalmente aos 4 metros de profundidade (Figura 3). Estes dois zoantídeos mais a UTO foram responsáveis por 87.3% da cobertura total do substrato na área de estudo (Tabela I). Sob a ótica dos grupos (Figura 4), é possível visualizar uma maior abundância de Zoantharia para a maioria das ilhas e profundidades, sendo somente superado pelo grupo das Macroalgas em Araçatiba de Fora aos 4 metros de profundidade; e Queimada Grande aos 2 metros de profundidade. O Filo Porifera exibiu contribuições consideráveis na maioria dos locais, com exceção de Queimada Grande aos 2 metros de profundidade. Em seguida, a Ordem Scleractinia contribuiu para alguns locais de amostragens, sendo que em Queimada Pequena teve os valores mais expressivos. Os demais grupos (Ascidiacea, Asteroidea, Bryozoa e Echinoidea) tiveram que se unir para apresentar alguma contribuição em alguns poucos locais. Através do coeficiente de correlação de Spermán ( $r = -0.95$ ), verificou-se uma alta correlação negativa entre os dois principais grupos (Zoantharia x

Macroalgas), o teste foi significativo ( $p < 0.001$ ) e a hipótese nula foi rejeitada ( $H_0$  não dependência das variáveis). Assim, notou-se uma forte relação de dependência negativa entre os dois principais grupos, em termos de percentagem de cobertura do substrato.

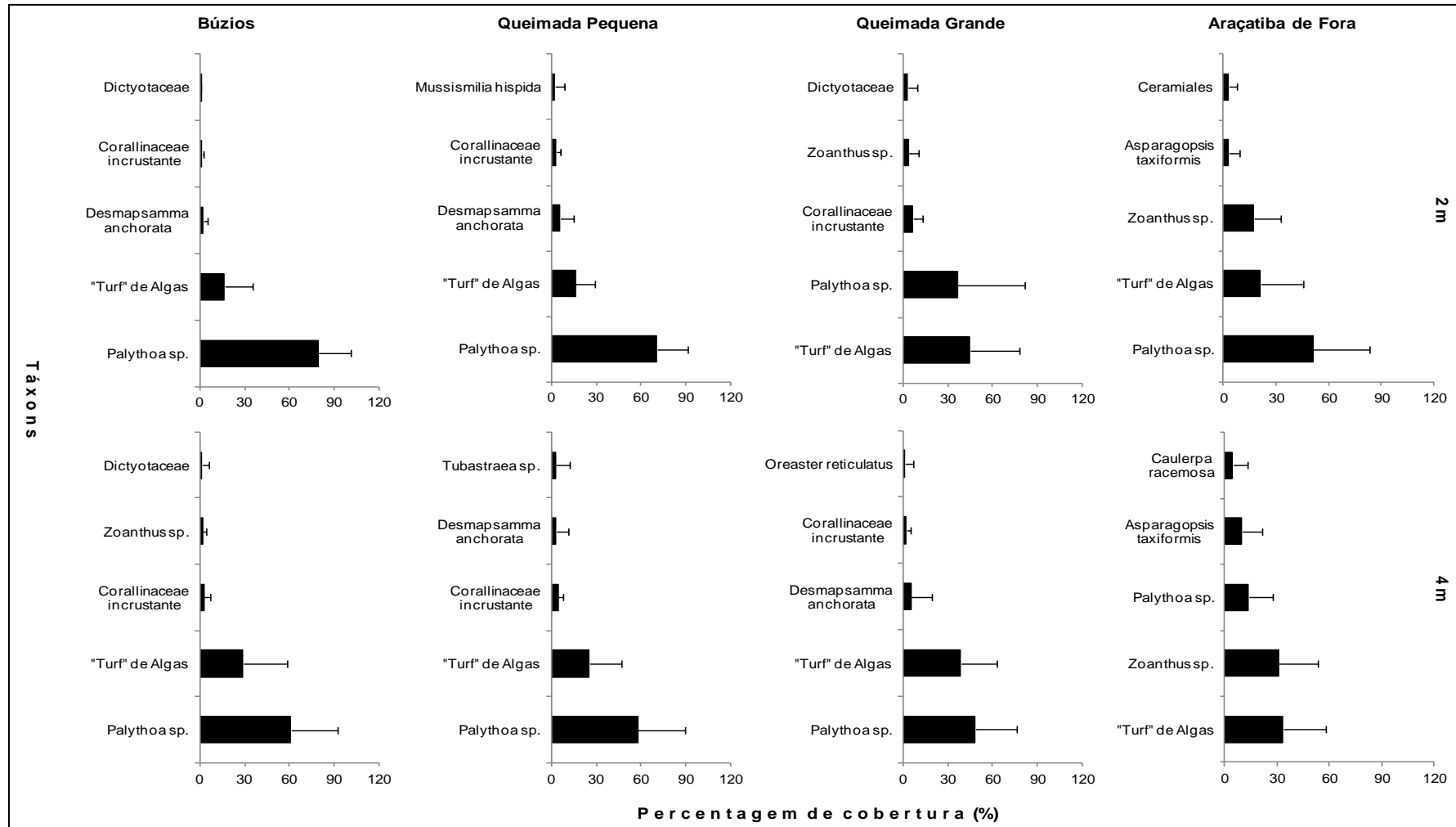
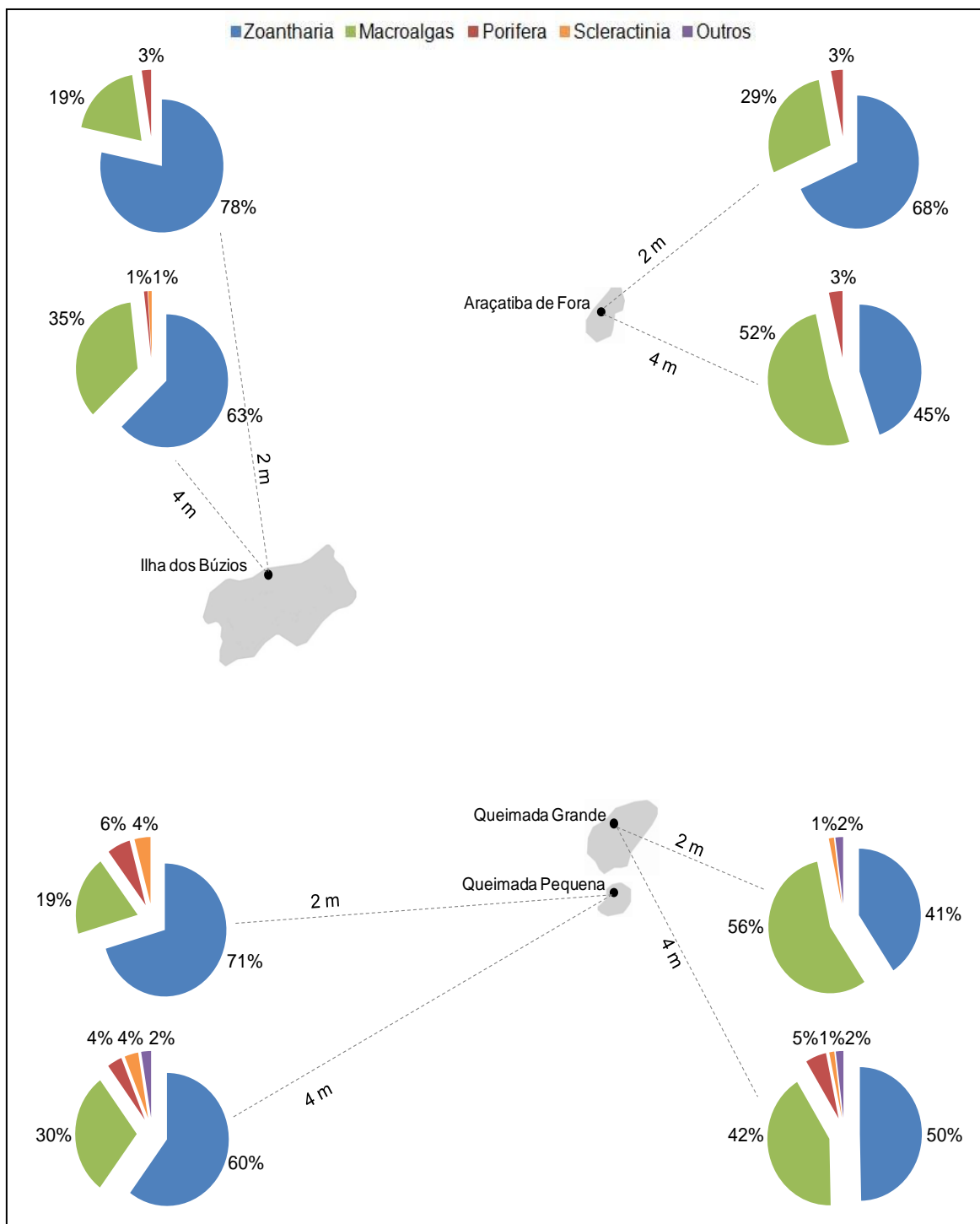


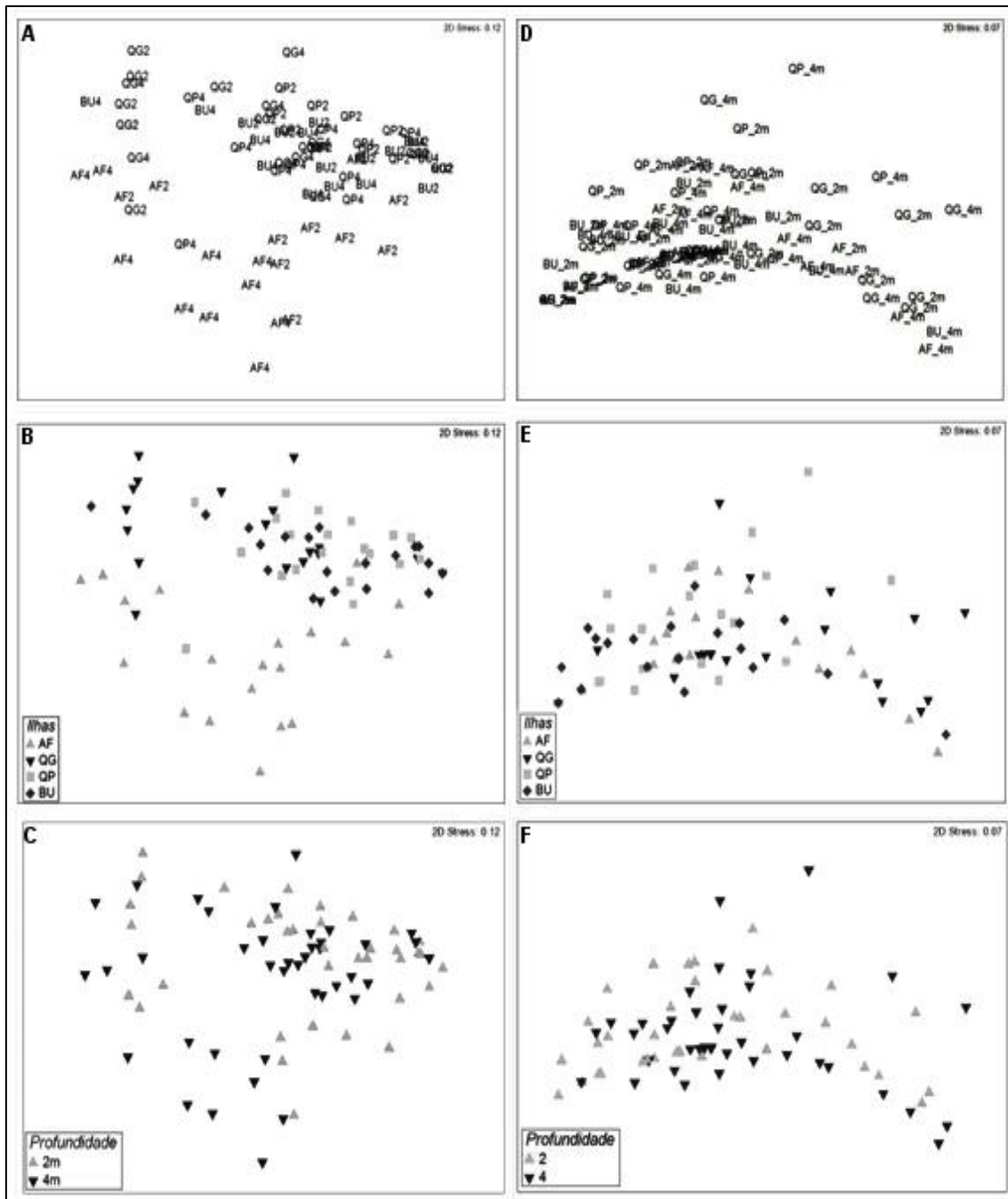
Figura 3: Percentagem de cobertura dos cinco táxons mais abundantes, por ilha e profundidade (n=10). Dados são médias ( $\pm$ desvio padrão).



**Figura 4:** Abundância relativa dos grupos, por ilha e profundidade. Valores são médias de cobertura. Outros representam: Ascidiacea, Asteroidea, Bryozoa e Echinoidea.

## **Comparação entre Ilhas e Profundidades**

Através de Análise de Ordenação Multidimensional Não Métrica foi possível observar que as amostras estavam mais espaçadas em termos de táxons do que grupos da comunidade bentônica, tanto para o fator ilha como profundidade, ou seja, foi observada uma grande proximidade de amostras das diferentes ilhas e profundidades quando os dados foram tratados em grupos. Essa relativa homogeneidade dos grupos está relacionada com o domínio de Zoantharia e Macroalgas para as diferentes ilhas e profundidades. Em relação ao tratamento em nível de táxons, foi possível observar uma separação de grande parte das amostras de Araçatiba de Fora (fator ilha) no espaço inferior (Figura 5 A-F). A PERMANOVA mostrou que não houve interação entre os fatores (ilha e profundidade) para a comunidade bentônica em termos de cobertura de táxons e grupos. O fator profundidade também não apresentou significância para a comunidade bentônica. No entanto, o fator ilha foi significativamente diferente para a cobertura dos táxons e não para a cobertura dos grupos (Tabela IV).



**Figura 5:** Ordenação Multidimensional Não Métrica utilizando Similaridade de Bray-Curtis. Mostrando os dados de abundância dos táxons para: (A) os dois fatores (ilhas e profundidade); (B) um fator (ilhas) (C) um fator (profundidade); os dados de abundância dos grupos para: (D) os dois fatores (ilhas e profundidade); (E) um fator (ilhas); (F) um fator: (profundidade). Códigos significam: AF, QG, QP e BU, as ilhas, sendo estas: Araçatiba de Fora, Queimada Grande, Queimada Pequena e Búzios, respectivamente. 2 e 4= profundidade em metros.

**Tabela IV:** Resultado de PERMANOVA utilizando dois fatores: ilhas e profundidade. O modelo de PERMANOVA com os dois fatores sendo aleatórios. Testes foram conduzidos nos dados de cobertura dos táxons e dos grupos da comunidade bentônica, obtidos através de amostras do fotoquadrado. Os valores em negrito indicam um efeito significativo ( $p \leq 0.05$ ). Perm=permutações; MC=permutação de Monte Carlo.

	Source	df	SS	MS	F	P(perm)	P(MC)
<b>Táxons</b>	<b>Ilhas</b>	3	23582.6647	7860.8882	4.4395	<b>0.0214</b>	<b>0.0322</b>
	<b>profundidade</b>	1	3095.8827	3095.8827	1.7484	0.2401	0.2321
	<b>ilhasxprofundidade</b>	3	5311.9724	1770.6575	1.7595	0.1029	0.0989
	<b>Residual</b>	72	72455.9381	1006.3325			
	<b>Total</b>	79	104446.458				
<b>Grupos</b>	<b>Ilhas</b>	3	6551.7231	2183.9077	2.6702	0.1929	0.153
	<b>profundidade</b>	1	2130.6333	2130.6333	2.6051	0.1623	0.1618
	<b>ilhasxprofundidade</b>	3	2453.609	817.8697	1.0454	0.3829	0.3795
	<b>Residual</b>	72	56329.3111	782.3515			
	<b>Total</b>	79	67465.2764				

Na Análise de Correspondência (Figura 6) o 1º eixo (27,24%) opõe, no lado positivo, as amostras que apresentaram contribuições dos táxons *A. taxiformis*, Ceramiales, *Zoanthus* sp., Corallinaceae articulada, Dictyotaceae, “turf” de algas”, em relação às amostras que apresentaram contribuição de *Palythoa* sp., no lado negativo. O primeiro eixo pode ser explicado como a variação dos fotoquadrados em função do organismo responsável pela ocupação do substrato, ou seja, as amostras fortemente dominadas por *Palythoa* sp. se opuseram em relação às amostras com maior recobrimento de *Zoanthus* sp. e/ou táxons do grupo das Macroalgas. O 2º eixo (18,89%) opõe, no eixo positivo, grande parte das amostras da Ilha Araçatiba de Fora em relação às demais amostras das outras ilhas. Os táxons responsáveis pela separação, no eixo positivo, foram: Ceramiales e *Zoanthus* sp., e para o eixo negativo: *Dictyota* sp. e *M. hispida*. O segundo eixo pode ser explicado como um fator de localização geográfica dos locais, pois a Ilha Araçatiba de Fora se localiza na parte interna da Baía da Ilha Grande quando comparada com as demais estações (vide Figura1). Ademais, fica evidente que os táxons pertencentes ao grupo das macroalgas estão sempre agrupados com *Zoanthus* sp. para os dois eixos do Plano Fatorial.

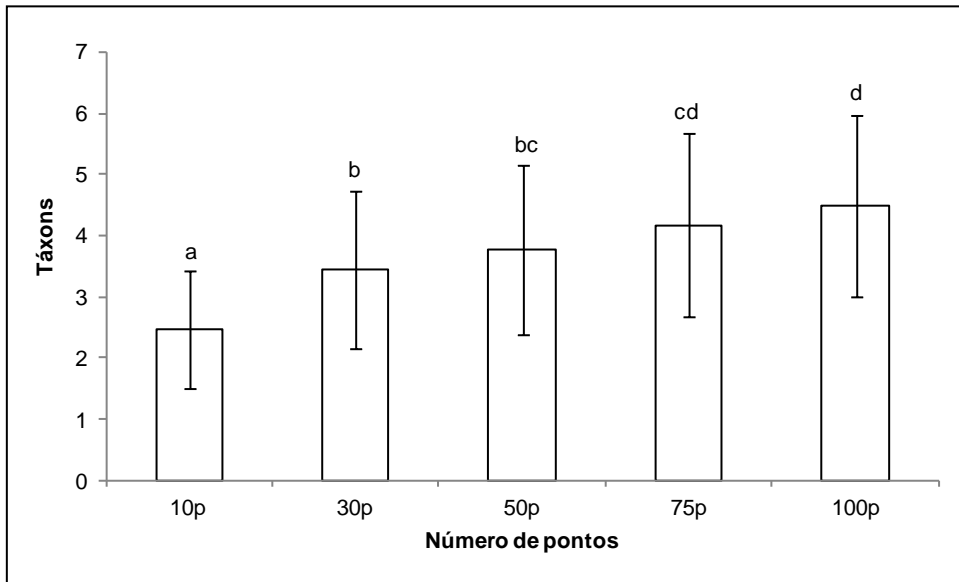




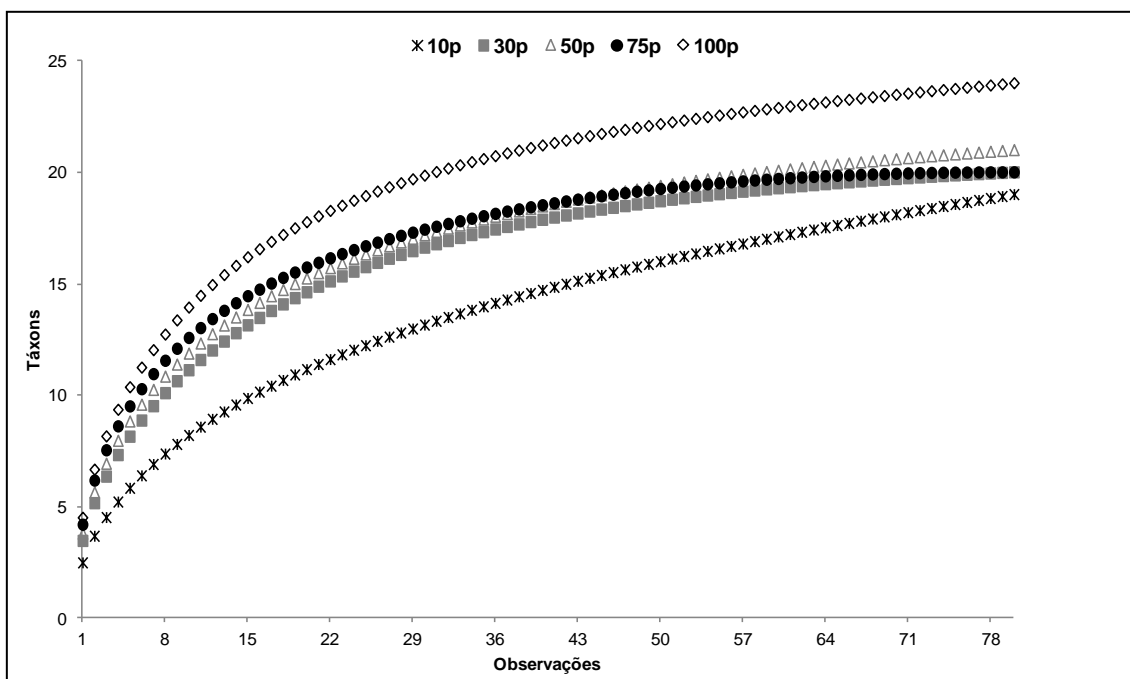
## Ajuste das Resoluções

A média do número total de táxons foi significativamente diferente entre os números de pontos analisados nos fotoquadrados ( $F_{(4, 316)}=79.829$ ,  $p<0.001$ ), sendo que o número de 10 pontos foi diferente dos demais. Nota-se que a média do número total de táxons utilizando 30 pontos se igualou à resolução de 50 pontos que, por sua vez, se igualou a 75 pontos que, por último, se igualou a 100 pontos (Figura 7). Em relação à curva de rarefação (Figura 8), foi possível observar um maior acúmulo de táxons para a resolução de 100 pontos (24 táxons). Os demais, 10, 30, 50 e 75 número de pontos, se assemelharam quanto ao acúmulo final de táxons (19, 20, 21 e 20 táxons, respectivamente). No entanto, nenhum dos quatro alcança o número de acúmulo de táxons de 100 pontos. É interessante notar que as resoluções de 30, 50, 75 e 100 pontos deixaram a fase exponencial entre, aproximadamente, 36-43 observações. A partir desse ponto, as curvas seguem, aproximadamente, paralelas umas em relação às outras, indicando estabilidade do esforço amostral e acumulação taxonômica entre essas diferentes resoluções, ao passo que a curva da resolução de 10 pontos cresce em exponencial conforme se aumentam o número de observações. O valor da estatística  $r$  de Mantel ( $r>0,8$ ) mostrou-se alto (houve alta correlação entre as matrizes de distância comparadas), o teste foi significativo ( $p<0.001$ ) e a hipótese nula (de que as matrizes de distância não são linearmente correlacionadas) foi rejeitada para todas as comparações. Assim, podemos dizer que todas as resoluções têm forte relação com 100 pontos, em termos de abundância (Figura 9). Com base nesses resultados, foi possível observar que um mínimo de 30 pontos aleatórios por amostra seria

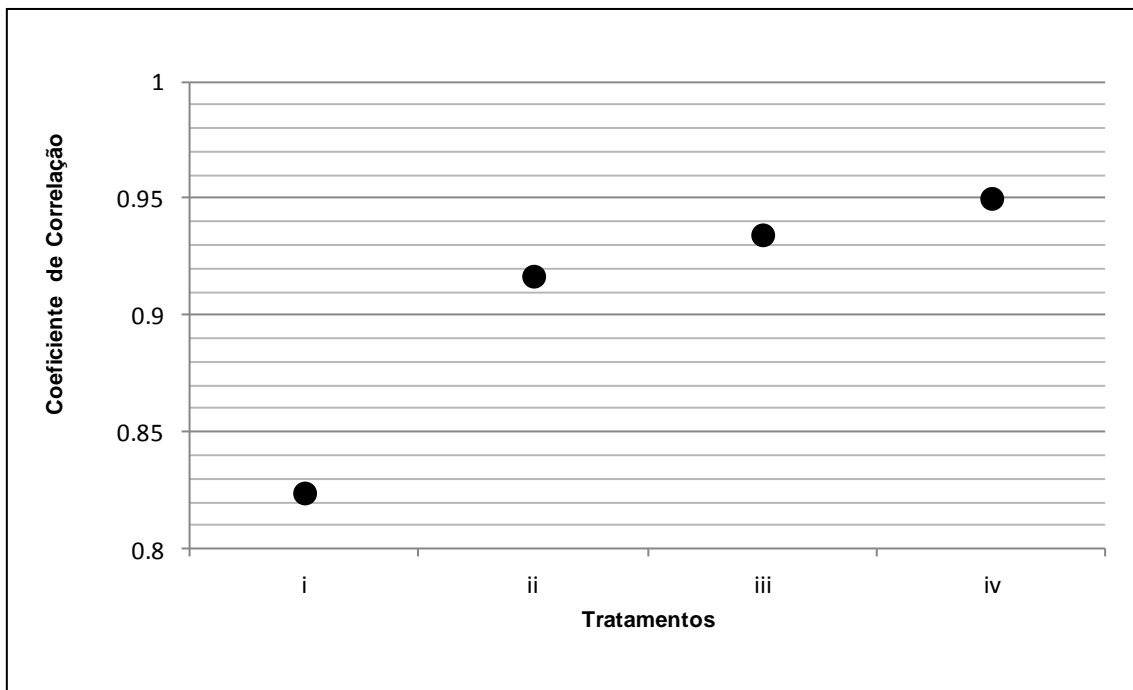
necessário para descrição da comunidade em termos de número de táxons (apesar de haver perda das espécies raras) e abundância de espécies, sugerindo, assim, sua abordagem em estudos subsequentes na região.



**Figura 7:** Média do número de táxon por resolução (número de pontos). A média do número total de táxons foi significativamente diferente ( $F_{(4, 316)} = 79.829$ ,  $p < 0.001$ ), e o layout mostra onde ocorreram as diferenças, apontadas através de teste a posteriori (Tukey).



**Figura 8:** Curva de rarefação de táxons para todas as resoluções (10, 30, 50, 75 e 100 números de pontos) e observações (amostras).



**Figura 9:** Coeficiente de Correlação de Mantel ( $r_M$ ) obtido através de comparações do número de 100 pontos com os demais. Comparações (i) 10 – 100, (ii) 30 – 100, (iii) 50 – 100 e (iv) 75 – 100 pontos. A matriz usada foi à medida de similaridade de Bray-Curtis para os valores de cobertura dos táxons. Para todas as comparações o p de significância foi igual à:  $p < 0.001$ .

## DISCUSSÃO

As fotografias subaquáticas forneceram uma rápida descrição das comunidades bentônicas do infralitoral de algumas ilhas da ESEC Tamoios, tanto em termos de táxons como de grupos. A obtenção de registros permanentes, uma qualidade inerente a este tipo de abordagem (Roberts et al. 1994), permitiu que estas imagens fossem analisadas após quatro anos da coleta dos dados (2007-2011). Além disso, as imagens digitais apresentavam perda de informações biológicas ocasionadas, principalmente, pelo efeito de sombra, característico do ambiente de costão rochoso que apresenta fendas e reentrâncias. Preskitt et al. (2004) argumentam que as melhores fotos são tiradas sobre superfícies planas e que uma maior rugosidade dificulta a identificação dos organismos presentes nas fendas. Os referidos autores afirmam que essas áreas mais escuras são melhores interpretadas nas fotos com o uso de um sistema de flash em campo.

Os zoantídeos dos gêneros *Palythoa* e *Zoanthus* são organismos frequentes em comunidades de águas rasas e calmas ao longo da costa do Brasil. Estes organismos podem obter nutrientes a partir de várias vias: translocação pela zooxantela, captura de zooplâncton e de detritos, e absorção direta de nutrientes dissolvidos na água do mar (Lages & Meurer 2007). A maior abundância de *Palythoa* sp. quando comparada com *Zoanthus* sp. pode ser explicada pelo fato de o primeiro ser um competidor mais forte, presumindo que irá vencer na ocupação de espaço vazio sob uma determinada condição de encontro entre esses organismos (Bastidas & Bone 1996). Além disso, *Palythoa* sp. possui uma das maiores taxas de crescimento entre os zoantídeos

(Suchanek & Green 1981). A espécie, *Palythoa caribaeorum* Duchassaing & Michelotti, 1860, foi observada como um dos cnidários mais importantes em ambientes rasos nos recifes de Abrolhos (Villaça & Pitombo 1997); em profundidades intermediárias (2-4m) na Baía da Ilha Grande (Castro et al. 1999); na profundidade intermediária e abaixo de 4 m em Armação dos Búzios (Oigman-Pszczol et al. 2004). No entanto, *Zoanthus* sp. apresentou percentagens consideráveis de cobertura do substrato, juntamente com *Palythoa* sp, na Ilha Araçatiba de Fora. A coexistência de *Palythoa* e *Zoanthus* pode ser explicada através de mecanismos de compensação como predação, resistência a macroalgas e/ou outros distúrbios que permitem a coexistência de ambos os organismos. Com relação aos distúrbios causados por algas, essas parecem afetar mais severamente os pólipos de *Palythoa* sp. do que *Zoanthus* sp., através de sombreamento, além de provocar branqueamento no primeiro zoantídeo (Bastidas & Bone 1996).

Na área de estudo, o grupo das macroalgas foi dominado por “turf” de algas que são mais resistentes a distúrbios físicos e à herbivoria do que algas individuais (Hay 1981). O “turf” de algas (em inglês turf forming algae) é considerado uma Unidade Taxonômica Operacional (OTU – Operational Taxonomic Unit) composta por numerosas espécies. Basicamente é formada por algas filamentosas e outras espécies delicadas, podendo ter como organismos dominantes as algas calcárias articuladas (e.g. *Jania* e *Amphiroa*) (Figueiredo et al. 2008). Embora, no presente estudo, a composição desta UTO não tenha sido investigada, esta pode variar conforme a amostra analisada (vide Oigman-Pszczol et al. 2004; Horta et al. 2008).

Além disso, *D. anchorata* foi a mais conspícua dentre as esponjas. Essa esponja é conhecida por estar presente nos trópicos do Oceano Atlântico, habitando as águas rasas tanto da costa americana como africana (van Soest 2002 apud McLean & Yoshioka 2008). Os equinoides, *E. lucunter* e *L. variegatus* e os asteroides, *E. brasiliensis* e *O. reticulatus*, foram descritos por Ventura et al. (2007) como as espécies mais frequentes nas estações amostradas da BIG, sendo que os dois equinoides apresentaram as maiores densidades  $2.93 \text{ m}^{-2}$  e  $1.53 \text{ m}^{-2}$ , respectivamente. No presente estudo, esses mesmos equinodermos apresentaram uma baixa frequência e abundância. Eston et al. (1986), ao estudar a comunidade bentônica do Arquipélago de Fernando de Noronha (Brasil), encontrou uma escassez de ouriços e dominância de algas conhecidas por apresentarem defesas químicas contra predação ou natureza calcária incrustante, especulando, assim, que o papel de estruturar comunidades seria exercido, principalmente, pela pressão de outros herbívoros como os peixes. Oigman-Pszczol et al. (2004) também relataram uma baixa abundância de ouriços em Armação dos Búzios (RJ), sugerindo que a pressão de herbivoria seria menos importante do que distúrbios físicos em estruturar aquelas comunidades.

Outro aspecto relevante se refere à presença do coral invasor do gênero *Tubastraea* em duas ilhas: Queimada Grande e Queimada Pequena. Os corais escleractíneos *Tubastraea coccinea* Lesson, 1829 e *Tubastraea tagusensis* Wells, 1982 são considerados exóticos para o Atlântico Sul (De Paula & Creed 2005), sendo nocivos para os organismos nativos. Estes corais são capazes de modificar as interações entre espécies (e.g. provocam remoção das espécies nativas), tendo como consequência o comprometimento da produção e

funcionalidade do ecossistema (Creed 2006). Recentemente, Silva et al. (2011) detectaram a ocorrência deste gênero em 9 ilhas da ESEC, inclusive na Ilha de Búzios, onde não foram encontrados indivíduos no presente estudo. Silva et al. (2011), avaliando que a maioria da sua ocorrência esteve próxima à Ilha Grande (onde parece ter começado sua colonização), sugerem que as ilhas da ESEC Tamoios estão sendo invadidas por este coral na direção leste-oeste.

Foi possível observar que a comunidade bentônica, das ilhas da ESEC Tamoios, apresentou variação espacial para a cobertura dos táxons. Através de Análise Fatorial de Correspondência, foi possível especular, em parte, as prováveis causas dessa variação encontrada. O 1º eixo mostrou a variação das amostras em função do organismo responsável pela ocupação do substrato, onde as amostras fortemente dominadas por *Palythoa* sp. se opuseram em relação às amostras com maior recobrimento de *Zoanthus* sp. e/ou táxons do grupos das Macroalgas. Esse fator de ocupação do substrato também pode ser observado pela forte relação de dependência negativa entre os dois principais grupos, em termos de percentagem de cobertura do substrato (coeficiente de correlação de SPEARMAN,  $r = -0.95$ ,  $p < 0.001$ ). Em ambientes de costão rochoso, presume-se que espaço seja o recurso limitante pelo qual os organismos competem, onde a presença de espaço sem ocupação por organismos é rara (Dayton 1971). Olson & Lubchenco (1990) relatam a competição de algas por espaço. Por outro lado, a variação no 2º eixo pode ser explicada em função da localização geográfica dos locais, onde a Ilha Araçatiba de Fora se separou das demais ilhas. Esta se localiza na parte interna da Baía da Ilha Grande quando comparada com as demais estações. É provável que fatores abióticos locais atuem de modo diferente nessas ilhas



internas da BIG em relação às externas. Por exemplo, a área interna da Baía da Ilha Grande deve apresentar águas com maiores níveis de nutrientes e detritos de origem orgânica, oriundos do continente junto com águas claras na maior parte do ano, que deve ter permitido o desenvolvimento de extensas colônias de *Zoanthus* sp., e de espécies de algas como, por exemplo, *A. taxiformis* e Ceramiales.

Na biologia e ecologia marinha, a cobertura de superfície expressa em percentagem é uma das medidas mais utilizadas para estimativa de diversidade taxonômica e abundância de organismos sésseis, sendo que o número de pontos usados em uma amostra de tamanho determinado pode variar enormemente para essa estimativa, assim como sua arrumação: sistêmica ou aleatória (Drummond & Connell 2005). Alguns trabalhos buscaram estabelecer a relação entre precisão e exatidão entre esses diferentes números, como, por exemplo: Drummond & Connell (2005) e Van Rein et al. (2011). Drummond & Connell (2005) concluíram que a intensidade da amostragem (25 x 50 x 100 pontos de interseção) era indiferente quanto à precisão e exatidão para retratar grupos taxonômicos, e argumentam que a técnica capaz de produzir um grande número de réplicas seria mais propensa a gerar estimativas mais precisas e exatas. Por outro lado, Van Rein et al. (2011) relataram que 50 pontos de interseção por amostra seriam considerados suficientes para quantificar o número de espécies e detectar mudanças na estrutura da comunidade, além de apresentar precisão e exatidão na amostragem. Neste ponto, faz-se necessário esclarecer o significado de precisão e exatidão. Precisão reflete-se na variabilidade de uma estimativa,

enquanto que exatidão é a proximidade de uma medida da média real (mas desconhecida) (Andrew & Mapstone 1987).

Em programas de monitoramento a adequação do método passa por conflitos de “perdas e ganhos” (trade-off), onde um meio termo é selecionado como um ajuste entre precisão-exatidão e custos (tempo e finanças) (Brown et al. 2004; Drummond & Connell 2005). Contudo, no presente estudo, não se buscou estabelecer relações de precisão e exatidão, e sim encontrar qual número de pontos apresentaria eficiência na extração de dados em termos de número de táxons (qualitativo) e abundância específica (quantitativo). Com base nos resultados foi possível observar que a resolução de 30 pontos representaria esse meio termo, pois haveria perda referente na detecção das espécies raras, contudo sem perder eficiência na descrição da comunidade qualitativamente e quantitativamente, sugerindo, assim, sua abordagem em estudos subsequentes.

## CONCLUSÃO

O fotoquadrado insere uma visão macro da comunidade permitindo descrever diferentes organismos como: macroalgas, corais escleractíneos e zoantídeos, equinoides, asteroídeos, briozoários, esponjas e ascídias. Através dessa técnica, foi possível detectar variação espacial da cobertura dos táxons da comunidade bentônica em algumas ilhas da ESEC Tamoios e observar uma forte relação de dependência negativa, em termos de ocupação do substrato, entre os dois grupos mais abundantes (Zoantharia e Macroalgas) na área de estudo. Além disso, o estudo propõe o uso de 30 pontos aleatórios, pois essa resolução se mostra eficiente na extração dos dados qualitativos e quantitativos.

Em suma, a técnica do fotoquadrado é uma metodologia extremamente prática em sua amostragem, de rápida coleta de dados bióticos, de amplo dimensionamento amostral e capaz de obter registros permanentes. Assim, as comunidades bentônicas das ilhas que compõe a ESEC Tamoios podem ser rapidamente acessadas através dessa técnica, tornando viável uma compreensão mais ampla do ambiente a ser estudado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As duas metodologias: (I) Fitossociologia e (II) Fotoquadrado foram capazes de descrever a comunidade bentônica, de substrato consolidado, em algumas ilhas da ESEC Tamoios, tanto em termos de espécies como de grupos, permitindo acessar quais são as espécies ou grupos abundantes e frequentes no infralitoral raso na região.

A fitossociologia, por adotar uma metodologia mais refinada na análise taxonômica, permite o levantamento de um grande número de algas até o menor nível taxonômico possível. Essas técnicas tradicionais que se baseiam num amplo conhecimento taxonômico são as únicas que permitem avaliar a biodiversidade dessas comunidades, sendo fundamentais para medidas de Conservação do ambiente. Por outro lado, o fotoquadrado permite avaliar a ocupação do substrato de diferentes organismos como: macroalgas, corais escleractíneos e zoantídeos, equinoides, asteroides, briozoários, esponjas e ascídias, dando uma visão macro do componente biótico dos costões rochosos. Essa aquisição de uma visão macro sobre a comunidade com certeza posiciona essa técnica em vantagem em relação às outras, em caso de futuras atividades de monitoramento cujos propósitos são governados por essa motivação.

Por fim, ambas as técnicas detectaram variação espacial na cobertura de espécies da comunidade bentônica. Esses resultados vêm a elucidar o caráter de singularidade presente nesses ambientes insulares, apresentando heterogeneidade de populações bentônicas. Benedetti-Cecchi et al. (2003) argumentam que as assembleias de organismos presentes em ilhas são,

frequentemente, únicas já que os processos ecológicos que ali operam são diferentes do continente, possivelmente devido a uma maior variação de condições ambientais dentro do próprio sistema como, por exemplo, sua exposição ao batimento de ondas que pode variar largamente de um lado para o outro da ilha.

Logo, é importante acessar a relevância dessas variações espaciais detectadas através de um conhecimento em longo prazo da dinâmica da comunidade, sendo adquiridos em estudos subsequentes e padronizados na região. Sem esses, se torna difícil pontuar a significância ecológica dessas variações. Ressalva-se, ainda, a necessidade de detectar variação da comunidade em diferentes escalas espaciais (pequena – intermediária – grande escala) e temporais (estações e anos). Para esse objetivo, os estudos no ambiente marinho devem envolver desenho amostral hierarquizado, com uma malha amostral ampla, capaz de acessar simultaneamente padrões em escalas múltiplas (Underwood & Chapman 1998a). Enfim, a padronização de métodos (como dimensão do quadrado, tamanho amostral e estimativas adotadas) é essencial entre os pesquisadores brasileiros que trabalham numa mesma área de atuação. Essa medida permitirá agregar dados que servirão para entender os processos envolvidos nas variações das comunidades em diferentes escalas, tornando viável distinguir as variações naturais do sistema das mudanças provocados por intervenção humana.

## REFERÊNCIAS

- Amado Filho GM, Barreto MBB, Marins BV, Felix C & Reis RP (2003) Estrutura das comunidades fitobentônicas do infralitoral da Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 26:329-342.
- Amado Filho GM, Horta PA, Brasileiro PS, Barreto MBB & Fujii MT (2006) Subtidal benthic marine algae of the marine state park of Laje de Santos (São Paulo, Brazil). *Brazilian Journal of Oceanography*, 54:225-234.
- Anderson MJ (2005) *PERMANOVA: a FORTRAN computer program for permutational multivariate analysis of variance*. Department of Statistics, University of Auckland, New Zealand.
- Andrew NL & Mapstone BD (1987) Sampling and description of spatial pattern in marine ecology. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 25:39-90.
- Bacci D (2005) *Estudos taxonômicos do gênero Chondria (Ceramiales, Rhodophyta) no litoral dos estados de São Paulo e Espírito Santo, Brasil*. Instituto de Botânica do Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, 114 p.

- Barbosa SO, Figueiredo MAO & Testa V (2008) Estrutura e dinâmica de comunidades bentônicas dominadas por macrófitas na zona intramareal da Praia de Jacaraípe, Espírito Santo, Brasil. *Hoehnea*, 35:563-575.
- Barreto MBB & Yoneshigue-Valentin Y (2001) Aspectos morfológicos do gênero *Ceramium* Roth (Ceramiaceae, Rhodophyta) no Estado do Rio de Janeiro. *Hoehnea*, 28:77-110.
- Bastidas C & Bone D (1996) Competitive strategies between *Palythoa caribaeorum* and *Zoanthus sociatus* (Cnidaria:Anthozoa) at a reef flat environmental in Venezuela. *Bulletin of Marine Science*, 59:543-555.
- Belo WC (2002) O fundo marinho da Baía da Ilha Grande, RJ: evidência de ação de correntes e ondas no canal central com base em formas de fundo observadas em registros de sonar (100kHz). *Revista Brasileira de Geofísica*, 20:17-30.
- Benedetti-Cecchi L, Maggi E, Bertocci I, Vaselli S, Micheli F, Osio GC & Cinelli F (2003) Variation in rocky shore assemblages in the northwestern Mediterranean: contrasts between islands and the mainland. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 293:193-215.
- Berchez FAS & Oliveira EC (1992) *Temporal changes in benthic marine flora of the Baía de Santos, SP, Brazil, over the last four decades*. In: Cordeiro-Marino M; Azevedo MTP; Sant'Anna CL; Tomita NY & Plastino EM (eds)

Algae and environment: a general approach. São Paulo, Sociedade Brasileira de Ficologia, CETESB, p. 120- 131.

Bohnsack JA (1979) Photographic quantitative sampling of hard-bottom benthic communities. *Bulletin of Marine Science*, 29:242-252.

Brasil Decreto nº 98.864, de 23 de janeiro de 1990. Cria a Estação Ecológica de Tamoios, e dá outras providências.

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1990-1994/D98864.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D98864.htm) Data de Consulta: 11.01.2012.

Brasil Ministério do Meio Ambiente Portaria nº 126, de 27 de maio de 2004 - Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira.

Brasil Ministério do Meio Ambiente (2006) Plano de Manejo da Estação Ecológica de Tamoios – Fase 1. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Renováveis (IBAMA).

Braun-Blanquet J (1932) *Plant Sociology. The Study of Plant Communities*. New York, Hafner, 407 p.

Brito LVR, Széchy MTM & Cassano V (2002) Levantamento taxômico das macroalgas da zona das marés de costões rochosos adjacentes ao



Terminal Marítimo Almirante Maximiano Fonseca, Baía da Ilha Grande, RJ. *Atlântica, Rio Grande*, 24:17-26.

Brown E, Cox E, Jokiel P, Rodgers K, Smith W, Tissot B, Coles SL & Hultquist J (2004) Development of Benthic Sampling Methods for the Coral Reef Assessment and Monitoring Program (CRAMP) in Hawai'i. *Pacific Science*, 58:145-158.

Brown JH & Lomolino MV (2006) *Biogeografia*. 2ª ed. FUNPEC, Ribeirão Preto, 691 p.

Bula-Meyer G (1997) Las espécies de *Champia* (Rhodophyta: Champiaceae) de talo aplanado y una nueva Del Caribe Colombiano. *Caldasia*, 19:83-90.

Cassano V (2009) *Taxonomia e Filogenia do complexo Laurencia (Ceramiales, Rhodophyta), com ênfase no estado do Rio de Janeiro, Brasil*. Tese de Doutorado. Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 328 p.

Castro CB, Echeverría CA, Pires DO & Fonseca CG (1999) *Distribuição de bentos (Cnidaria e Echinodermata) em costões rochosos da Baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil*. In: Silva SHG & Lavrado HP (eds) *Ecologia dos Ambientes Costeiros do Estado do Rio de Janeiro*. Série Oecologia Brasiliensis, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 7: 179–193.

Clarke KR (1993) Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18:117-143.

Clarke KR & Gorley RN (2006) PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth.

Collings GJ & Cheshire AC (1998) Composition of subtidal macroalgal communities of the lower gulf waters of South Australia, with references to water movement and geographical separation. *Australian Journal of Botany*, 46:657-669.

Connell JH (1978) Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199:1302-1310.

Cordeiro-Marino M (1972) *Rodófitas marinhas do Estado de Santa Catarina*. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 491 p.

Cordeiro-Marino M (1978) *Rodófitas Bentônicas Marinhas do Estado de Santa Catarina*. Rickia – Arquivos de Botânica do Estado de São Paulo, 243 p.

Creed JC (2006) Two invasive alien azooxanthellate corals, *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis*, dominate the native zooxanthellate *Mussismilia hispida* in Brazil. *Coral Reefs* 25:350.

Creed JC, Pires DO & Figueiredo MAO (2007) *Biodiversidade Marinha da Baía da Ilha Grande*. MMA/SBF, Brasília, 295 p.

Crispino LMB (2000) *Feofíceas do litoral do Estado do Espírito Santo*. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 193 p.

Dawes CJ & Mathieson AC (2008) *The seaweeds of Florida*. University Press of Florida, Gainesville, 591 p.

Dayton PK (1971) Competition, disturbance, and community organization: The provision and subsequent utilization of space in a rocky intertidal community. *Ecological Monographs*, 41:351-389.

De Paula AF & Creed JC (2004) Two species of the coral *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) in Brazil: A Case of Accidental Introduction. *Bulletin of Marine Science*, 74:175-183.

De Paula AF & Creed JC (2005) Spatial distribution and abundance of nonindigenous coral genus *Tubastraea* (Cnidaria Scleractinia) around Ilha Grande, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 65: 661–663.

- Dethier MN, Graham ES, Cohen S & Tear LM (1993) Visual versus random-point percent cover estimations: "objective" is not always better. *Marine Ecology Progress Series*, 96:93-100.
- Diaz RJ, Solam M & Valente RM (2004) A review of approaches for classifying benthic habitats and evaluating habitat quality. *Journal of Environmental Management*, 73:165-181.
- Drummond SP & Connell SD (2005) Quantifying percentage cover of subtidal organisms on rocky coasts: a comparison of the costs and benefits of standard methods. *Marine and Freshwater Research*, 56:865-876.
- Eberhardt LL & Thomas JM (1991) Designing environmental field studies. *Ecological Monographs*, 61:53-73.
- Eston VR, Migotto AE, Oliveira Filho EC, Rodrigues SA & Freitas JC (1986) Vertical distribution of benthic marine organisms on rocky coasts of the Fernando de Noronha Archipelago (Brazil). *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 34:37-53.
- Falcão C & Széchy MTM (2005) Changes in shallow phytobenthic assemblages in southeastern Brazil, following the replacement of *Sargassum vulgare* (Phaeophyta) by *Caulerpa scalpelliformis* (Clorophyta). *Botanica Marina*, 48:208-217.

Falcão C, Maurat MC, Nassar CAG, Széchy MTM & Mitchell GJP (1992) Benthic marine flora of the northeastern and southeastern coast of Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brazil: Phytogeographic Considerations. *Botanica Marina*, 35:357-364.

Figueiredo MAO & Tâmega FTS (2007) *Macroalgas Marinhas*. In: Creed JC, Pires DO & Figueiredo MAO (eds) Biodiversidade Marinha da Baía da Ilha Grande. MMA/SBF, Brasília, p.155-180.

Figueiredo MAO, Barreto MBB & Reis RP (2004) Caracterização das macroalgas nas comunidades marinhas da Área de Proteção Ambiental de Cairuçu, Parati, RJ – subsídios para futuros monitoramentos. *Revista Brasileira de Botânica*, 27:11-17.

Figueiredo MAO, Horta PA, Pedrini AG & Nunes JMC (2008) Benthic marine algae of the coral reefs of Brazil: a literature review. *Oecologia Brasiliensis*, 12:258-269.

Foster MS, Harrold C & Hardin DD (1991) Point vs. photo quadrat estimates of the cover of sessile marine organisms. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 146:193-203.

- Gee JM & Warwick RM (1994) Metazoan community structure in relation to the fractal dimensions of marine macroalgae. *Marine Ecology Progress Series*, 103:141-150.
- Guilardi NP, Pereira Filho GH & Berchez F (2008) Current knowledge status of the ecology of hard bottom benthic communities in Brazil and the need for new approaches. *Oecologia Brasiliensis*, 12:197-205.
- Guimarães SMPB, Fujii MT, Pupo D & Yokoya NS (2004) Reavaliação das características morfológicas e suas implicações taxonômicas no gênero *Polysiphonia sensu lato* (Ceramiales, Rhodophyta) do litoral dos Estados de São Paulo e Espírito Santo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 27:163-183.
- Guiry MD & Guiry GM (2012) *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>. Data de Consulta: 02.01.2012.
- Hammer Ø, Harper DAT & Ryan PD (2001) PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4:1-9.
- Hay ME (1981) The functional morphology of turf-forming seaweeds: persistence in stressful marine habitats. *Ecology*, 62:739–750.

- Horta PA (2000) *Macroalgas do Infralitoral do Sul e Sudeste do Brasil: Taxonomia e Biogeografia*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 301 p.
- Horta PA, Amâncio E, Coimbra CS & Oliveira EC (2001) Considerações sobre a distribuição e origem da flora de macroalgas marinhas brasileiras. *Hoehnea*, 28:243-265.
- Horta PA, Laudares-Silva R, Rörig L, Donangelo A & Burgos DC (2010) *Sistemas de classificação de macroalgas: bases para um estudo taxonômico*. In: Pedrini AG (eds) *Macroalgas: uma introdução à taxonomia*. Technical Books, Rio de Janeiro, p. 29-51.
- Horta PA, Salles JP, Bouzon JL, Scherner F, Cabral DQ & Bouzon ZL (2008) Composição e estrutura do fitobentos do infralitoral da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Santa Catarina, Brasil - Implicações para a conservação. *Oecologia Brasiliensis*, 12:243-257.
- Hurlbert S (1984) Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecological Monographs*, 84:187-211.
- Ikeda Y, Godoi SS & Cacciari PL (1989) Um estudo de séries temporais de corrente na Baía da Ilha Grande. *Relatório Interno do Instituto Oceanográfico de São Paulo*, 28:1-24.

- John DM & Lawson GW (1997) *Seaweed biodiversity in West Africa: a criterion for designating marine protected areas*. In: Evans SM, Vanderpuye CJ & Armah AK (eds). *The Coastal Zone of West Africa: Problems and Management*. Pershaw Press, Sunderland, p. 111-123.
- John DM, Lieberman D & Lieberman M (1977) A quantitative study of the structure and dynamics of benthic subtidal algal vegetation in Ghana (tropical west Africa). *Journal of Ecology*, 65:497-521.
- Joly AB (1957) *Contribuição ao conhecimento da flora ficológica marinha da Baía de Santos e arredores*. Universidade de São Paulo: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, 199 p.
- Joly AB (1965) *Flora marinha do litoral norte do Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas*. Boletim da Faculdade de Filosofia da Universidade de São Paulo, Botânica 21:1-393.
- Joly AB (1967) *Gêneros de algas marinhas da costa atlântica latino-americana*. São Paulo: Edusp, 464 p.
- Kohler KE & Gill SM (2006) Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Computers & Geosciences*, 32:1259-1269.



Lages NS & Meurer BC (2007) *Análise da cobertura de zoantídeos na Ilha Grande - RJ*. In Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu, Minas Gerais, p 1-2.

Legendre P & Legendre L (1998) *Numerical Ecology*. Second English Edition. Elsevier, 853 p.

Leonard GH & Clark RP (1993) Point quadrat versus video transect estimates of the cover of benthic red algae. *Marine Ecology Progress Series*, 101:203-208.

Littler MM & Littler DS (1980) The evolution of thallus and survival strategies in benthic marine macroalgae: field and laboratory tests of a functional form model. *The American Naturalist*, 116:25-44.

Littler DS & Littler MM (2000) *Caribbean Reef Plants. An identification Guide to the Reef Plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico*. Washington: Offshore Graphics, 542 p.

Mac Arthur RH & Wilson EO (1967) *The theory of island biogeography*. Monographs in Population Biology, n<sup>o</sup>1. Princeton, NJ. Princeton University Press, 203 p.

- Macedo IM, Masi BP & Zalmon IR (2006) Comparison of rocky intertidal community sampling methods at the northern coast of Rio de Janeiro State, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography* 54:147-154.
- Mahiques MM & Furtado VV (1989) Utilização da análise dos componentes principais na caracterização dos sedimentos de superfície de fundo da Baía da Ilha Grande. *Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo*, 37:1-19.
- Marins BV, Brasileiro PS, Barreto MBB, Nunes JMC, Yoneshigue-Valentin Y & Amado Filho GM (2008) Subtidal benthic marine algae of the Todos os Santos Bay, Bahia state, Brazil. *Oecologia Brasiliensis*, 12:229-242.
- McLean EL & Yoshioka PM (2008) Substratum effects on the growth and survivorship of the sponge *Desmapsamma anchorata*. *Caribbean Journal of Science*, 44:83-89.
- Meese RJ & Tomich PA (1992) Dots on the rocks: a comparison of percent cover estimation methods. *Journal of the Experimental Marine Biology and Ecology*, 165:59-73.
- Ministério do Meio Ambiente (2002) *Biodiversidade Brasileira - Avaliação e Identificação de Áreas e Ações Prioritárias para Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade nos Biomas*

*Brasileiros*. Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Brasília – DF.

Morin A & Findlay S (2001) *Applied Biostatistics Course*. Department of Biology, University of Ottawa, 286 p.

<http://simulium.bio.uottawa.ca/bio4518/Documents%5CApplied%20Biostatistics%5C2001%5CLecture%20notes/Bio%204118%20Lecture%20Notes%202001.pdf> Data de consulta: 09.02.2012.

Moysés DN, Junqueira AOR, Lavrado HP & Silva SHG (2007) Method for monitoring intertidal communities in a steep rocky shore: a combination of digital image technology and field operational strategy. *Brazilian Journal of Oceanography*, 55:19-27.

Muricy G & Hajdu E (2006) *Porifera Brasilis. Guia de identificação das esponjas marinhas mais comuns do sudeste do Brasil*. Museu Nacional, Série Livros 17, Rio de Janeiro, 104 p.

Murray SN, Ambrose RF & Dethier MN (2002) *Methods for Performing Monitoring, Impact, and Ecological Studies on Rocky Shores*. Coastal Research Center, Marine Science Institute, University of California, Santa Barbara, California. MMS Cooperative, 217 p.

- Oigman-Pszczol SS, Figueiredo MAO & Creed JC (2004) Distribution of benthic communities on the tropical rocky subtidal of Armação dos Búzios, southeastern Brazil. *Marine Ecology*, 25:173-190.
- Oliveira Filho EC (1969) *Algas marinhas do sul do Estado do Espírito Santo (Brasil). I. Ceramiales*. Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, série Botânica 26:1-277.
- Olson AM & Lubchenco J (1990) Competition in seaweeds: linking plant traits to competitive outcomes. *Journal of Phycology*, 26:1-6.
- Paula EJ (1988) O Gênero *Sargassum* C. Ag. (Phaeophyta-Fucales) no litoral do Estado de São Paulo. *Boletim de Botanica da Universidade de São Paulo*, 10:65-118.
- Pech D, Condal AR, Bourget E & Ardisson P (2004) Abundance estimation of rocky shore invertebrates at small spatial scale by high-resolution digital photography and digital image analysis. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 299:185-199.
- Pedrini AG, Cassano V, Coelho LG & Labronici GJ (1994) *Macroalgas marinhas da região sob influência da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, Angra dos Reis, RJ, Brasil. I – Composição taxonômica*. In: Anais do V Congresso Geral de Energia Nuclear. Rio de Janeiro. Associação Brasileira de Energia Nuclear, v.2, p. 727-731.

- Pereira Filho GHP, Ghilardi NP, Fluckiger G & Berchez F (2008) Quantitative approach to the "physiognomic assessment of hard bottom marine benthic communities" method: precision analysis. *Oecologia Brasiliensis*, 12:191-196.
- Pires DO, Castro CB, Alvarenga MF, Barros MML, Ratto CC & Segal B (2007). *Cnidaria: Anthozoa e Milleporidae*. In Creed JC, Pires DO & Figueiredo MAO (eds) Biodiversidade Marinha da Baía da Ilha Grande. MMA/SBF, Brasília, p. 183-203.
- Preskitt LB, Vroom PS & Smith CM (2004) A Rapid Ecological Assessment (REA) Quantitative Survey Method for Benthic Algae Using Photoquadrats with Scuba. *Pacific Science*, 58:201-209.
- Quinn GP & Keough MJ (2002) *Experimental Design and Data Analysis for Biologists*. Cambridge University Press, New York, 537 p.
- Reis RP (2009) Caracterização da assembléia fitobentônica da praia do Kutuca, ilha da Marambaia, baía de Sepetiba, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 23:297-304.
- Ribeiro FA, Júnior AT, Gestinari LM, Torres J, Lima KKA, Santos MD, Lira GAST, Fontes KAA, Pereira SMB & Yoneshigue-Valentin Y (2008)

Análise quali-quantitativa das populações algáceas de um trecho recifal na praia de Boa Viagem, PE. *Oecologia Brasiliensis*, 12:222-228.

Roberts DE, Fitzhenry SR & Kenelly SJ (1994) Quantifying subtidal macrobenthic assemblages on hard substrata using a jump camera method. *Journal of the Experimental Marine Biology and Ecology*, 177:157-170.

Sabino CM & Villaça R (1999) Estudo comparativo de métodos de amostragem de comunidades de costão. *Revista Brasileira de Biologia*, 59:407-419.

Schneider CW & Searles RB (1991) *Seaweeds of the Southeastern United States – Cape Hatteras to Cape Canaveral*. Duke University Press, Durham and London, 553 p.

Schopmeyer SA, Vroom PS & Kenyon JC (2011) Spatial and Temporal Comparisons of Benthic Composition at Necker Island, Northwestern Hawaiian Islands. *Pacific Science*, 65:405-417.

Silva AG, Lima RP, Gomes AN, Fleury BG & Creed JC (2011) Expansion of the invasive corals *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis* into the Tamoios Ecological Station Marine Protected Area, Brazil. *Aquatic Invasions*, 6:105-110.

Steinbeck JR, Schiel DR & Foster MS (2005) Detecting long-term change in complex communities: a case study from the rocky intertidal zone. *Ecological Applications*, 15:1813-1832.

Steneck RS & Carlton JT (2000) *Human alteration of marine communities: students beware!* In Bertness MD, Gaines SD & Hay ME (eds) *Marine Community Ecology*. Sinauer Associates Inc., Massachusetts, p. 445–468.

Steneck RS & Dethier MN (1994) A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. *Oikos*, 69:476-498.

Suchanek TH & Green DJ (1981) Interspecific competition between *Palythoa caribaeorum* and other sessile invertebrates on St. Croix reefs, U.S. Virgin Islands. *Proceedings of the Fourth International Coral Reef Symposium*, 2:679-684.

Széchy MTM & Paula EJ (2000b) Padrões estruturais quantitativos de bancos de *Sargassum* (Phaeophyta – Fucales) do litoral dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 23:121-132.

Széchy MTM & Nassar CAG (2005) *Flora ficológica bentônica da Baía de Ribeira, sul do Estado do Rio de Janeiro: avaliação após duas décadas de operação da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto*. In: *Anais da X*

Reunião Brasileira de Ficologia. Salvador. Rio de Janeiro, Museu Nacional (Serie Livros, 10), p. 373-397.

Széchy MTM, Amado Filho GM, Cassano V, De-Paula JC, Barreto MBB, Reis RP, Marins-Rosa BV & Moreira FM (2005) Levantamento florístico das macroalgas da baía de Sepetiba e adjacências, RJ: ponto de partida para o Programa GloBallast no Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 19:587-596.

Thompson RC, Crowe TP & Hawkins SJ (2002) Rocky intertidal communities: past environmental changes, present status and predictions for the next 25 years. *Environmental Conservation*, 29:168-191.

Townsend CR, Begon M & Harper JL (2010) Fundamentos em ecologia. 3ª ed. Artmed, Porto Alegre, 576p.

Underwood AJ (1997) *Experiments in Ecology. Their Logical Design and Interpretation Using Analysis of Variance*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 524 p.

Underwood AJ & Chapman MG (1998a) Spatial analyses of intertidal assemblages on sheltered rocky shores. *Australian Journal of Ecology*, 23:138–157



- Valentin JL (2000) *Ecologia Numérica – Uma Introdução à Análise Multivariada de Dados Ecológicos*. Interciência, Rio de Janeiro, 117 p.
- Van Rein H, Schoeman DS, Brown CJ, Quinn R & Breen J (2011) Development of benthic monitoring methods using photoquadrats and scuba on heterogeneous hard-substrata: a boulder-slope community case study. *Aquatic Conservation: Marine Freshwater Ecosystems*, 21:676-689.
- Ventura CRR, Veríssimo I, Lima RNP, Barcellos CF & Oigman-Pszczol SS (2007) *Echinodermata*. In: Creed JC, Pires DO & Figueiredo MAO (eds) Biodiversidade Marinha da Baía da Ilha Grande. MMA/SBF, Brasília, p.273-290.
- Villaça RC (1990) *Metodologia de Amostragem em Costões Rochosos: Abordagem Fitossociológica*. Anais do II Simpósio de Ecossistemas Da Costa Sul e Sudeste Brasileira, 1:1-13.
- Villaça R & Pitombo FB (1997) Benthic communities of shallow-water reefs of Abrolhos, Brazil. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 45:35-43.
- Villaça R, Yoneshigue-Valentin Y & Boudouresque CF (2008) Estrutura da comunidade de macroalgas do infralitoral do lado exposto da Ilha de Cabo Frio (Arraial do Cabo, RJ). *Oecologia Brasiliensis*, 12:206-221.

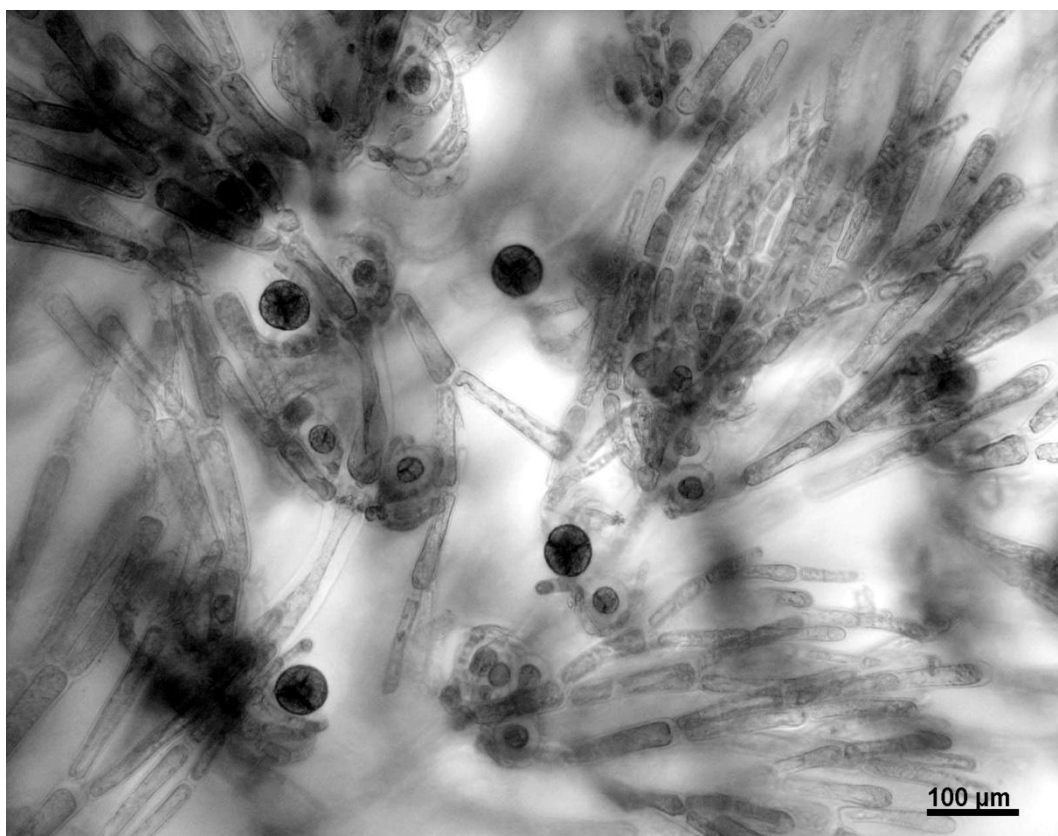
Yoneshigue Y (1985) *Taxonomie et écologie des algues marines dans la région de Cabo Frio*. Thèse Doctorat. Faculté des Sciences de Luminy. Université Aix-Marseille II, Marseille, 466 p.

Yoneshigue Y & Valentin JL (1988) Comunidades algais fotofilas de infralitoral de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. *Gayana, Botânica*, 45:61-75.

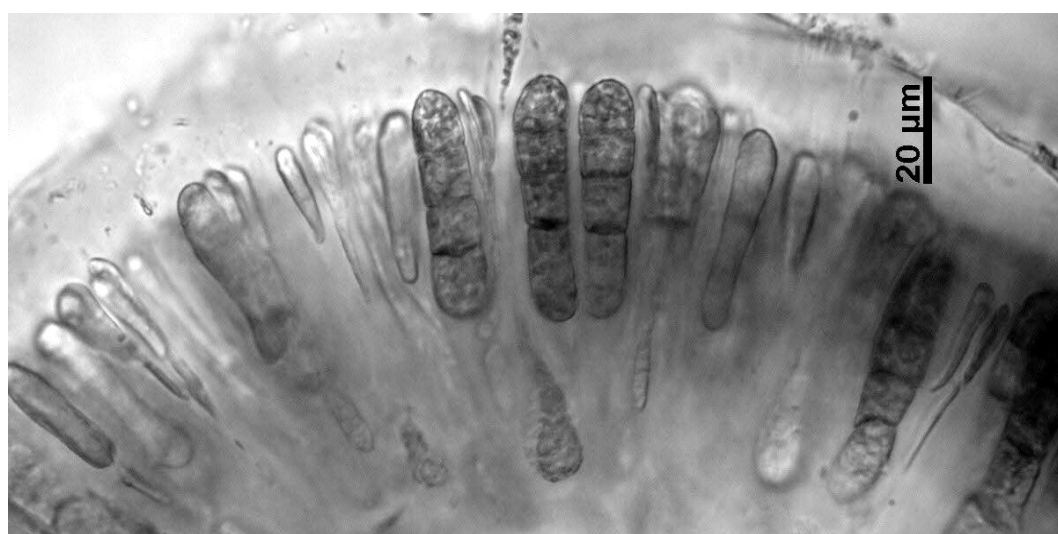
Yoneshigue-Valentin Y & Valentin JL (1992) *Macroalgae of the Cabo Frio upwelling region, Brazil: Ordination of communities*. In: Seeliger U (ed) *Coastal Plant Communities of Latin America*. Academic Press. New York, p. 31-50.

# 1<sup>o</sup> APÊNDICE

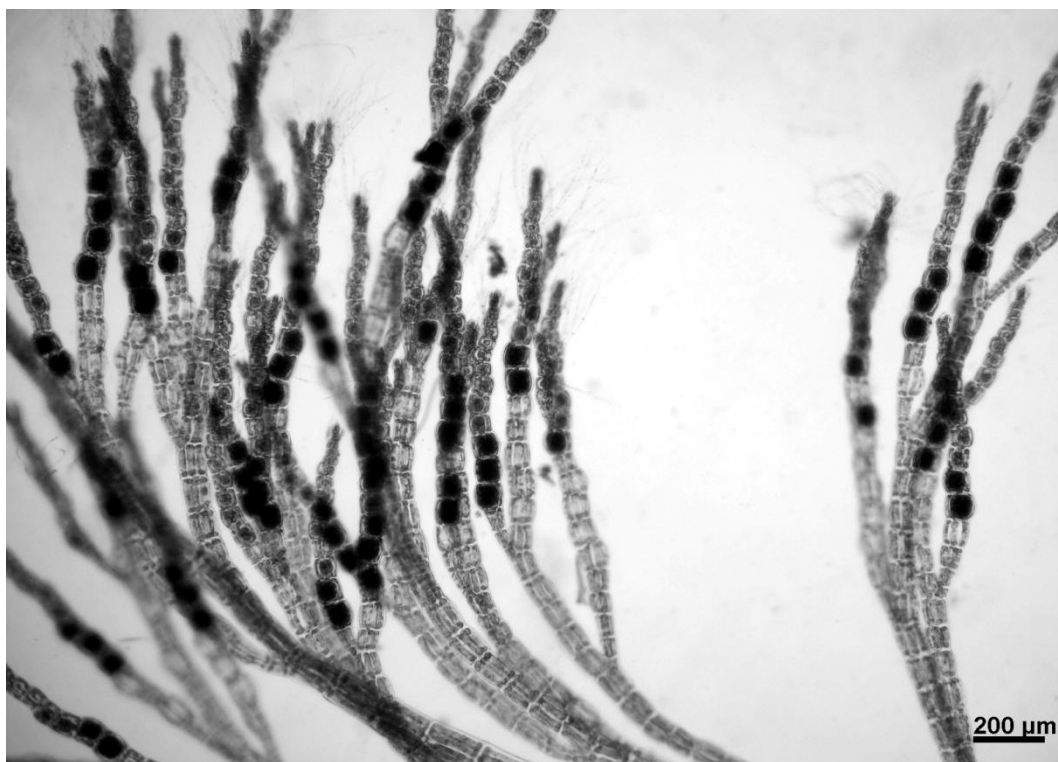
# PRANCHA I



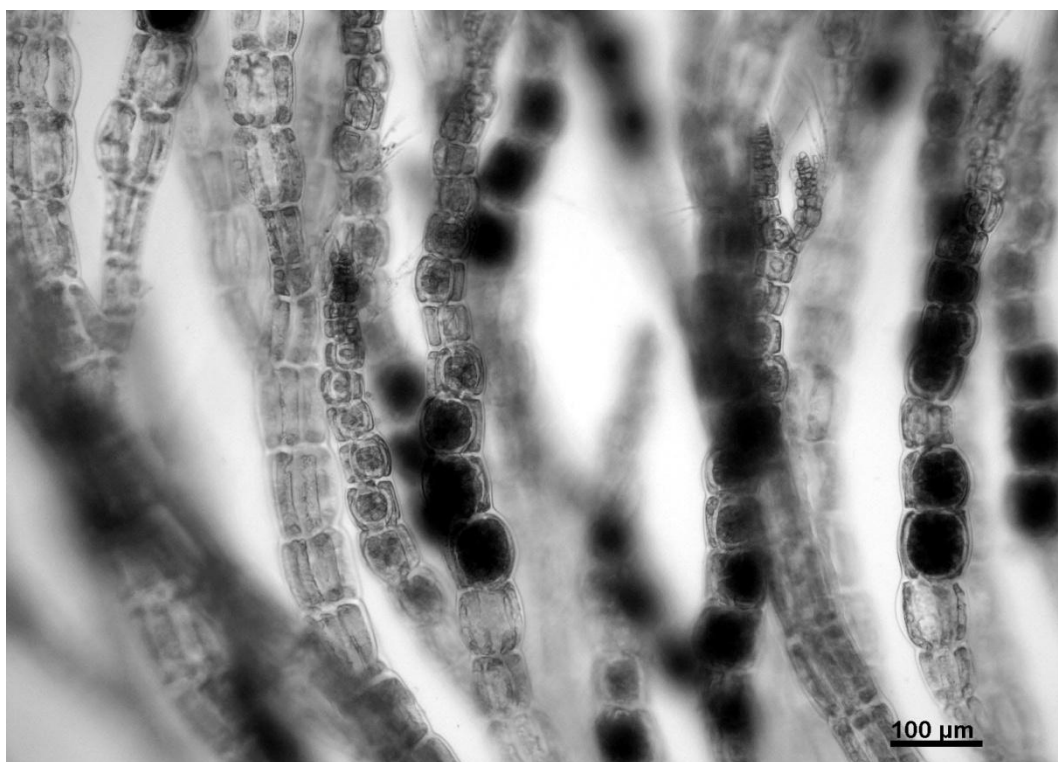
**Figura 1** – *Wrangelia argus*. Planta fértil. Note os tetrásporos tetraedricamente divididos (10x);



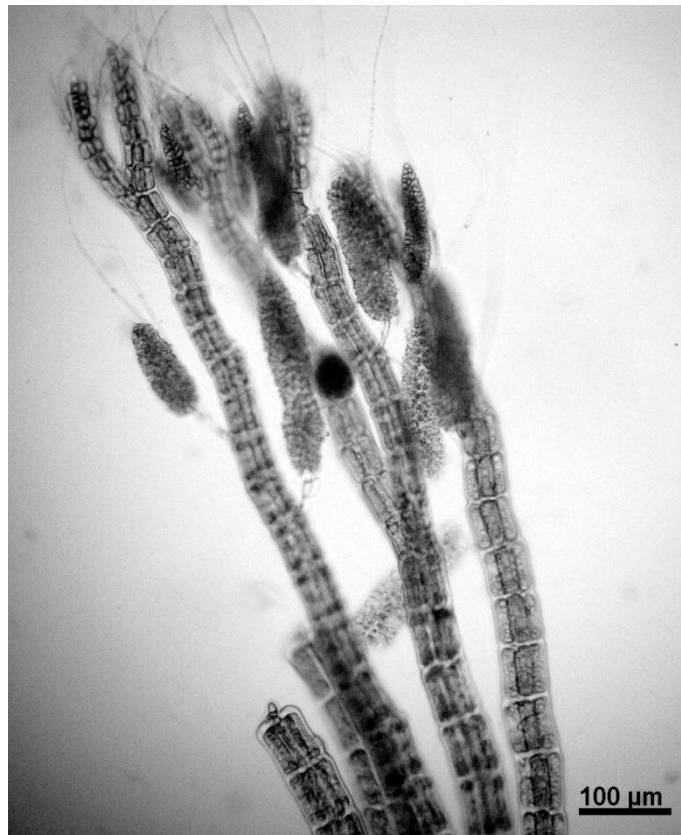
**Figura 2** – *Hypnea spinella*. Parte de um corte transversal de uma planta fértil. Note os tetrásporos zonadamente divididos (40x).

**PRANCHA II**

**Figura 1** – *Neosiphonia gorgoniae*. Planta fértil. Note os tetrasporângios em espiral (5x);



**Figura 2** – *Neosiphonia gorgoniae*. Planta fértil. Note os tetrasporângios em espiral (10x);

**PRANCHA III**

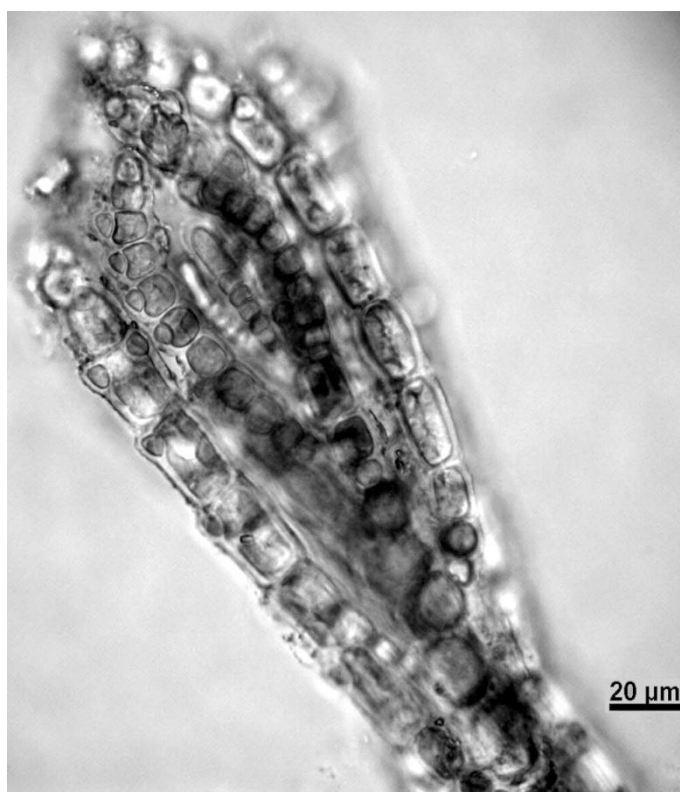
**Figura 1** – *Neosiphonia gorgoniae*. Planta fértil. Note os espermatângios maduros (10x);



**Figura 2** – *Aglaothamnion cordatum*. Planta fértil. Note os gonimoblastos com carposporângios (40x);

**PRANCHA IV**

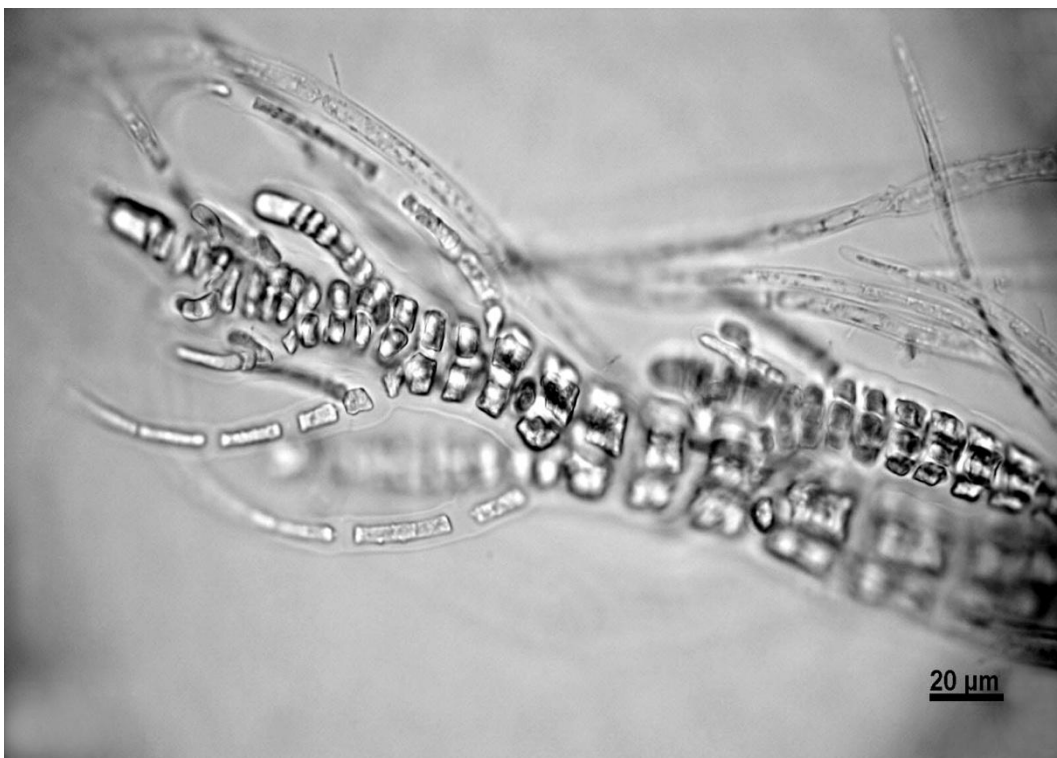
**Figura 1** – *Antithamnion cruciatum*. Hábito de uma planta (10x);



**Figura 2** – *Dohrnella antillara* var. *brasiliensis*. Evidenciando os ramos que apresentam 1-2 células papiliformes (40x).

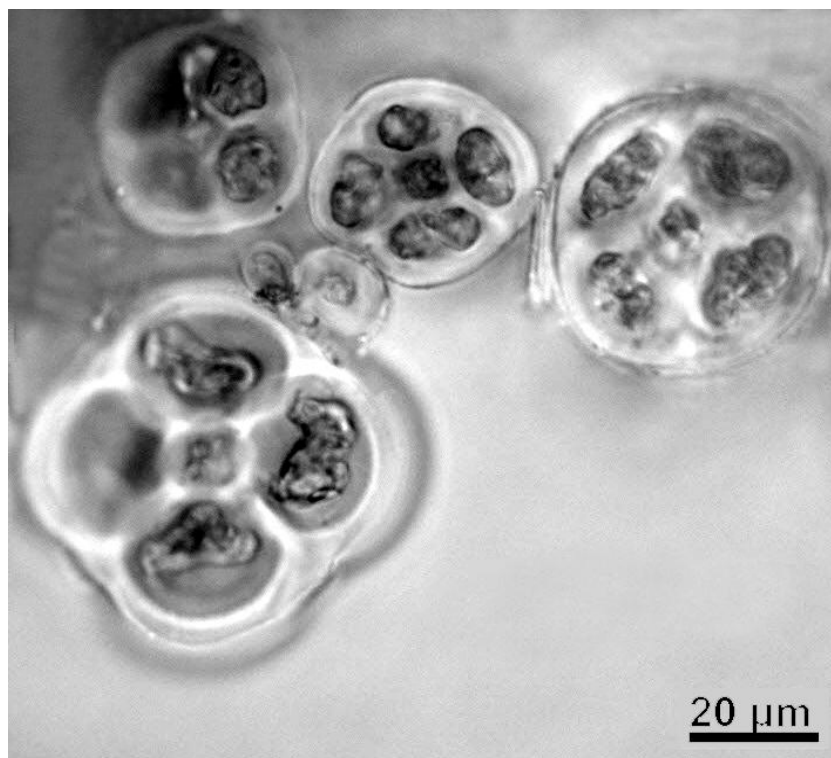
**PRANCHA V**

**Figura 1** – *Boodlea composita*. Planta formada por filamentos uniseriados evidenciando o ápice dos ramos (5x);

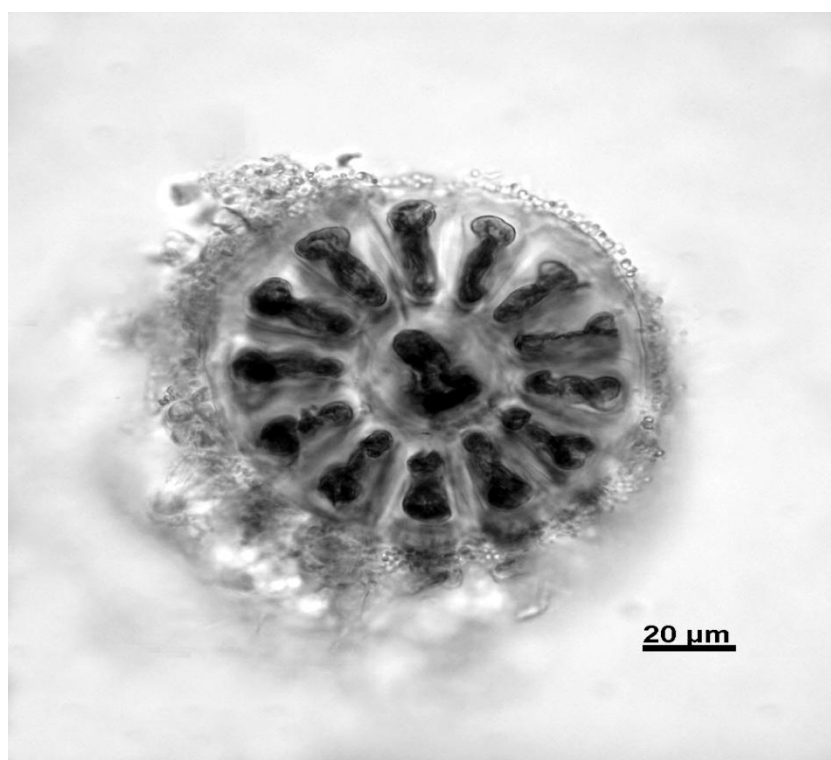


**Figura 2** – *Neosiphonia flaccidissima*. Hábito de uma planta evidenciando ramos laterais formando-se na axila dos tricoblastos (40x);

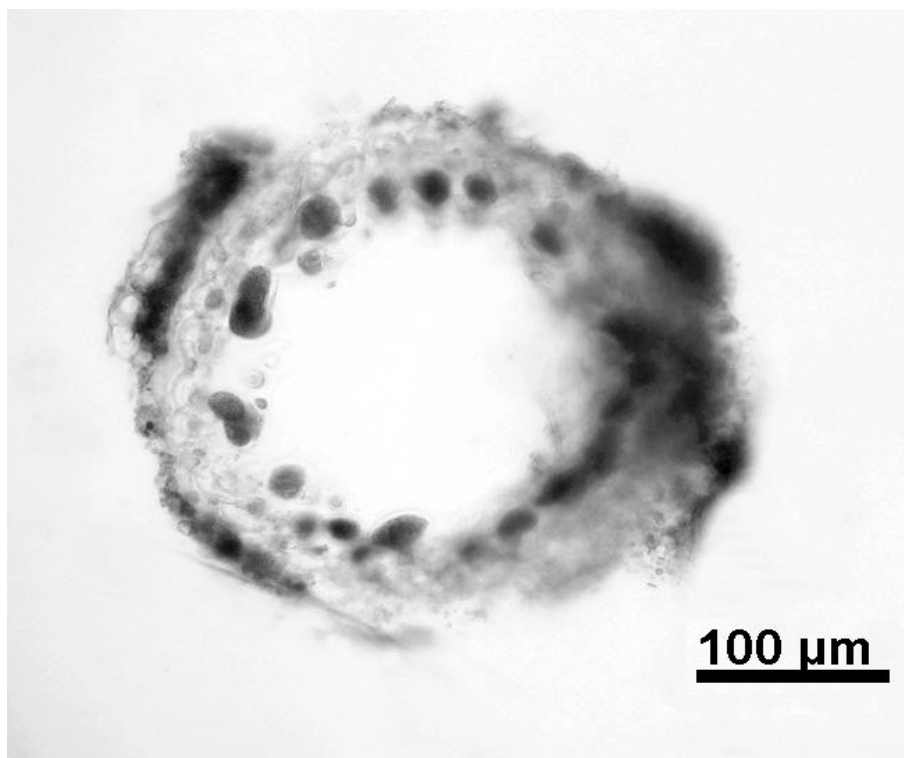


**PRANCHA VI**

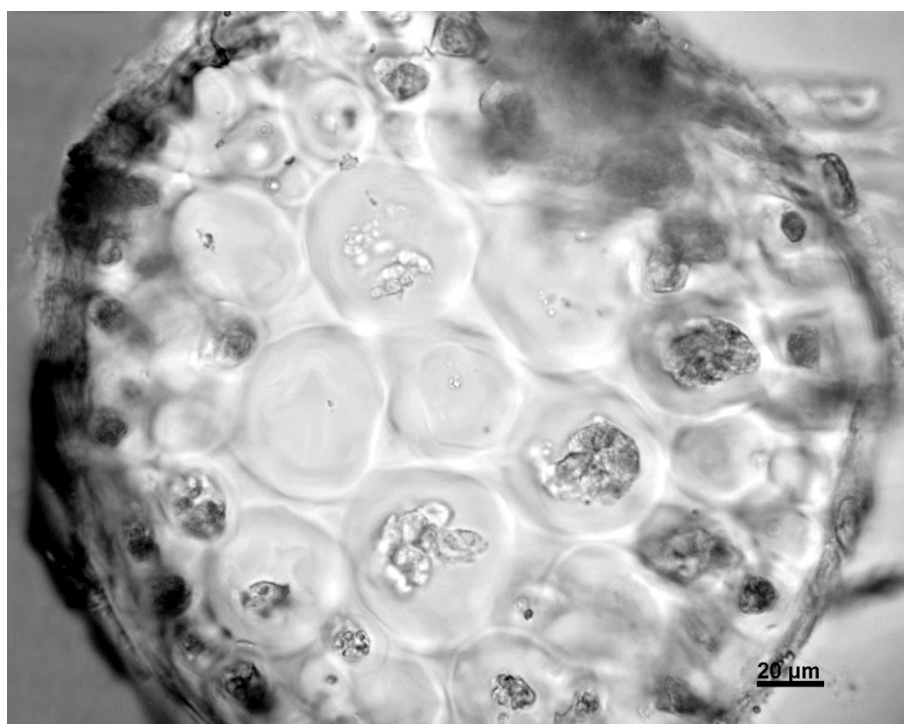
**Figura 1** – *Neosiphonia flaccidissima*. Corte transversal da planta mostrando as quatro células pericentrais (40x);



**Figura 2** – *Herposiphonia secunda*. Corte transversal da planta mostrando 13 células pericentrais (40x);

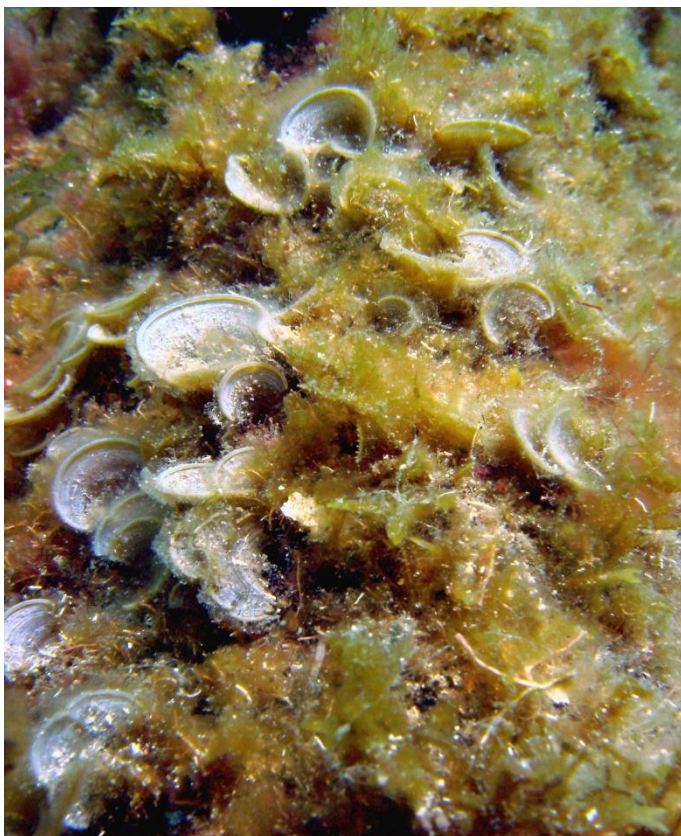
**PRANCHA VII**

**Figura 1** – *Lomentaria mauritiana* – Corte transversal da planta mostrando que a região medular é oca. (10x).



**Figura 2** – *Chondria polyrhiza* – Corte transversal da planta mostrando cinco células pericentrais (40x);

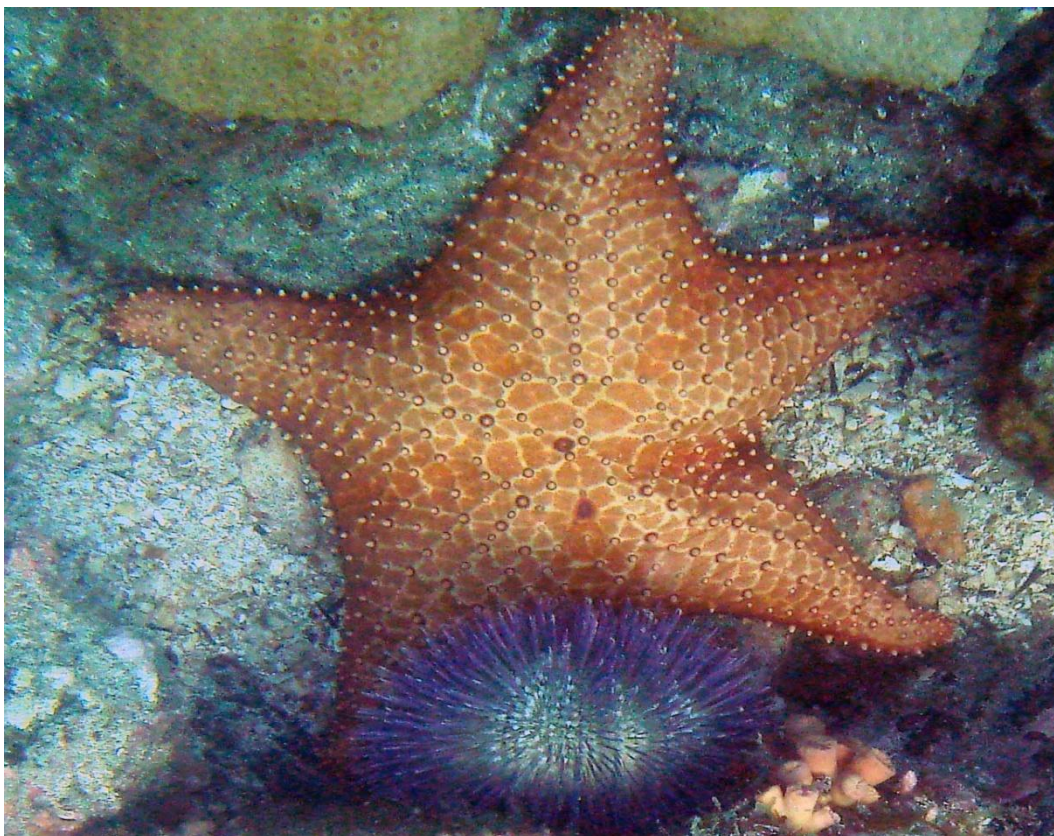
# 2<sup>o</sup> APÊNDICE



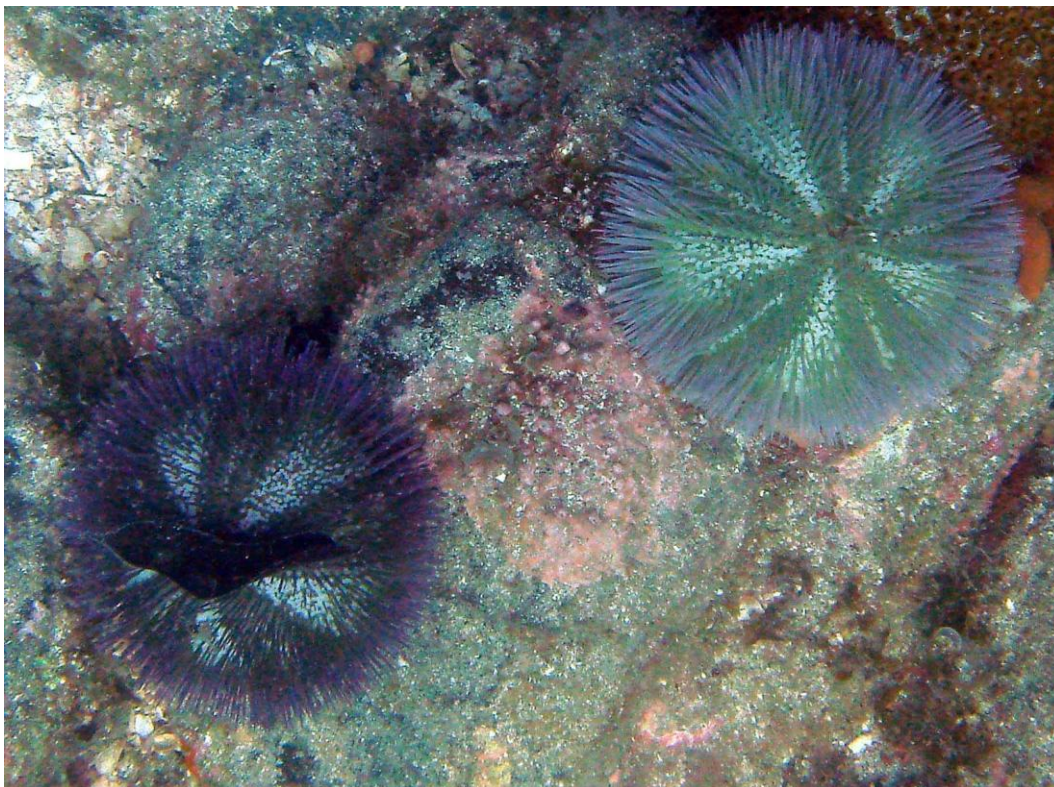
**Figura 1:** *Padina* sp. (Foto: Villaça, RC).



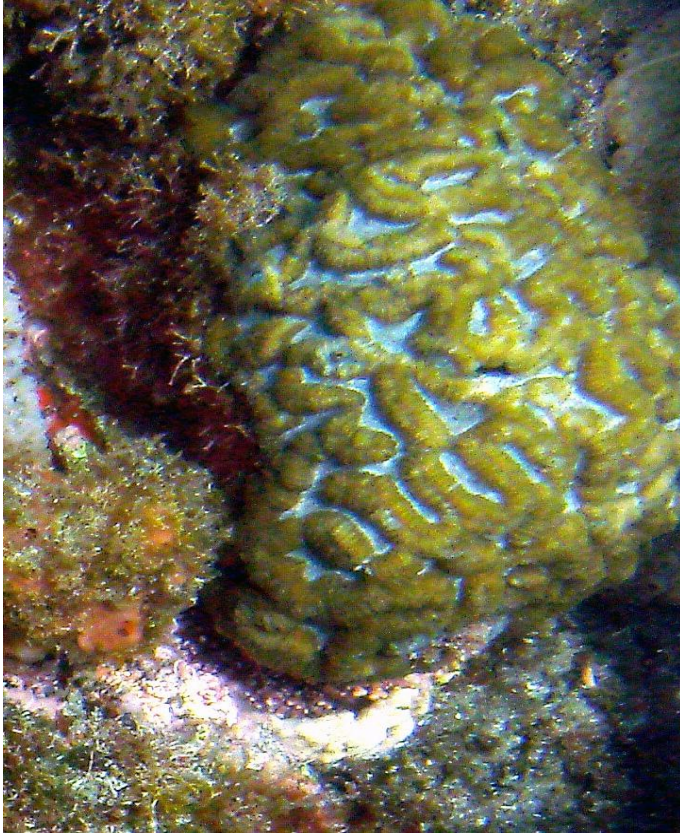
**Figura 2:** Dictyotaceae (Foto: Villaça, RC).



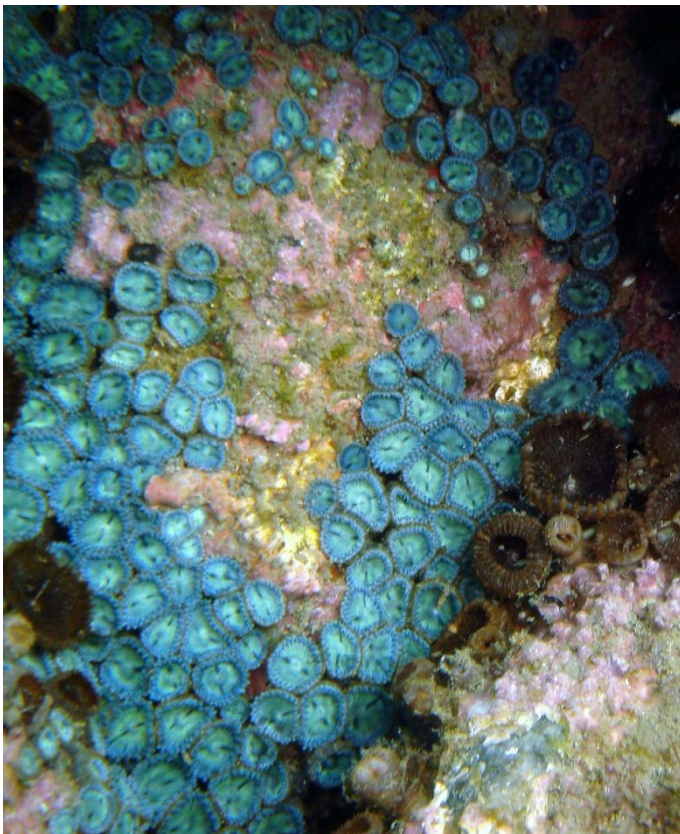
**Figura 3:** *Oreaster reticulatus* (Linnaeus, 1758) (Foto: Villaça, RC).



**Figura 4:** *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816) (Foto: Villaça, RC).



**Figura 5:** *Mussismilia hispida* (Verrill, 1902) (Foto: Villaça, RC).



**Figura 6:** *Zoanthus* sp. (Foto: Villaça, RC).