

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS

MACROFAUNA ASSOCIADA A *MILLEPORA*
ALCICORNIS LINNAEUS, 1758 (CNIDARIA: HYDROZOA)
EM ÁREAS SOB DIFERENTES NÍVEIS DE INFLUÊNCIA
DO TURISMO SUBAQUÁTICO NA ÁREA DE PROTEÇÃO
AMBIENTAL ESTADUAL DOS RECIFES DE CORAL (RN)

TATIANE MARTINS GARCIA

Fortaleza – CE

2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

TATIANE MARTINS GARCIA

MACROFAUNA ASSOCIADA A *MILLEPORA*
ALCICORNIS LINNAEUS, 1758 (CNIDARIA: HYDROZOA)
EM ÁREAS SOB DIFERENTES NÍVEIS DE INFLUÊNCIA
DO TURISMO SUBAQUÁTICO NA ÁREA DE PROTEÇÃO
AMBIENTAL ESTADUAL DOS RECIFES DE CORAL (RN)

Dissertação apresentada ao Mestrado de Ciências Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de MESTRE.

Orientadora: Dra. Helena Matthews Cascon

Fortaleza – CE

2006



Agradecimentos

“Gigantes são os mestres nos ombros dos quais eu me elevei”
Isaac Newton

À professora Dra. Helena Matthews Cascon, pela proposta deste trabalho, orientação e confiança.

Ao pesquisador Msc. Wilson Franklin Júnior, pela orientação, auxílio nas coletas e identificação dos organismos, análise dos dados e, com certeza, pela amizade.

À professora Dr^a Fernanda Duarte Amaral, pelas referências bibliográficas sobre *Millepora*.

Ao professor Dr. Antônio Alves Tavares, pela ajuda na análise dos dados do segundo capítulo.

Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), pela licença de coleta e transporte de material biológico.

Ao Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente (IDEMA), na pessoa do presidente Eugênio Marcos Soares Cunha, pela licença de coleta de material biológico na Área de Proteção Ambiental Estadual dos Recifes de Coral (RN) e pelo apoio financeiro na primeira coleta.

Ao Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR), pelo veículo cedido para a realização da primeira coleta.

À operadora de mergulho Maracajaú Diver, especialmente a Marcelo Zsigmond (Ziggy), pelos equipamentos de mergulho autônomo e apoio durante os mergulhos.

Aos pesquisadores que colaboraram com a identificação dos organismos: Marcelo Soares de Oliveira (Cnidaria); Luis Ernesto Arruda Bezerra e Jesser Fidelis (Crustacea); Ana Carolina Martins de Queiroz (Ophiuroidea); Helena Matthews Cascon (UFC), Cristina Rocha de Almeida Barreira (UFC), Ítalo Braga de Castro, Inês Xavier Martins e Stefane de Lyra Pinto (UFRPE) (Mollusca); Wilson Franklin Junior (UFC) e Rossana Cristina Azevedo Sousa (Polychaeta); Eduardo Carlos Meduna Hadju (UFRJ) (Porifera); Gisele Yukimi Kawauchi (Sipuncula); Tito Monteiro da Cruz Lotufo (UFC) e Gledson Fabiano de Araújo Ferreira (Tunicata).

Aos amigos, Carol, Sula, Manu, Luis Ernesto, Leandro, Wilson, Carlos e Giordano, pelo auxílio durante as coletas em Maracajaú.

A Giordano Vasconcelos, pelas fotografias subaquáticas e imagens utilizadas neste trabalho e pelo carinho, dedicação e paciência.

Aos meus amigos do mestrado, em especial a Aline Ferreira da Silva, Ítalo Braga de Castro e Rossana Cristina Azevedo Sousa.

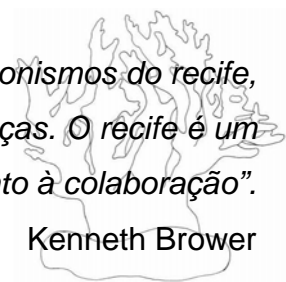
A todos do laboratório de Zoobentos.

Às amigas Arihana, Carol, Cintia, Dani e Sula, pelas conversas e amizade.

Aos amigos da Mocidade Espírita Paulo e Estevão (MEPE), pelo carinho e trabalho espírita.

*“Não vemos os antagonismos do recife,
mas sim as alianças. O recife é um
monumento à colaboração”.*

Kenneth Brower



Índice

Lista de Figuras	x
Lista de Tabelas	xix
Lista de Quadro	xx
INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO 1: Fauna associada ao coral-de-fogo <i>Millepora alcicornis</i> Linnaeus, 1758 (Cnidaria: Hydrozoa)	6
Resumo	7
Abstract	8
1. INTRODUÇÃO	9
1.1 Organismos não coloniais	10
1.1.1 Crustacea	10
1.1.2 Mollusca	11
1.1.3 Polychaeta	13
1.1.4 Sipuncula	13
1.2 Organismos coloniais	14
1.2.1 Porifera	14
2. MATERIAIS E MÉTODO	16
2.1 Área de estudo	16
2.2 Metodologia	17
2.2.1 Análise dos dados	19
3. RESULTADOS	21
3.1 Macrofauna associada	21
3.1.1 Organismos não coloniais	21
3.1.1.1 Crustacea	26
3.1.1.2 Echinodermata	30
3.1.1.3 Mollusca	32
3.1.1.4 Polychaeta	37
3.1.1.5 Sipuncula	42

3.1.2 Organismos coloniais.....	45
3.1.2.1 Cnidaria	46
3.1.2.2 Porifera	49
3.1.2.3 Tunicata.....	52
3.2 Distribuição Espacial da Macrofauna associada a <i>Millepora</i> <i>alcicornis</i>	53
4. DISCUSSÃO	56
4.1 Macrofauna associada	56
4.1.1 Organismos não coloniais.....	58
4.1.1.1 Crustacea	58
4.1.1.2 Echinodermata	60
4.1.1.3 Mollusca	61
4.1.1.4 Polychaeta.....	62
4.1.1.5 Sipuncula.....	63
4.1.2 Organismos coloniais.....	63
4.1.2.1 Cnidaria	63
4.1.2.2 Porifera	64
4.1.2.3 Tunicata.....	64
5. CONCLUSÕES	65
6. APÊNDICES.....	66

CAPÍTULO 2: Impactos da atividade de mergulho na macrofauna associada à *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 (Cnidaria: Hydrozoa) 79

Resumo.....	80
Abstract.....	81
1. INTRODUÇÃO	82
2. MATERIAIS E MÉTODO	84
2.1 Área de estudo.....	84
2.2 Metodologia	85
2.2.1 Análise dos dados.....	86
3. RESULTADOS	88
3.1 Colônias de <i>Millepora alcicornis</i>	88
3.2 Fauna associada a colônias de <i>Millepora alcicornis</i>	90

4. DISCUSSÃO	93
4.1 Colônias de <i>Millepora alcicornis</i>	93
4.2 Fauna associada a colônias de <i>Millepora alcicornis</i>	95
5. CONCLUSÕES	97
CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100

Lista de Figuras

- Figura 1.1: Colônias do hidróide calcário *Millepora alcicornis* evidenciando a presença nas bordas dos recifes de Maracajaú em fevereiro/2005 (A e C), o crescimento ramificado (B) e detalhe dos pólipos defensivos que recobrem a superfície do coral (www.saltyzoo.com) (D). 4
- Figura 1.2: Baixio de Maracajaú (RN) (ver seta), componente da Área de Proteção Ambiental Estadual dos Recifes de Coral (RN). Fonte: Landsat7ETM + composição colorida RGB-543, cena 21464, data 04/08/2001. 16
- Figura 1.3: A. Bóias marcando a presença das colônias de *Millepora alcicornis* nos recifes de Maracajaú (RN); B. Coleta da colônia, envolvida por saco plástico, através de martelo e talhadeira. Julho / 2004. 17
- Figura 1.4: Representação esquemática das estações de coleta (pontos vermelhos) e locais de apoio fixo (azul) no Baixio de Maracajaú. Fonte: Landsat7ETM + composição colorida RGB-543, cena 21464, data 04/08/2001. 18
- Figura 1.5: Volume (cm³) e Densidade (ind./cm³) das colônias de *Millepora alcicornis* coletadas nos recifes de Maracajaú (RN) nas estações de coleta. 21
- Figura 1.6: Índice de diversidade (H') e equitabilidade (J') dos organismos não coloniais associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta. 22
- Figura 1.7: Índice de diversidade (H') e riqueza de Margalef (d) dos organismos não coloniais associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta. 22

- Figura 1.8: Classificação das espécies (muito rara, rara, comum e abundante) de acordo com a abundância dos organismos não coloniais associados à *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.23
- Figura 1.9: À esquerda, número de indivíduos e à direita, número de espécies pertencente à epifauna e a endofauna dos organismos não coloniais associados à *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.23
- Figura 1.10: Táxons e respectivo número de indivíduos (N) dos organismos não coloniais associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.24
- Figura 1.11: Táxons e respectivo número de espécies (S) dos organismos não coloniais associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.24
- Figura 1.12: Espécies dominantes dos organismos não coloniais associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), determinadas através do índice de valor biológico. Crustacea (C), Echinodermata (E), Mollusca (M), Polychaeta (P) e Sipuncula (S).25
- Figura 1.13: Percentual de ocorrência de indivíduos dos organismos não coloniais associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), por estações de coleta.26
- Figura 1.14: À esquerda, número de indivíduos e à direita, número de espécies pertencentes à epifauna vágil e sésil, do táxon Crustacea, associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.27

Figura 1.15: À esquerda, número de indivíduos e à direita, número de espécies dos táxons Amphipoda, Anomura, Caridea, Brachyura, Isopoda e Cirripedia, associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta. 27

Figura 1.16: Espécies do grupo Crustacea, com respectivo número de indivíduos, encontrados associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta. 28

Figura 1.17: Crustáceos associados a *Millepora alcicornis* dos recifes de Maracajaú (RN). A. *Domecia acanthopohora acanthopohora* (escala = 0,6 cm); B. *Petrolisthes galathinus* (escala = 0,7 cm); C. *Pachycheles greeleyi* (escala = 0,4 cm); D. *Porcellana platycheles* (escala = 0,3 cm); E. *Clibanarius antillensis* (escala = 0,4 cm); F. *Clibanarius* sp. (escala = 0,3 cm); G. *Synalpheus fritzmuelleri* (escala = 0,6 cm); H. *Periclimenes americanus* (escala = 0,5 cm); I. *Processa fimbriata* (escala = 0,7 cm); J. *Bemlos unicornis* (escala = 0,4 cm); L. Flabellifera sp3 (escala = 0,6 cm); M. Cirripedia sp1 (escala = 0,8 cm)..... 29

Figura 1.18: À esquerda, número de indivíduos e à direita, número de espécies dos táxons Amphiuridae, Ophiactidae e Ophiotrichidae, associados à *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta. 30

Figura 1.19: Espécies do grupo Ophiuroidea, com respectivo número de indivíduos, encontrados associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta. 31

Figura 1.20: Ofiuróides associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN). A. *Ophiocnida* sp. (escala = 0,3 cm); B. *Amphipholis squamata* (escala = 0,4 cm); C. Amphiuridae sp1 (escala = 0,3 cm); D. Amphiuridae sp1 (escala = 1 cm); E. *Ophiactis savignyi* (escala = 0,4 cm); F. *Ophiactis savignyi* (escala = 0,5 cm)..... 31

- Figura 1.21: À esquerda, número de indivíduos e à direita, número de espécies dos táxons Bivalvia, Gastropoda e Polyplacophora, associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta..... 32
- Figura 1.22: À esquerda, número de indivíduos e à direita, número de espécies pertencente à epifauna e à endofauna associada a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN)..... 33
- Figura 1.23: Espécies de Gastropoda, com respectivo número de indivíduos, encontrados associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta. 33
- Figura 1.24: Espécies de Bivalvia, com respectivo número de indivíduos, encontrados associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta. 34
- Figura 1.25: *Arca imbricata* (setas), bivalve encontrado em associação com a região basal de *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN)..... 35
- Figura 1.26: *Gastrochaena hians* (seta), bivalve encontrado perfurando a região basal de *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN)..... 35
- Figura 1.27: Moluscos associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN). A. *Ischonochiton striolatus* (escala = 0,3 cm); B. *Alvania aberrans* (escala = 0,3 cm); C. *Emarginella pumila* (escala = 0,3 cm); D. *Hipponix subrufus* (escala = 0,7 cm); E. *Macromphalina* sp. (escala = 0,1 cm); F. *Persicula sagittata* (escala = 0,3 cm); G. *Arca imbricata* (escala = 0,7 cm); H. *Corbula caribaea* (escala = 0,2 cm); I. *Lithophaga bisulcata* (escala = 0,4 cm); J. *Limatula herdersoni* (escala = 0,2 cm); L. *Gastrochaena hians* (escala = 0,5 cm); M. *Isognomon bicolor* (escala = 0,4 cm). 36

- Figura 1.28: Número de indivíduos (N) do grupo Polychaeta das Famílias Cirratulidae, Eunicidae, Nereididae, Spionidae, Syllidae (à esquerda) e Capitellidae, Dorvilleidae, Flabeligeridae, Lumbrineridae, Polynoidae, Sabellidae, Serpulidae e Terebellidae (à direita) associadas a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta. 38
- Figura 1.29: Número de espécies (S) do grupo Polychaeta das famílias Cirratulidae, Eunicidae, Nereididae, Spionidae, Syllidae (à esquerda) e Capitellidae, Dorvilleidae, Flabeligeridae, Lumbrineridae, Polynoidae, Sabellidae, Serpulidae e Terebellidae (à direita) associadas a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta. 38
- Figura 1.30: Espécies mais abundantes do grupo Polychaeta, com respectivo número de indivíduos, encontrados associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta. 39
- Figura 1.31: *Eunice cariboea* (seta preta) e *Dodecaceria* cf. *pulchra* (seta branca), poliquetas encontrados perfurando a região basal de *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN). 39
- Figura 1.32: Tubos (setas) construídos por poliquetas evidenciando a perfuração da região basal de *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN). 40
- Figura 1.33: Poliquetas associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN). A. *Eunice cariboea* (escala = 0,4 cm); B. *Nonatus* sp. (escala = 0,2 cm); C. Lumbrineridae sp1 (escala = 0,3 cm); D. *Dasybranchus* sp. (escala = 0,2 cm); E. *Lumbrineris inflata* (escala = 0,1 cm); F. Polinoidae sp1 (escala = 0,1 cm); G. *Syllis gracilis* (escala = 0,2 cm); H. *Typosyllis* sp2 (escala = 0,2 cm); I. *Pherusa* sp. (escala = 0,3 cm); J. *Amphiglena* sp. (escala = 0,5 cm); L. Nereididae sp1 (escala = 0,1 cm); M. *Vermiliopsis* sp. e tubo calcário (escala = 0,2 cm)..... 41

- Figura 1.34: À esquerda, número de indivíduos (N) e à direita, número de espécies (S) das famílias Aspidosiphonidae, Golfingiidae e Phascolosomatidae associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta. 42
- Figura 1.35: Espécies do grupo Sipuncula, com respectivo número de indivíduos, encontrados associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta. 43
- Figura 1.36: *Aspidosiphon elegans* (seta), sipúnculo encontrado na região basal de *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN). 43
- Figura 1.37: *Antillesoma antillarum* (seta), sipúnculo encontrado na região basal de *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN). 44
- Figura 1.38: Sipúnculos associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN). A. *Themiste alutacea* (escala = 0,3cm); B. *Aspidosiphon elegans* (escala = 1cm); C. *Antillesoma antillarum* (escala = 0,75cm). 44
- Figura 1.39: Táxons e respectivo número de indivíduos (N) de organismos coloniais associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta. 45
- Figura 1.40: Táxons e respectivo número de espécies (S) de organismos coloniais associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta. 45
- Figura 1.41: À esquerda, número de indivíduos e à direita, número de espécies pertencente à epifauna e à endofauna dos organismos coloniais associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta. 46

Figura 1.42: Percentual de ocorrência de indivíduos dos organismos coloniais associados a <i>Millepora alcicornis</i> , dos recifes de Maracajaú (RN), por estações de coleta.....	46
Figura 1.43: À esquerda, número de colônias e à direita, número de espécies (S) dos táxons Anthozoa e Hydrozoa, associados a <i>Millepora alcicornis</i> , dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.	47
Figura 1.44: Espécies do grupo Cnidaria, com respectivo número de colônias, encontrados associados a <i>Millepora alcicornis</i> , dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.	48
Figura 1.45: Cnidários associados a <i>Millepora alcicornis</i> , dos recifes de Maracajaú (RN). A. <i>Sertularella cylindritheca</i> (escala = 0,5 cm); B. <i>Palythoa caribaeorum</i> (escala = 0,8 cm); C. <i>Protopalythoa variabilis</i> (escala = 0,7 cm); D. <i>Zoanthus sociatus</i> (escala = 0,7 cm); E. <i>Agaricia</i> sp. (escala = 1,2 cm); F. <i>Siderastrea stellata</i> (escala = 0,4cm).	48
Figura 1.46: Esponja perfurante (seta) encontrada perfurando a região basal de <i>Millepora alcicornis</i> , dos recifes de Maracajaú (RN), pertencente à endofauna.	49
Figura 1.47: <i>Chondrilla nucula</i> , esponja encontrada na região basal de <i>Millepora alcicornis</i> , dos recifes de Maracajaú (RN), pertencente à epifauna.	50
Figura 1.48: Percentual de espécies da endofauna e epifauna do grupo Porifera, encontrados associados a <i>Millepora alcicornis</i> , dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.	50
Figura 1.49: Espécies do grupo Porifera, com respectivo número de colônias, encontrados associados a <i>Millepora alcicornis</i> , dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.	51

- Figura 1.50: À esquerda, número de indivíduos (N) e à direita, número de espécies (S) dos táxons Calcaronea, Calcinea, Geodiidae, Pachastrellidae, Chondrillidae, Spongiidae, Clionidae, Timeidae, Chalinidae e Mycalidae associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta. 51
- Figura 1.51: Espécies do grupo Tunicata, com respectivo número de colônias, encontrados associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta. 52
- Figura 1.52: Ascídias associadas a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN). A. *Didemnum* sp. (escala = 0,35 cm); B. *Didemnum lutarium* (escala = 0,6 cm); C. *Didemnum* sp. (escala = 1,2 cm). 53
- Figura 1.53: Desenho esquemático de indivíduos coloniais e não coloniais em *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), mostrando a disposição dos organismos associados à sua base, corpo e extremidades. 55
- Figura 2.1: Impactos causados pela atividade antrópica: Ancoragem de barcos (cmhc.ucsd.edu/learn/beqa_lagoon.cfm; www.maths.uwa.edu.au) (A e B) que provoca a quebra do coral (www.ecoreefs.com) (C), bombas utilizadas na pesca (www.ecoreefs.com/damage.php) (D) e pisoteio dos corais por turistas (www.coralreefnetwork.com; newsroom.wri.org/wrifeatures) (E e F). 82
- Figura 2.2: Visão geral dos recifes do Baixio de Maracajaú (www.andetur.com.br) (A) evidenciando a participação da região na rota do turismo ecológico. Os turistas são levados aos recifes em lanchas e catamarãs (www.maracajaudiver.com.br; www.ma-noa.com.br) (B e C), onde há flutuantes (www.maracajaudiver.com.br; www.setur.rn.gov.br/fotos) (D e E) que servem como ponto de apoio para os mergulhos livre e autônomo (jandleo.vilabol.uol.com.br) (F). 84

Figura 2.3: Representação esquemática das áreas de coleta no baixo de Maracajaú: área 1, área 2 e área 3, nos recifes de Maracajaú (RN). Fonte: Landsat7ETM + composição colorida RGB-543, cena 21464, data 04/08/2001.	85
Figura 2.4: A. Medida do comprimento da colônia de <i>Millepora alcicornis</i> , nos recifes de Maracajaú (RN); B. Anotações durante a coleta.	86
Figura 2.5: Variação da área do cabeço (m ²) nas três áreas de coleta nos recifes de Maracajaú (RN).	88
Figura 2.6: Variação do número de colônias de <i>Millepora alcicornis</i> , nos recifes de Maracajaú (RN), nas três áreas de coleta.	89
Figura 2.7: Variação do diâmetro das colônias (cm) de <i>Millepora alcicornis</i> , nos recifes de Maracajaú (RN), nas três áreas de coleta.	89
Figura 2.8: Número de espécies (S), à esquerda, e de indivíduos (N), à direita, nas três áreas de coleta.	90
Figura 2.9: Diagrama de Venn referente ao número de espécies associadas à <i>Millepora alcicornis</i> , nos recifes de Maracajaú (RN), nas três áreas de coleta.	90
Figura 2.10: Número de espécies (S) dos grupos Crustacea, Echinodermata, Mollusca, Polychaeta e Sipuncula associados a <i>Millepora alcicornis</i> , nos recifes de Maracajaú (RN), nas três áreas de coleta.	91
Figura 2.11: Relação do índice de diversidade (H') com a equitabilidade (J), à esquerda, e com a riqueza (d), à direita, dos organismos associados a <i>Millepora alcicornis</i> , nos recifes de Maracajaú (RN), nas três áreas de coleta.	91

Lista de Tabelas

Tabela 2.1: Número de espécies (S) e indivíduos (N) de organismos não coloniais associados a <i>Millepora alcicornis</i> , nos recifes de Maracajaú (RN), para as três áreas de coletas antes e após a rarefação.	92
--	----

Lista de Quadro

Quadro 1: Posição ocupada na colônia pelos organismos não coloniais associados à <i>Millepora alcicornis</i> , nos recifes de Maracajaú (RN).....	54
---	----



Introdução geral

Os recifes correspondem a cerca de 15% do fundo marinho entre 0 e 30 metros de profundidade, distribuídos por todo o planeta, entre a isoterma de 20°C do hemisfério norte e a isoterma de 20°C do hemisfério sul (Villaça, 2002).

A importância dos ambientes recifais está relacionada ao aspecto físico – fornecendo proteção às regiões costeiras da ação do mar em diversas áreas do litoral brasileiro; biológico – devido à grande diversidade, onde os organismos associam-se em teias alimentares de grande complexidade, culminando com grandes predadores, que na maioria é utilizado como recursos pesqueiros para a alimentação humana; e bioquímico – fornecendo matéria-prima para pesquisas na área farmacológica (MMA, 2003).

Os recifes de coral estão entre as comunidades biológicas mais diversas e complexas (Díaz-Castañeda & Almeda-Jauregui, 1999). Estes ambientes abrigam expressões diversas de vida que estão intimamente relacionadas à presença de luz, onde nas áreas de maior luminosidade há grande diversidade de espécies (Hetzl & Castro, 1994), refletindo uma ampla variedade de habitats (Pichon, 1995).

A estrutura e forma dos recifes de corais modernos e antigos é resultado da interação entre o crescimento (bioconstrução) e a destruição (bioerosão) do recife (Hutchings, 1986). Os organismos construtores, conhecidos popularmente como corais, pertencem, principalmente, ao Filo Cnidaria (Villaça, 2002). Este Filo, segundo Marques & Collins (2004), é composto por classes: Antozoa, Staurozoa, Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa.

Os organismos coloniais fabricam grandes estruturas calcárias (Prahl, 1988), e os espaços vazios são preenchidos por outros organismos, como esponjas, octocorais, briozoários e algas (Hetzl & Castro, 1994). Os grupos de invertebrados associados às comunidades recifais também incluem ascídias, equinodermas, moluscos, poliquetas e crustáceos (Burchett, 1996).

O processo de destruição dos recifes é realizado por agentes biológicos, químicos e físicos (Hutchings, 1986). A ação biológica é realizada, principalmente, por organismos perfuradores que escavam ativamente os esqueletos calcários e rochas carbonáticas (Villaça, 2002). Os principais grupos de animais envolvidos neste processo são esponjas, moluscos bivalves, sipúnculos e poliquetas (Risk & MacGeachy, 1978).

Dentre os organismos formadores dos recifes brasileiros, o hidróide calcário zooxantelado (Boschma, 1956) do gênero *Millepora*, conhecido como “coral-de-fogo”, é membro conspícuo de recifes de coral onde ocupa uma variedade de substratos e produz esqueletos complexos (Edmunds, 1999). Os corais-de-fogo podem causar queimaduras dolorosas (Darwin, 1962; Lewis, 1989; Rojas *et al.*, 2002), devido à presença de nematocistos de forte ação (Hetzl & Castro 1994). O contato acidental é muito comum, pois este hidróide é freqüentemente confundido com uma alga marinha (Radwan & Aboul-Dahab, 2004).

O gênero *Millepora* ocorre em mares tropicais de todo o mundo (Manchenko *et al.*, 1993) entre as profundidades de menos de 1 até cerca de 40 metros, sendo as espécies mais comuns: *M. complanata*, *M. platyplylla*, *M. dichotoma*, *M. tenella*, *M. alcicornis*, *M. exaesa*, *M. squarrosa*, *M. braziliensis* e *M. nitida* (Lewis, 1989). No Brasil, encontram-se quatro espécies de corais-de-fogo, sendo três do gênero *Millepora* (*M. braziliensis*, *M. nitida* e *M. alcicornis*), sendo as duas primeiras endêmicas (Hetzl & Castro, 1994); segundo Amaral *et al.*, (1992) existe uma espécie possivelmente nova de *Millepora* encontrada no Parcel do Manoel Luiz (MA). A espécie *Millepora alcicornis*, alvo do presente estudo, possui crescimento ramificado (Weerdt, 1984) e coloração laranja-amarronzada parda (Leão, 1994) (Figura 1.1).

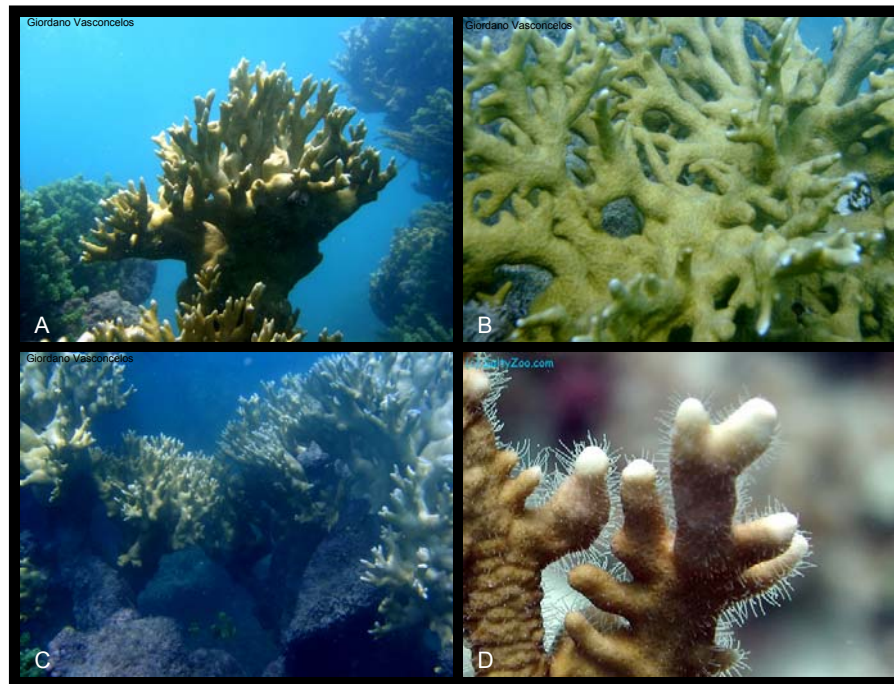


Figura 1.1: Colônias do hidróide calcário *Millepora alcicornis* evidenciando a presença nas bordas dos recifes de Maracajaú em fevereiro/2005 (A e C), o crescimento ramificado (B) e detalhe dos pólipos defensivos que recobrem a superfície do coral (www.saltyzoo.com) (D).

Estes organismos, notadamente conhecidos como construtores recifais, são comuns nas bordas dos recifes (Villaça, 2002). Apesar de sua importância, poucos trabalhos foram realizados com este grupo, havendo informação escassa sobre as miléporas quando comparadas com os outros corais (Lewis, 1989). No Brasil, destacam-se os trabalhos de Laborel (1970), Amaral (1997), Amaral *et al.* (1997); Amaral & Costa (1998) e Amaral *et al.* (2002).

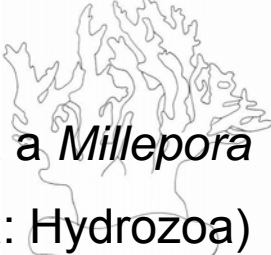
Os recifes de coral brasileiros estão limitados à região nordeste (Laborel, 1969), sendo as formações do litoral sul do estado da Bahia as maiores e mais ricas do Brasil e de todo o Atlântico Sul Ocidental (Leão, 1994). Contudo, nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas também há bancos recifais de formatos e dimensões variadas que podem estar associados a recifes de arenito (Leão & Dominguez, 2000).

Nas regiões marinhas costeiras, são os ambientes dos recifes de coral que têm despertado maior interesse de especialistas e curiosos em conhecer a riqueza da fauna e da flora (Leão, 1994).

Esta curiosidade, contudo, em alguns casos, vem provocando a destruição dos recifes. Nos trópicos, onde a atividade de mergulho é crescente e lucrativa (Hawkins *et al.*, 1999), o crescimento da indústria do turismo está trazendo sérios problemas ecológicos (Turgeon *et al.*, 2002). O impacto desta prática no habitat de sublitoral pode resultar em grande dano às comunidades bentônicas, em várias partes do mundo (Garrabou *et al.* 1998).

Por isso, estudos realizados em recifes de corais são fundamentais para a compreensão da diversidade e dinâmica do ecossistema, o que promove sua conservação e manutenção. Diante do exposto, o presente trabalho, realizado com o hidróide calcário *Millepora alcicornis*, abrange dois capítulos. O primeiro, inclui os organismos que vivem em associação com corais, tendo como objetivo principal identificar e quantificar a macrofauna associada ao hidróide calcário na Área de Proteção Ambiental Estadual dos Recifes de Coral (RN). E o segundo, enfoca os impactos antrópicos em ambientes recifais, verificando possíveis alterações causadas à macrofauna associada estudada na primeira parte.

Capítulo 1: Macrofauna asociada a *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 (Cnidaria: Hydrozoa)



Macrofauna associada à *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 (Cnidaria: Hydrozoa).

O hidróide calcário do gênero *Millepora* ocorre em regiões tropicais de todo o planeta como um componente regular dos recifes de coral. Miléporas são encontradas em profundidades menores que 1 até 40 m. Os corais vivos criam uma série rica de habitats para um grande número de espécies fornecendo substrato para os organismos sedentários e alimento ou abrigo para os organismos móveis. O objetivo deste estudo foi identificar e quantificar toda a macrofauna encontrada em colônias de *Millepora alcicornis* na Área de Proteção Estadual dos Recifes de Coral (RN). As 26 amostras foram coletadas manualmente através de mergulho autônomo, em profundidades de 1 a 3 m. No período de julho e novembro de 2004 e fevereiro de 2005, as colônias foram envolvidas por sacos plásticos e, em seguida, extraídas do substrato com o auxílio de martelo e talhadeira. Posteriormente, as amostras foram fixadas com formalina 4%. No laboratório, as colônias foram analisadas para a retirada dos epibiontes e, em seguida, cuidadosamente fragmentadas para a remoção da fauna perfurante. Foram registrados 1.234 indivíduos e 95 espécies de organismos não coloniais dos grupos Crustacea, Echinodermata, Mollusca, Nemertea, Polychaeta e Sipuncula, e 86 colônias e 26 espécies de organismos coloniais dos táxons Cnidaria, Porifera e Tunicata. Os crustáceos apresentaram o maior número de indivíduos e espécies, seguidos por poliquetas e moluscos. Segundo coeficiente de correlação de Spearman, o número de indivíduos e espécies dos organismos não coloniais associados aumenta com o crescimento da colônia. Em relação à fauna colonial, os tunicados possuíram maior número de colônias e os poríferas, maior número de espécies. A epifauna dos grupos coloniais e não coloniais foi mais numerosa que a endofauna. Comparações entre miléporas e corais escleractínios podem ser traçadas devido a uma possível convergência funcional desses táxons. É possível supor que as associações com corais não dependem exclusivamente da espécie hospedeira, pois espécies distintas habitam a mesma espécie de coral em regiões diferentes. Provavelmente o substrato exerce papel mais importante, cujas formas promovem a formação de habitats distintos.

Palavras-chave: hidróide calcário, coral-de-fogo, macrofauna associada.

Associated macrofauna in *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 (Cnidaria: Hydrozoa).

The genus *Millepora* occurs worldwide throughout tropical seas as a regular component of coral reefs. Millepores are found in depths of less than 1m to about 40m. By providing substratum for sedentary organisms and food or shelter for mobile organisms, living corals create a rich series of habitats for a large number of species. The objective of this work was to identify and quantify all the macrofauna found in *Millepora alcicornis* colonies of Área de Proteção Estadual dos Recifes de Coral (RN). The samples were collected manually through SCUBA diving, in depths of less than 1 to 3m. The colonies were involved in plastic bags and, after that, extracted from the substratum with the aid of hammer and chisel. Later, the samples were fixed in 4% formalin solution. In the laboratory, the colonies were analyzed to remove the epibiotic fauna and, after that, carefully broken up for the removal of the boring fauna. A total of 1,234 individuals and 95 species of not-colonial organisms and 86 colonies and 26 species of colonial organisms were registered, belonged to the taxa Cnidaria, Crustacea, Echinodermata, Mollusca, Nemertea, Polychaeta, Porifera, Sipuncula and Tunicata. The crustaceans presented the largest number of individuals and species, followed by the sea worms and mollusks. According to the coefficient of Spearman correlation, the number of individuals and species of the not-colonial organisms increase with the growth of the colony. In relation to the colonial fauna, the tunicates had greater number of colonies and the sponges, greater species number. The epifauna of the colonial and not-colonial groups were more numerous than the endofauna. Comparisons between Scleractinia and Milleporidae can be traced because of a possible functional convergence of these taxa. It is possible to assume that the associations with corals do not depend exclusively on the species hostess, as distinct species inhabit the same species of corals in different regions. Probably the substratum had more important function, where its distinct forms promote the formation of habitats.

Key word: calcified hydroids, fire-coral, associated macrofauna.

1. Introdução

Mais da metade das espécies do mundo vive dentro ou sobre os corpos de outros organismos, onde essas encontram condições, e, às vezes, recursos para sustentar seu crescimento (Townsend *et al.*, 2006). A maioria dos substratos duros, incluindo os coralinos, é colonizada por organismos perfuradores e incrustantes (Zuschin *et al.*, 2001). Os corais vivos criam uma série rica de habitats para um grande número de espécies fornecendo substrato para os organismos sedentários e alimento ou abrigo para os organismos móveis (Díaz-Castañeda & Almeda-Jauregui, 1999; Reed & Mikkelsen, 1987).

Nestes corais, podem ser encontrados simbioses obrigatórios, que normalmente estão restritos aos corais vivos criando uma especificidade de habitat (Mokady & Brickner, 2001), e simbioses facultativos, que utilizam os corais somente como uma alternativa ou habitat temporário (Castro, 1976). A fauna endolítica, organismos que vivem no esqueleto do coral (Scott, 1987), incluem bivalves, poliquetas, sipúnculos e esponjas (Cantera *et al.*, 2003). Estes organismos, através de suas perfurações, possuem um efeito significativo na estabilidade estrutural do recife, participando do processo de bioerosão (MacGeachy & Stearn, 1976).

De acordo com o processo de colonização por invertebrados descritos para o coral *Oculina arbuscula*, as esponjas (*Cliona* sp.) iniciam o processo abrindo espaços no esqueleto compacto, seguido pelos moluscos (*Gastrochaena* sp. e *Lithophaga* sp.) e poliquetas (*Polydora* sp. e *Dodecaceria* sp) que ocupam os espaços vazios deixados pelo primeiro colonizador (McCloskey, 1970).

Diversos autores estudaram algum aspecto sobre a fauna associada a corais, destacando-se: Rees (1962), McCloskey (1970), Bruce (1972), Goreau *et al.* (1972), MacGeachy & Stearn (1976), Austin *et al.* (1980), Edwards & Emberton (1980), Reed *et al.* (1982), Young (1984), Tsuchiya *et al.* (1986), Reed & Mikkelsen (1987), Scott & Risk (1988), Cook *et al.* (1991), Lewis (1992; 1998), Franklin-Junior (1992), Peyrot-Clausade *et al.* (1992), Silva (1992), Nogueira (1995), Lewis & Crooks (1996), Amaral (1997), Moreno-Forero *et al.* (1998), Zubia & Peyrot-Clausade (2001), Cantera *et al.* (2003).

Apesar da fauna associada a corais ser relativamente bem conhecida, algumas questões ainda estão sem explicação. Por exemplo, como as larvas

encontram o coral que irão residir e conseguem sobreviver após o contato com os nematocistos?

Autores comentam que em organismos cnidarívoros há uma camada cuticular recobrendo a boca e o trato digestivo anterior e, particularmente em moluscos, há a produção de muco que pode neutralizar os efeitos químicos do nematocisto durante o processo de alimentação (Hadfield, 1976). As associações entre camarões e corais despertam um interesse especial, pois aparentemente os camarões possuem uma imunidade à ação dos nematocistos do hospedeiro (Bruce, 1976).

O assentamento larval dos moluscos parece ocorrer com sucesso em regiões mortas do coral (MacGeachy & Stearn, 1976). Em alguns casos, a predação (Witman, 1988) ou raspagem do substrato coralino provoca lesões na superfície dos corais vivos, facilitando o assentamento das larvas de seus organismos associados (Zubia & Peyrot-Clausade, 2001).

Diversos grupos de organismos são encontrados em associação com corais. Dentre eles, destacam-se os organismos não coloniais dos grupos Crustacea, Mollusca, Polychaeta e Sipuncula e os coloniais do grupo Porifera.

1.1 Organismos não coloniais

1.1.1 Crustacea

Decápodes freqüentemente são encontrados em associação com corais escleractínios (Patton, 1966; Reed *et al.*, 1982), tendo como constituintes de maior expressividade os caranguejos braquiúros, Famílias Xanthidae e Hapalocarcinidae (Castro, 1976; Pichon, 1995); os anfípodos, subordens Gammaridea e Caprellidea (Oliva-Rivera, 2003); os camarões (Bruce, 1972; Kleemann, 2001), Famílias Alpheidae e Hippolytidae (Bruce, 1976); e os cirrípedes, Subfamília Pyrgomatinae (Newman & Jumars, 1976) e Família Balanidae (Kolosvary, 1950).

Aparentemente, os corais não oferecem aos crustáceos somente refúgios contra predadores, mas também locais de alimentação e o próprio recurso alimentar (Reed *et al.*, 1982). Estudos da biologia de crustáceos simbioses (caranguejos e

siris) habitantes de corais têm indicado uma forte dependência trófica dos crustáceos, que utilizam muco e matéria orgânica do hospedeiro (Glynn *et al.*, 1985), e um alto grau de especificidade entre as associações (Bruce, 1976).

Os crustáceos cirrípedes podem ser considerados simbiontes, comensais, parasitas (Lewis, 1992) e perfuradores (Dineen, 1990). Geralmente, decápodes não têm sido considerados como bioperfuradores; entretanto, alguns trabalhos mencionam os gêneros *Upogebia* (Scott *et al.*, 1987), *Coralaxius* e *Alpheus* como possíveis agentes erosivos (Kropp, 1987).

1.1.2 Mollusca

Dentre as milhares de espécies de moluscos restritas a águas rasas e ambientes tropicais, algumas delas podem ter uma associação direta ou obrigatória com corais vivos (Hadfield, 1976). Alguns autores propuseram classificações para essas associações de acordo com habitats (Reed & Mikkelsen, 1987), tendência evolutiva e conveniência (Hadfield, 1976). Contudo, a maioria dos ciclos de vida e biologia dos invertebrados recifais é desconhecida (Díaz-Castañeda & Almeda-Jauregui, 1999), tornando difícil definir o papel de cada indivíduo no coral (Hadfield, 1976).

A Classe Bivalvia destaca-se por possuir diversas espécies capazes de perfurar, modificar e, eventualmente, destruir os esqueletos calcários, facilitando a erosão, e desempenhando, assim, um papel importante na ecologia dos recifes coralinos (Cantera & Contreras, 1988).

A maioria dos bivalves perfuradores pertence às famílias Mytilidae (Hadfield, 1976; Reed & Mikkelsen, 1987), destacando-se *Botula* e *Lithophaga*, Petricolidae e Gastrochaenidae, representada, principalmente, por *Gastrochaena hians* (Ansell & Nair, 1969; Valentich-Scott & Dinesen, 2004). Esses táxons vêm sendo reportados como habitantes de rochas, algas calcárias, esqueletos coralinos e corais vivos (Goreau *et al.*, 1972; Mokady *et al.*, 1991; Cantera & Contreras, 1988).

Os moluscos perfuradores utilizam o esqueleto dos corais como refúgio e alimentam-se pela filtração da água (Hadfield, 1976). O tipo de substrato promove diferenças na orientação dos moluscos: em corais mortos, onde, dentre os moluscos, somente bivalves perfuram (Soliman, 1969), a direção de perfuração é

predominantemente para o interior e aumenta em tamanho com o crescimento do molusco; enquanto que, em corais vivos, a perfuração é para o exterior e envolve a inibição da calcificação do coral e o aumento do canal sifonal, pois seu refúgio pode ser bloqueado pelo crescimento do hospedeiro (Hadfield, 1976; Scott & Risk, 1988), que, aparentemente, controla as perfurações dos moluscos (Soliman, 1969).

Um aspecto interessante sobre a biologia dos bivalves perfuradores é o método empregado na perfuração do substrato, que pode ser dividido em dois grupos principais: perfuradores mecânicos e químicos, sendo os últimos restritos a substrato marinho calcário (Kleemann, 1980). Esta perfuração inicia-se quando o organismo prende-se ao coral através do bisso, do pé ou de grânulos cimentantes na região posterior da concha (Soliman, 1969). *Lithophaga*, em corais vivos, utiliza, inicialmente, a perfuração mecânica através da abrasão das valvas (Soliman, 1969), seguida pela perfuração química (Scott & Risk, 1988), *Gastrochaena* utiliza a perfuração química (Goreau *et al.*, 1972), enquanto que *Botula* utiliza a perfuração mecânica (Yonge, 1955).

Além dos bivalves perfuradores, outros representantes da classe, como pteriídeos e ostreídeos, também são freqüentemente encontrados presos pelos bissos à superfície de corais duros e moles (Hadfield, 1976). Esses organismos apresentam algumas modificações no pé e no músculo retrator pedal, que passou a ser retrator do bisso (Ansell & Nair, 1969). Esta fauna epilítica é representada pelas famílias Arcidae, Chamidae, Ostreidae (Reed & Mikkelsen, 1987) e Pteridae.

Gastropoda também representa um importante grupo entre os residentes recifais devido, principalmente, ao alto número de espécies e biomassa (Pichon, 1995). Trata-se de um grupo ecologicamente importante no ambiente marinho, por habitar uma variedade de nichos ecológicos sendo herbívoros, predadores e presas (Zuschin *et al.*, 2001). Os gastrópodes vermetídeos contribuem com a construção e cimentação da estrutura dos recifes (Pichon, 1995), sendo importantes no assentamento de larvas de coral em áreas de recolonização (Hadfield, 1976). No Brasil, este gastrópode é responsável pela formação de vários ambientes recifais, em Fernando de Noronha, conhecidos por “terraços” (Laborel, 1969).

1.1.3 Polychaeta

Uma variedade de anelídeos poliquetas também é conhecida em associação com recifes de corais (Marsden, 1962). Correspondem a espécies sedentárias, perfurantes ou que vivem em pequenas fendas e cavidades (Pichon, 1995). As famílias Eunicidae, Spionidae, Sabellidae (Risk & MacGeachy, 1978), Lumbrineridae, Dorvilleidae e Cirratulidae correspondem aos principais grupos capazes de perfurar o esqueleto carbonático dos corais (Hutchings, 1986).

O mecanismo de perfuração tem sido relatado para poucas espécies; alguns eunicídeos empregam suas mandíbulas fortes para escavar e espionídeos utilizam a dissolução química do substrato e abrasão mecânica das cerdas (Kleemann, 2001). Devido às características anatômicas e fisiológicas, a família Eunicidae pode ser considerada bastante representativa da criptofauna perfurante que constroem galerias nos esqueletos de corais (Ochoa-Rivera *et al.*, 2000).

Os poliquetas interagem significativamente com os corais, utilizando grande quantidade de muco, reciclando os detritos e matéria orgânica, influenciando o processo de bioerosão (Perry, 1998), estabelecendo associações obrigatórias com os corais vivos, como *Spirobranchus giganteus* (Marsden & Meeuwing, 1990) e alimentando-se diretamente do próprio coral, como *Hermodice carunculata*, que é comumente encontrado livre sobre a superfície dos recifes (Marsden, 1962), sendo um habitual predador de corais vivos (Witman, 1988; Lewis & Crooks, 1996).

1.1.4 Sipuncula

Os sipúnculos são geralmente encontrados construindo cavidades em substrato calcário, particularmente em esqueletos coralinos e em regiões mortas de corais vivos (Risk & MacGeachy, 1978). As espécies perfurantes contribuem com a erosão dos recifes enfraquecendo a estrutura de suporte dos corais (Rice & Macintyre, 1982), contudo, não há conclusões sobre a real importância deste bioperfurador no processo de bioerosão, apesar de muitas espécies de diversos gêneros serem conhecidas (Kleemann, 2001).

O mecanismo de perfuração dos sipúnculos em corais ainda não foi totalmente elucidado (Hutchings, 1986), mas provavelmente envolve dissolução

química e abrasão mecânica (Kleemann, 2001). As possíveis estruturas de perfuração são espinhos e ganchos, dispostos no introverte, e papilas ao longo do tronco e também no introverte. Associada a cada papila há uma glândula que pode estar associada à produção de substâncias ácidas capazes de dissolver o substrato (Rice, 1969).

Muitos dos sipúnculos encontrados em associações com corais pertencem, principalmente, às famílias *Aspidosiphonidae* e *Phascolosomatidae* (Rice, 1970). Um clássico exemplo de comensalismo ocorre entre os organismos do gênero *Aspidosiphon* e os corais azooxantelados *Heteropsammia* e *Heterocyathus*, onde o sipúnculo habita a cavidade na base do coral recebendo proteção e, ao mesmo tempo, através de seus movimentos, mantém a posição ereta do coral (Rice, 1976).

1.2 Organismos coloniais

As informações sobre organismos coloniais associados a corais são bastante escassas. McCloskey (1970) comentou brevemente a participação de Cnidaria e Tunicata em interações com corais. Amaral (1997) citou a presença de algumas espécies de cnidários em associação com hidórides calcários. Provavelmente, Porifera seja o grupo de organismo colonial melhor conhecido nessas interações.

1.2.1 Porifera

Dentre as cerca de trezentas espécies de esponjas que têm sido reportadas como habitantes de ambientes recifais, muitas são restritas a cavidades e fendas (Pichon, 1995). Estas esponjas perfurantes ou escavadoras, provavelmente, são o grupo de animais perfurantes que mais recebeu atenção (Hutchings, 1986). Estas, incluídas nas Famílias *Adociidae* e *Clionidae*, constroem e habitam canais ou túneis de diversos materiais calcários (Pang, 1973), cujos Gêneros *Cliona*, *Anthosigmella*, *Sphaciospongia*, Ordem *Hadromerida*, e *Siphonodictyon*, Ordem *Haplosclerida*, estão entre os mais comuns e conhecidos perfuradores de recifes (Kleemann, 2001).

Esponjas perfurantes podem enfraquecer os esqueletos coralinos, entretanto, muitas esponjas têm uma relação benéfica com corais. Esponjas ramificadas, maciças e crípticas, em particular, podem ajudar o coral a compensar a diminuição do contato com o recife causado por outros bioperfuradores, funcionando como uma “cola viva”, mesmo que a base coralina esteja erodida (Wulff, 2001).

De acordo com as informações citadas acima sobre os grupos zoológicos, é possível perceber que cada colônia forma uma comunidade com teia de relações entre seus membros. Contudo, estabelecer o limite entre os diversos tipos de interação nem sempre é fácil (Dajoz, 2005). Poucos trabalhos abrangeram toda a composição da fauna associada a corais; destes destacam-se os trabalhos de McCloskey (1970), Austin *et al.* (1980), Young (1984) e Nogueira (1995).

Deste modo, o presente estudo tem por objetivos: identificar e quantificar a fauna encontrada a macrofauna encontrada em colônias de *Millepora alcicornis* na Área de Proteção Ambiental Estadual dos Recifes de Coral (RN).

2. Materiais e método

2.1 Área de estudo

A Área de Proteção Ambiental Estadual dos Recifes de Coral foi criada pelo Governo do Estado do Rio Grande do Norte, através do decreto nº 15.476, de 6 de julho de 2001. A APA é composta de baixios (Maracajaú, Rio do Fogo, Cioba e do Cação) e canais submersos, além de um grande número de estruturas que ainda não foram plenamente estudadas (MMA, 2003).

O baixio de Maracajaú, área de estudo, está a uma distância de 5 Km da Praia de Maracajaú, município de Maxaranguape (litoral Norte), e a uma distância aproximada de 60 Km de Natal, capital do estado, (Figura 1.2). Nesta área, os recifes, popularmente conhecido como parrachos, abrangem uma área de 9 Km de comprimento por 2 Km de largura, com profundidades que variam de 1 a 4 metros na baixa-mar (Feitosa *et al.*, 2002). Trata-se de uma área com águas mornas (temperatura média de 28° C), rasas e límpidas na maior parte do ano (MMA, 2003).

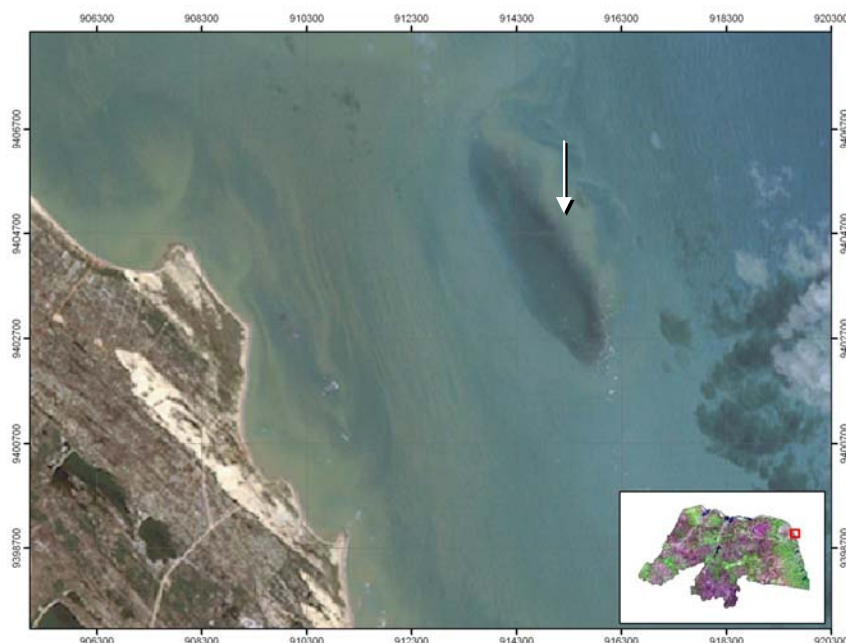


Figura 1.2: Baixio de Maracajaú (RN) (ver seta), componente da Área de Proteção Ambiental Estadual dos Recifes de Coral (RN). Fonte: Landsat7ETM + composição colorida RGB-543, cena 21464, data 04/08/2001.

2.2 Metodologia

O trabalho foi realizado nos meses de julho e novembro de 2004 e fevereiro de 2005. Os cabeços (porção dos recifes), do baixio de Maracajaú, contendo colônias de *Millepora alcicornis* foram localizados e marcados com bóias (Figura 1.3A), através de mergulho livre. Posteriormente, utilizando o mergulho autônomo, uma colônia de cada cabeço foi escolhida aleatoriamente para ser coletada (Figura 1.3B), representando uma estação de coleta. Durante o trabalho, foram demarcadas 26 estações de coleta (Figura 1.4).

As colônias foram envolvidas por sacos plásticos (Figura 1.3B), para evitar a perda de exemplares da fauna e, posteriormente, extraídas do substrato com auxílio de martelo e talhadeira (Figura 1. 3B). As amostras foram fixadas em formalina 4% por 24 horas. Durante as coletas, foi realizado o registro fotográfico dos organismos e da região.

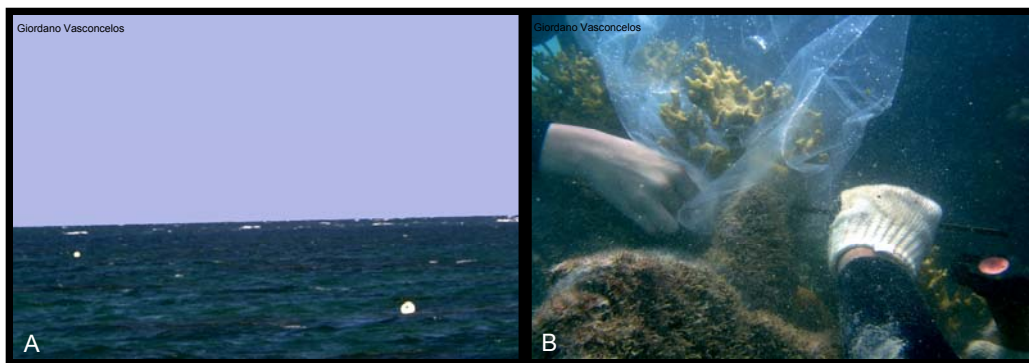


Figura 1.3: A. Bóias marcando a presença das colônias de *Millepora alcicornis* nos recifes de Maracajaú (RN); B. Coleta da colônia, envolvida por saco plástico, através de martelo e talhadeira. Julho / 2004.

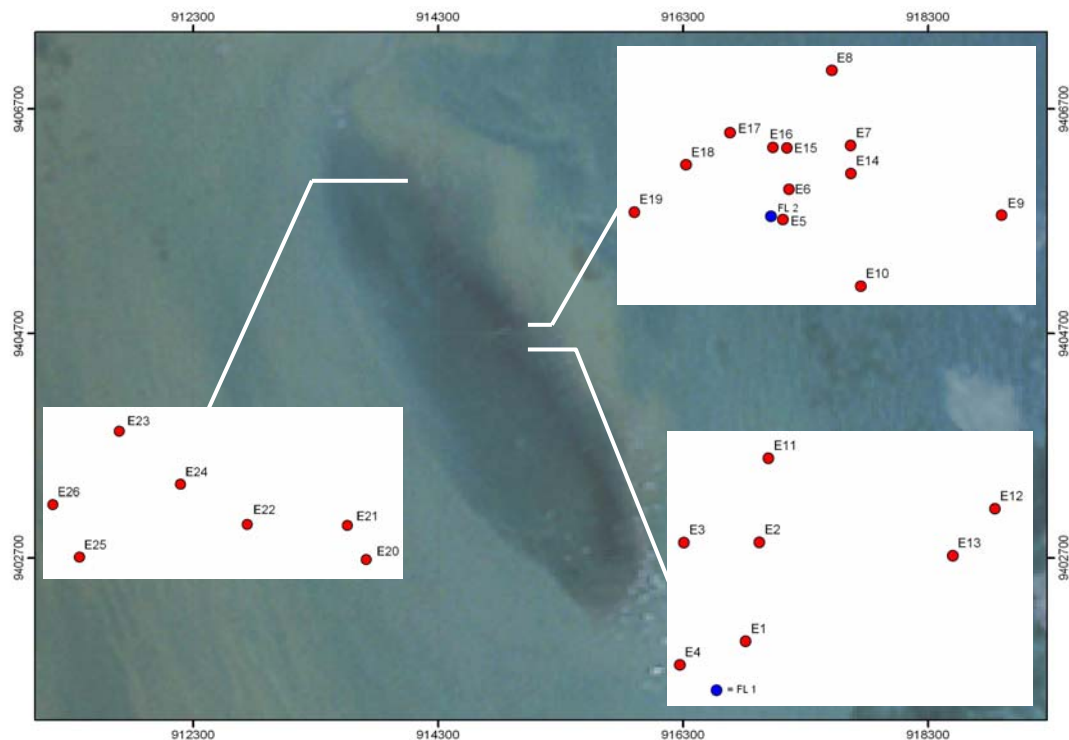


Figura 1.4: Representação esquemática das estações de coleta (pontos vermelhos) e locais de apoio fixo (azul) no Baixo de Maracajaú. Fonte: Landsat7ETM + composição colorida RGB-543, cena 21464, data 04/08/2001.

No laboratório de zoobentos, do Instituto de Ciências do Mar (Labomar), cada colônia foi examinada para retirada da epifauna vágil e da fauna solta no líquido conservante. Para obtenção do volume da colônia, foi utilizado um recipiente com volume de água conhecido. O volume de água deslocado quando a colônia foi inserida no recipiente correspondeu ao volume do coral.

As colônias foram cuidadosamente fragmentadas, com o auxílio de martelo, e os animais foram retirados com pinças e espátulas evitando danificar suas estruturas. Durante este processo, eram anotadas informações sobre as associações entre os indivíduos e sua localização na colônia. Os organismos encontrados foram conservados em álcool a 70% para posterior triagem e identificação ao menor nível taxonômico possível.

Em relação à identificação do grupo Polychaeta, foram considerados somente os organismos que estavam com a região anterior (prostômio). Em

alguns indivíduos incompletos, mas com o prostômio, não foi possível prosseguir nas chaves de identificação, devido à ausência das regiões mediana e/ou posterior. Os organismos da família Nereididae, apesar de completos, não puderam ser identificados.

Alguns grupos foram enviados para os seguintes especialistas: Cnidaria, Bel. Marcelo Soares de Oliveira; Crustacea, Msc. Luis Ernesto Arruda Bezerra e Jesser Fidelis; Ophiuroidea, Msc. Ana Carolina Martins de Queiroz; Mollusca, Dra. Helena Matthews Cascon (UFC), Dra. Cristina Rocha de Almeida Barreira (UFC), Msc. Ítalo Braga de Castro, Msc. Inês Xavier Martins, Msc. Stefane de Lyra Pinto (UFRPE); Polychaeta, Msc. Wilson Franklin Junior (UFC) e Bel. Rossana Cristina Azevedo Sousa; Porifera, Dr. Eduardo Carlos Meduna Hadju (UFRJ); Sipuncula; Dra. Gisele Yukimi Kawauchi; Tunicata, Dr. Tito Monteiro da Cruz Lotufo (UFC) e Bel. Gledson Fabiano de Araújo Ferreira.

2.2.1 Análise dos dados

Para o estudo da diversidade da macrofauna encontrada foi utilizado o índice de diversidade de Shannon-Weaner (H'), a equitabilidade de Pielou (J'), que varia de 0 a 1, e a riqueza de espécies (Margalef), utilizando o programa Primer 5 for Windows 5.2.4. A densidade (ind./cm³), número de indivíduos (N) e número de espécies (S) foi correlacionada ao volume das colônias e a epifauna correlacionada à endofauna, através do coeficiente de correlação de Spearman (R), empregando o programa Statistica for Windows 5.0.

Em relação à abundância, as espécies que possuíram mais de 100 exemplares foram chamadas abundantes, entre 30 e 100, espécies comuns, entre 10 e 30, espécies raras, e com menos de 10, espécies muito raras (Young, 1984).

Para a determinação da dominância das espécies encontradas, foi usado o Índice do Valor Biológico (IVB) para cada espécie. Este índice é calculado atribuindo-se valores decrescentes para as espécies dominantes sucessivamente mais comuns de cada coleta e somando-se os valores de cada espécie nas diversas amostras (McCloskey, 1970; Young, 1984). Neste trabalho foram atribuídos valores de 10 a 1 para as dez espécies mais comuns de cada amostra.

O material identificado será depositado nas coleções do Laboratório de Invertebrados Marinhos do Departamento de Biologia e do Instituto de Ciências do Mar (Labomar), ambos da Universidade Federal do Ceará (UFC).

3. Resultados

3.1 Macrofauna associada

3.1.1 Organismos não coloniais

Foram encontrados 95 espécies e 1.234 organismos não coloniais em associação com o hidróide calcário *Millepora alcicornis* (Ver apêndice), cujo volume das colônias coletadas variou de 130 a 3146 cm³ (863 ± 647 cm³) e densidade, 0,01 a 0,27 ind./cm³ ($0,07 \pm 0,06$ ind./cm³) (Figura 1. 5). Somente os números de indivíduos (N) e de espécies (S) foram significativamente correlacionados com o volume da colônia ($p < 0,01$) ($R = 0,56$ e $0,52$, respectivamente) sendo considerados moderados.

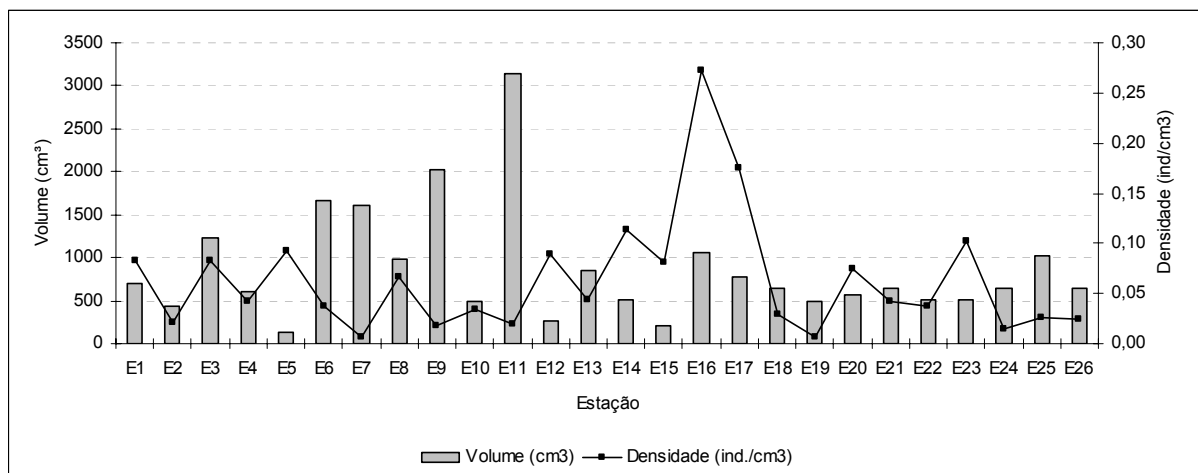


Figura 1.5: Volume (cm³) e Densidade (ind./cm³) das colônias de *Millepora alcicornis* coletadas nos recifes de Maracajaú (RN) nas estações de coleta.

Em relação ao índice de Shannon-Weaner (H'), foi observada uma grande variação entre as colônias coletadas, com maior diversidade nos pontos 6 e 17 e menor, nos pontos 5, 18 e 19 (Figura 1.6). A equitabilidade possuiu valores constantes e altos, enquanto que os valores da riqueza apresentaram grande variação (Figura 1.6; 1.7).

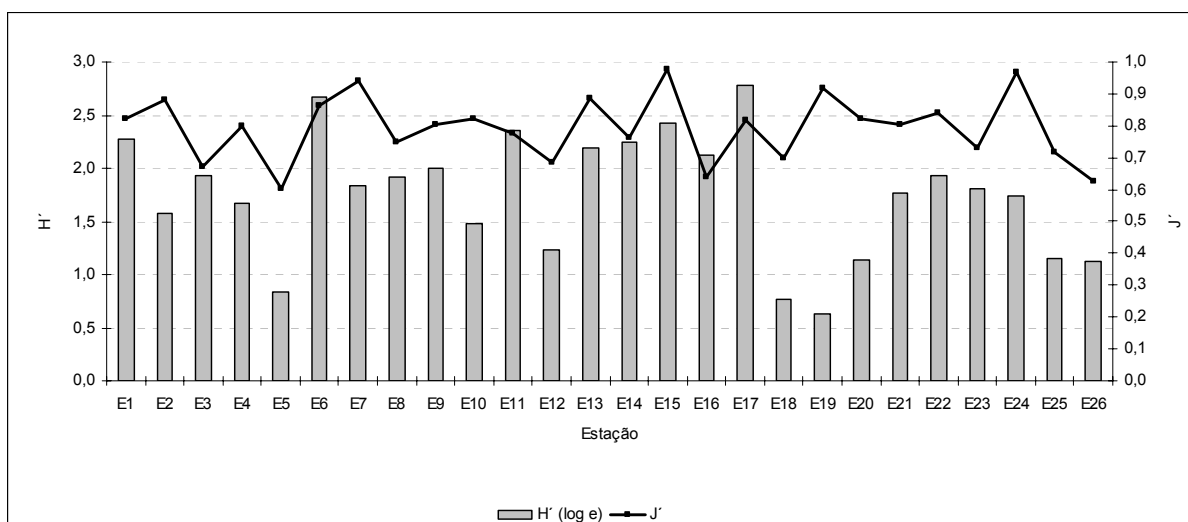


Figura 1.6: Índice de diversidade (H') e equitabilidade (J') dos organismos não coloniais associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajá (RN), nas estações de coleta.

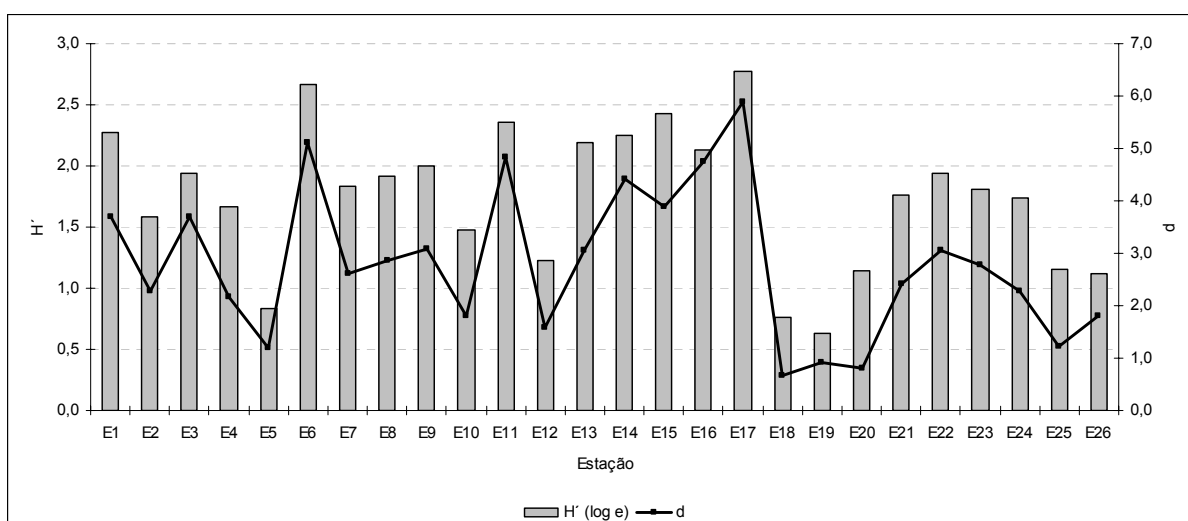


Figura 1.7: Índice de diversidade (H') e riqueza de Margalef (d) dos organismos não coloniais associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajá (RN), nas estações de coleta.

Quanto à abundância dos indivíduos, as espécies muito raras representaram 79% do total de indivíduos, seguido por espécies raras, com 14%, espécies comuns, com 4%, e espécies abundantes, com 3% (Figura 1.8).

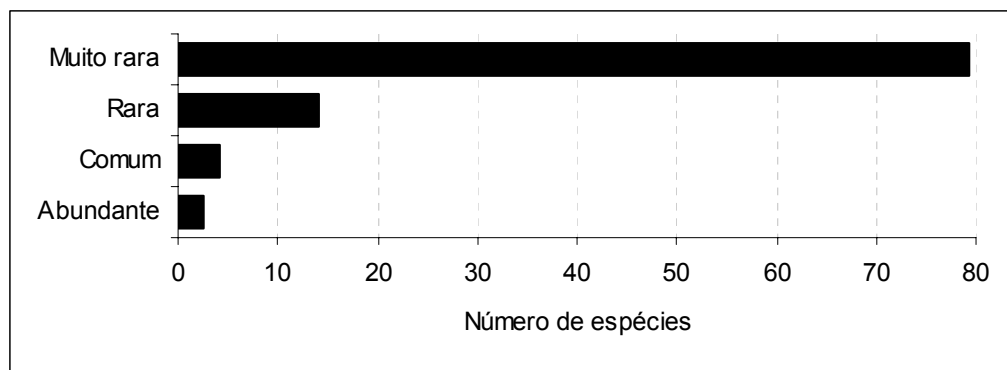


Figura 1.8: Classificação das espécies (muito rara, rara, comum e abundante) de acordo com a abundância dos organismos não coloniais associados à *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.

Em relação ao hábito de vida, os organismos foram classificados como epifauna e endofauna. A epifauna foi mais abundante tanto no número de indivíduos como no de espécies, representando 74% e 72% do total, respectivamente (Figura 1.9). A relação entre o número de indivíduos da epifauna e da endofauna não apresentou valor significativo ($P > 0,05$).

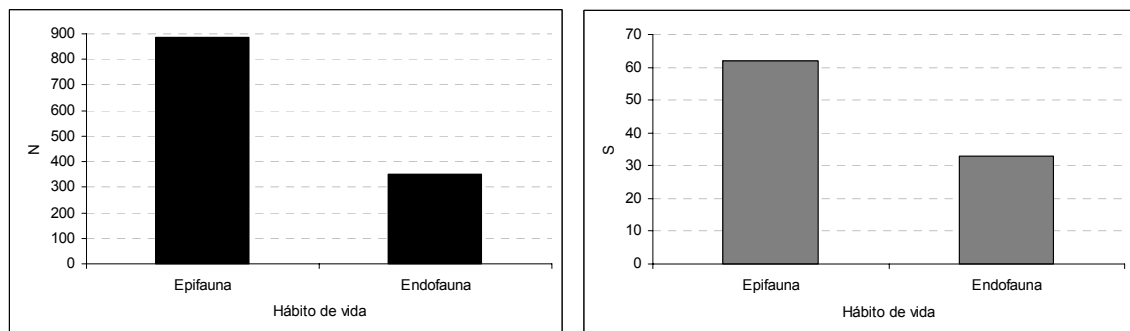


Figura 1.9: À esquerda, número de indivíduos e à direita, número de espécies pertencente à epifauna e a endofauna dos organismos não coloniais associados à *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.

As espécies encontradas pertencem a seis grupos (Crustacea, Echinodermata, Mollusca, Nemertea, Polychaeta e Sipuncula), onde os crustáceos apresentaram maior número de indivíduos e de espécies, seguidos por poliquetas e moluscos (Figura 1.10; 1.11). Estes três grupos foram encontrados em pelo menos 69% das estações.

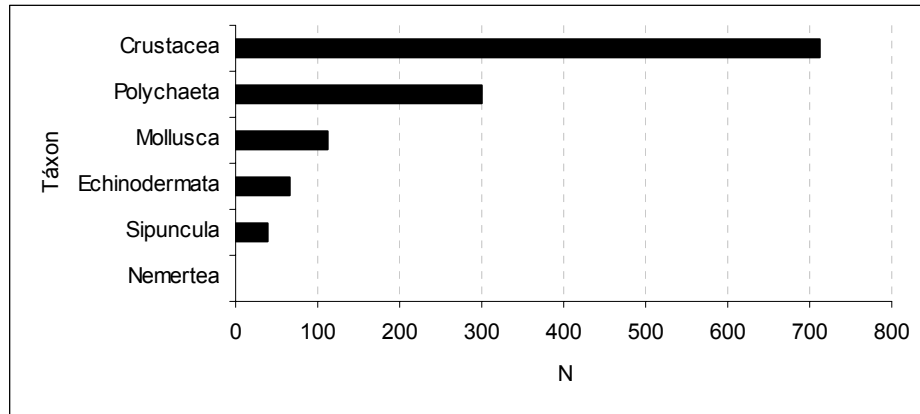


Figura 1.10: Táxons e respectivo número de indivíduos (N) dos organismos não coloniais associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.

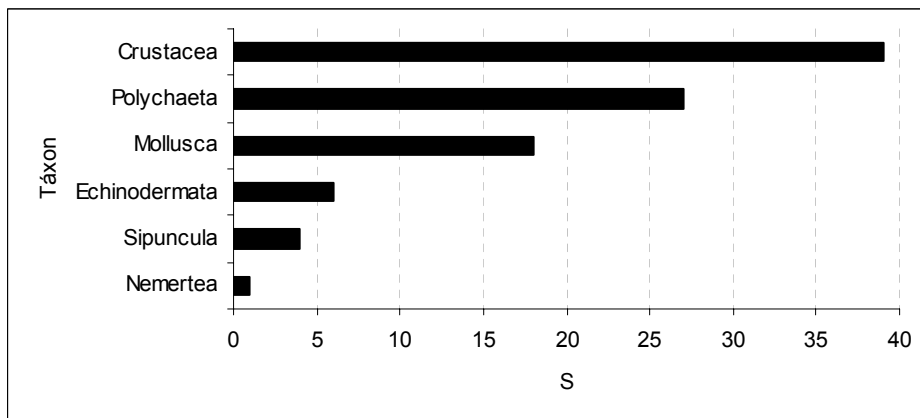


Figura 1.11: Táxons e respectivo número de espécies (S) dos organismos não coloniais associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.

Através do índice de valor biológico (IVB), as 10 espécies dominantes (*Cirripedia* sp1, *Eunice cariboea*, *Synalpheus fritzmulleri*, *Domecia acanthophora*, *Quadrimaera* sp, *Ophiactis savignyi*, *Hipponix subrufus*, *Elasmopus rapax*, *Aspidosiphon elegans* e *Dodecaceria* cf. *pulchra*) encontradas em associação a *M. alcicornis* foram estabelecidas, variando de 50 a 132. Entre estas, 50 % eram crustáceos (Caridea, Brachyura e Amphipoda) e os demais equinodermas, moluscos, poliquetas e sipúnculos (Figura 1.12).

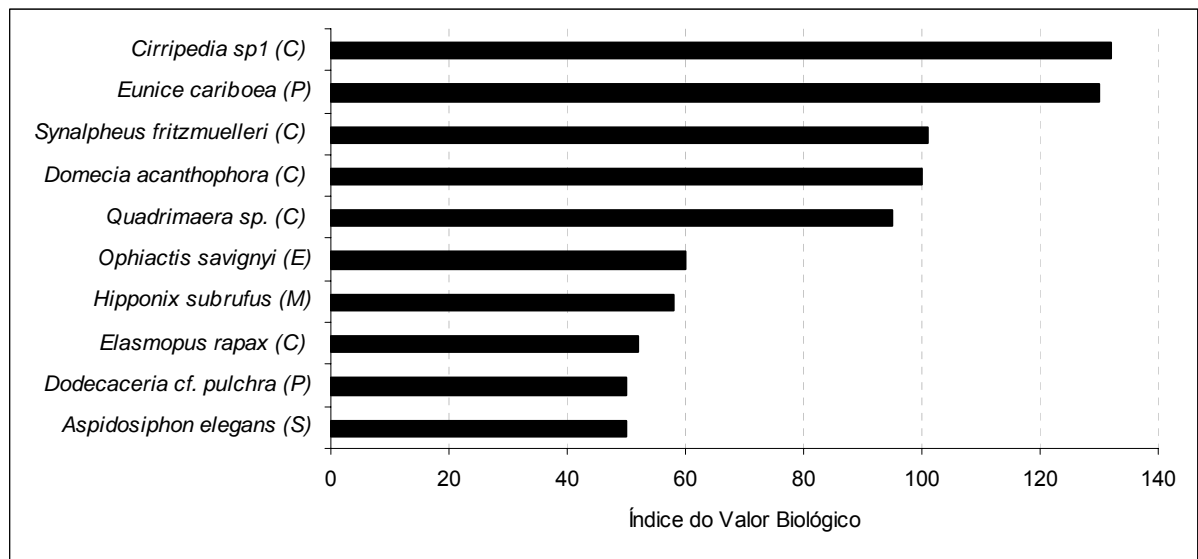


Figura 1.12: Espécies dominantes dos organismos não coloniais associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), determinadas através do índice de valor biológico. Crustacea (C), Echinodermata (E), Mollusca (M), Polychaeta (P) e Sipuncula (S).

Nas estações estudadas, foram encontrados mais de um grupo taxonômico de organismos não coloniais, com exceção das estações 12 e 24, onde somente crustáceos foram encontrados. Considerando todas as estações, Crustacea ocorreu em 93% das estações, seguidos por Polychaeta, 76%, Mollusca, 69%, Sipuncula, 42%, Echinodermata, 38% e Nemertea, 7% (Figura 1.13).

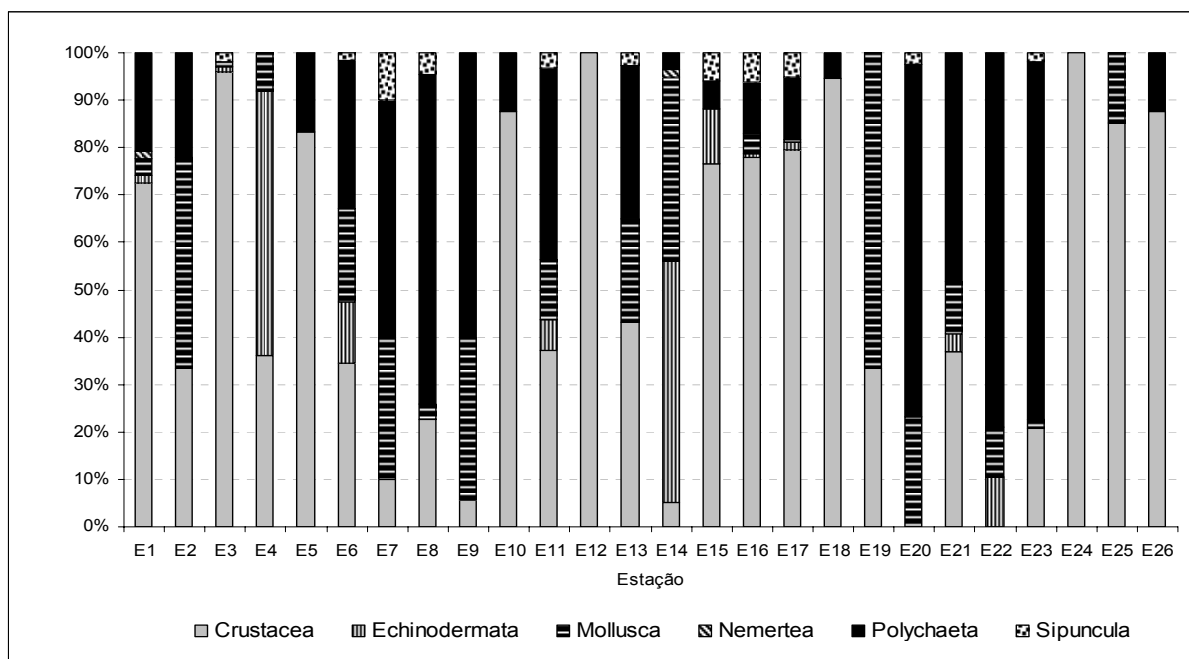


Figura 1.13: Percentual de ocorrência de indivíduos dos organismos não coloniais associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), por estações de coleta.

3.1.1.1 Crustacea

Foram encontrados 714 crustáceos, compreendidos em 40 espécies, dos grupos Amphipoda, Anomura, Caridea, Brachyura, Isopoda e Cirripedia (Ver apêndice). Todos os crustáceos foram classificados como epifauna, onde as espécies vágeis foram mais numerosas (Figura 1.14). Alguns Caridea, provavelmente pertencentes à família Alpheidae, foram encontrados em reentrâncias na base do coral, sendo estes considerados também como epifauna.

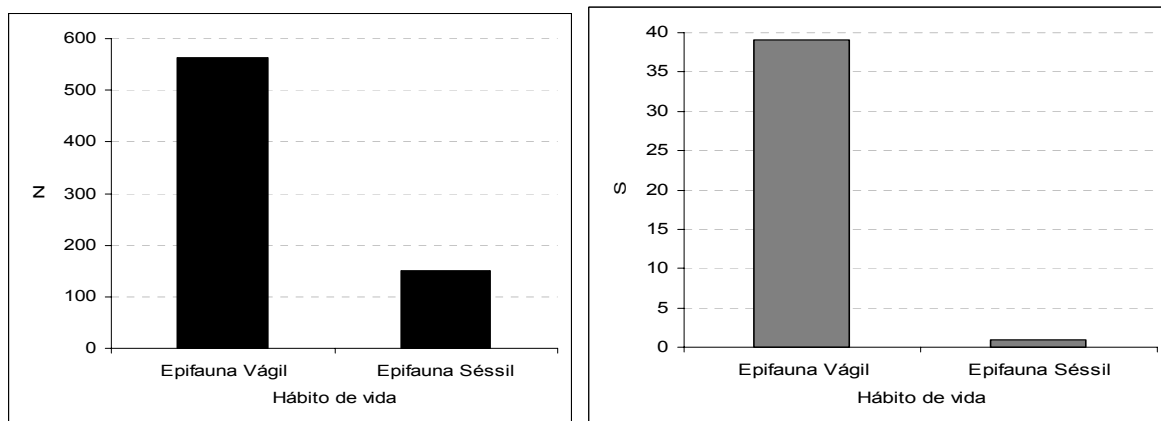


Figura 1.14: À esquerda, número de indivíduos e à direita, número de espécies pertencentes à epifauna vágil e sésil, do táxon Crustacea, associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.

Os anfípodas foram os mais numerosos, com 445 indivíduos e 22 espécies (Figura 1.15), destacando-se *Quadrinemaera* sp. com 208 indivíduos (≈30% dos crustáceos) (Figura 1.16). Também foram encontrados *Domecia acanthophora* (Figura 1.17A), *Lysianassa* sp., *Lembos (Unifasciatus) unifasciatus*, *Synalpheus fritzmulleri* (Figura 1.17G), *Bemlos unicornis* (Figura 1.17J) e Cirripedia sp1 (Figura 1.17M).

As cracas foram encontradas nas extremidades das colônias de *Millepora alcicornis*, e algumas estavam recobertas pelos tecidos do hidróide calcário.

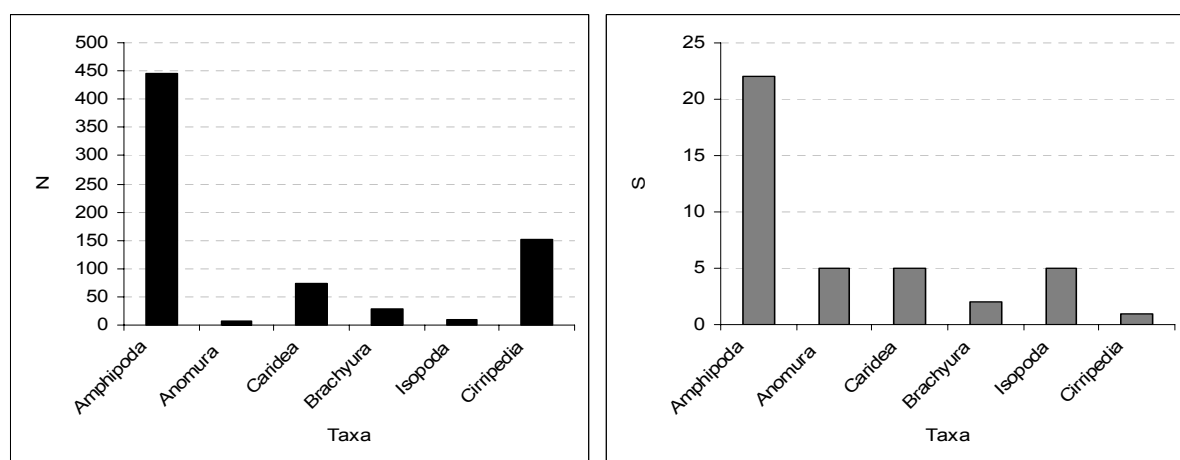


Figura 1.15: À esquerda, número de indivíduos e à direita, número de espécies dos táxons Amphipoda, Anomura, Caridea, Brachyura, Isopoda e Cirripedia, associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.

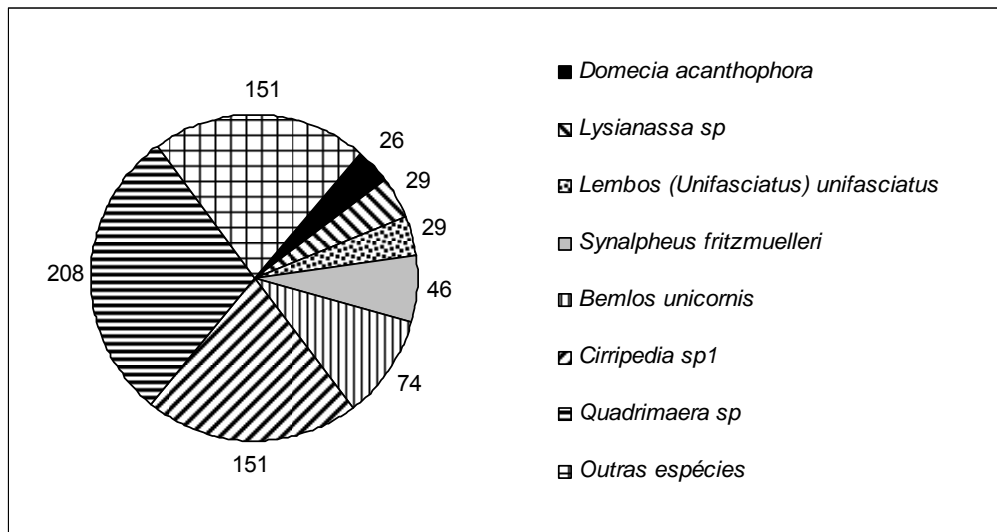


Figura 1.16: Espécies do grupo Crustacea, com respectivo número de indivíduos, encontrados associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.



Figura 1.17: Crustáceos associados a *Millepora alcicornis* dos recifes de Maracajaú (RN). A. *Domecia acanthopohora acanthopohora* (escala = 0,6 cm); B. *Petrolisthes galathinus* (escala = 0,7 cm); C. *Pachycheles greeleyi* (escala = 0,4 cm); D. *Porcellana platycheles* (escala = 0,3 cm); E. *Clibanarius antillensis* (escala = 0,4 cm); F. *Clibanarius* sp. (escala = 0,3 cm); G. *Synalpheus fritzmuelleri* (escala = 0,6 cm); H. *Periclimenes americanus* (escala = 0,5 cm); I. *Processa fimbriata* (escala = 0,7 cm); J. *Bemlos unicornis* (escala = 0,4 cm); L. Flabellifera sp3 (escala = 0,6 cm); M. Cirripedia sp1 (escala = 0,8 cm).

3.1.1.2 Echinodermata

Somente a presença do grupo Ophiuroidea foi registrada. Em 11 estações de coleta, foram encontrados 67 indivíduos, das famílias Amphiuroidae, Ophiactidae e Ophiotrichidae (Ver apêndice) com três, duas e uma espécie, respectivamente (Figura 1.18). Na Família Amphiuroidae, a espécie Amphiuroidae sp1 não pode ser identificada, pois algumas estruturas importantes na identificação, como o disco aboral, foram danificadas durante o processamento do material.

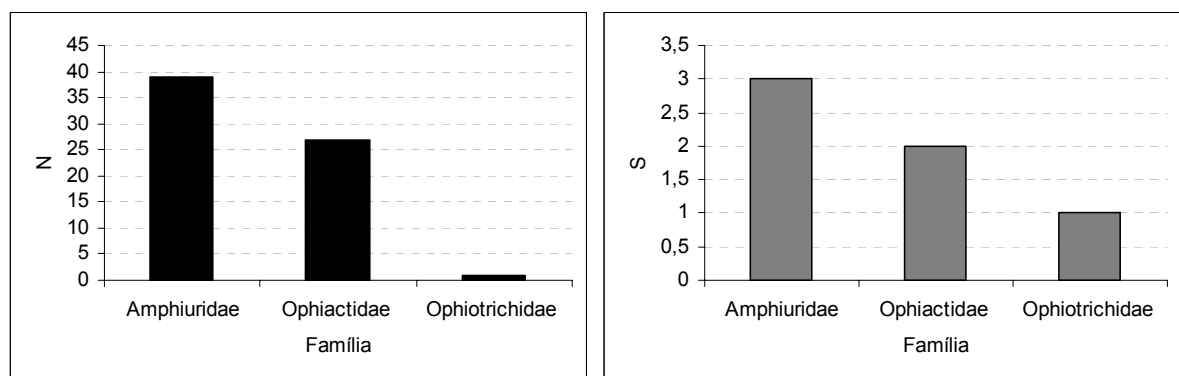


Figura 1.18: À esquerda, número de indivíduos e à direita, número de espécies dos táxons Amphiuroidae, Ophiactidae e Ophiotrichidae, associados à *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.

Os ofiuróides pertencem à epifauna e foram encontrados em reentrâncias e pequenas cavidades na base e sobre a colônia de *Millepora*. As espécies mais abundantes foram *Ophiactis savignyi* e Amphiuroidae sp1 (Figura 1.19). Também foram encontradas as espécies *Ophiocnida* sp. (Figura 1.20A), *Amphipholis squamata* (Figura 1.20B), *Ophiactis* sp., *Ophiotrix angulata*, Amphiuroidae sp1 (Figura 1.20C) e *Ophiactis savignyi* (Figura 1.20E, F).

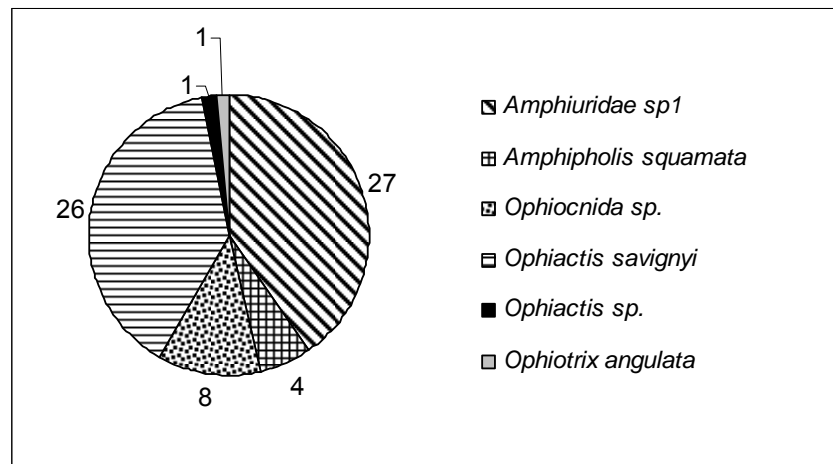


Figura 1.19: Espécies do grupo Ophiuroidea, com respectivo número de indivíduos, encontrados associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.

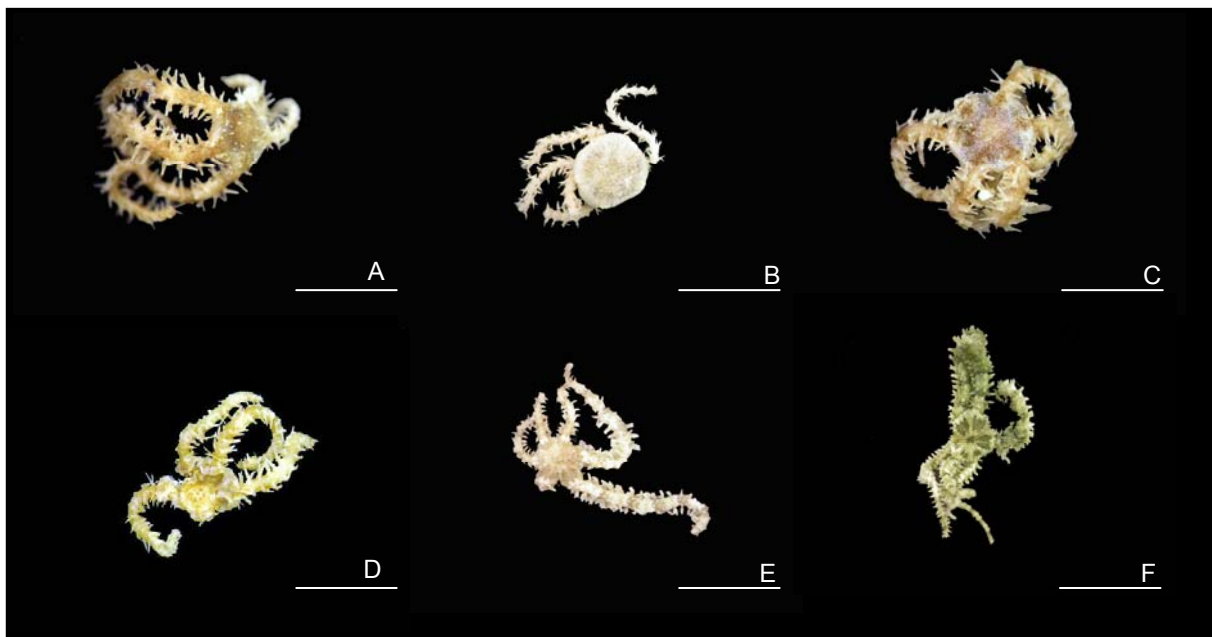


Figura 1.20: Ofiuróides associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN). A. *Ophiocnida* sp. (escala = 0,3 cm); B. *Amphipholis squamata* (escala = 0,4 cm); C. *Amphiuridae* sp1 (escala = 0,3 cm); D. *Amphiuridae* sp1 (escala = 1 cm); E. *Ophiactis savignyi* (escala = 0,4 cm); F. *Ophiactis savignyi* (escala = 0,5 cm).

3.1.1.3 Mollusca

Em 19 estações de coleta, foram registrados 113 moluscos. Destes, puderam ser identificados oito espécies de bivalves com 33 indivíduos, nove espécies de gastrópodes com 56 indivíduos e 1 espécie de polioplacofora com 24 indivíduos (Ver apêndice) (Figura 1.21).

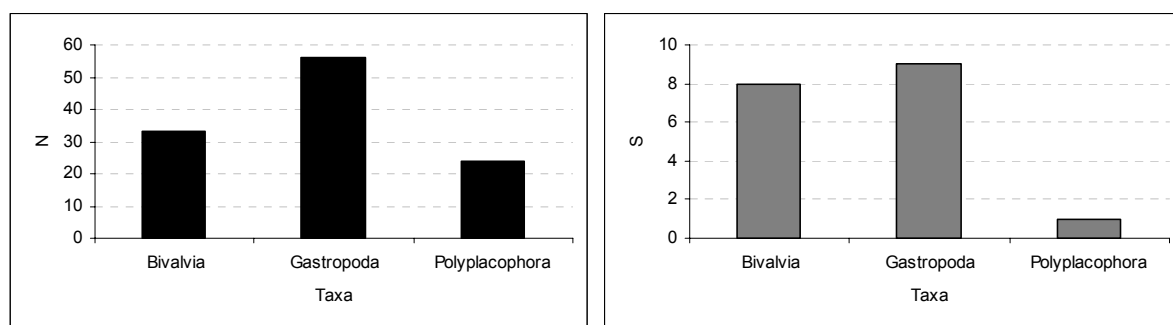


Figura 1.21: À esquerda, número de indivíduos e à direita, número de espécies dos táxons Bivalvia, Gastropoda e Polyplacophora, associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.

Entre os bivalves, dois indivíduos não puderam ser identificados por serem muito jovens, sendo nomeados Bivalvia sp1. Nos gastrópodes, os vermetídeos, nomeados Gastropoda sp1, não foram identificados devido à dificuldade na obtenção da concha íntegra durante o processamento. E o gastrópode *Macromphalina* sp., foi mantido somente em gênero, pois, provavelmente, trata-se de uma espécie ainda não descrita (Luiz Simone, Com. Pess.).

Dentre as espécies identificadas, 16 pertencem a epifauna, enquanto, duas pertencem à endofauna. A epifauna também foi mais numerosa em relação ao número de indivíduos (Figura 1.22).

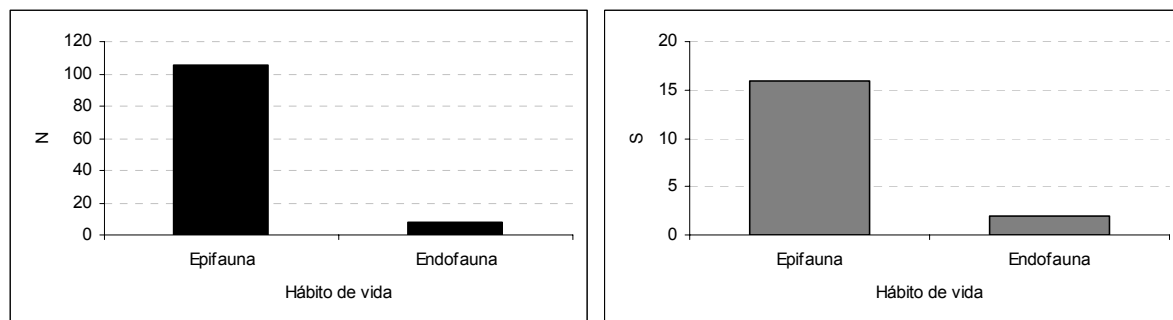


Figura 1.22: À esquerda, número de indivíduos e à direita, número de espécies pertencente à epifauna e à endofauna associada a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN).

Os gastrópodes identificados pertencem às famílias Architectonicidae, Buccinidae, Columbellidae, Fissurellidae, Hipponicidae, Cystiscidae, Rissoidae, Tornidae e Vermetidae. Foram encontrados organismos epilíticos vágeis e sésseis. O gastrópode mais numeroso (Figura 1.23) foi *Hipponix subrufus* (Figura 1.27D), que pertence à fauna sésil. A fauna vágil foi representada por *Heliacus bisulcatus*, *Engina turbinella*, *Anachis lyrata*, *Emarginella pumila*, *Persicula sagittata* (Figura 1.27F), *Alvania aberrans* (Figura 1.27) e *Macromphalina* sp. (Figura 1.27E).

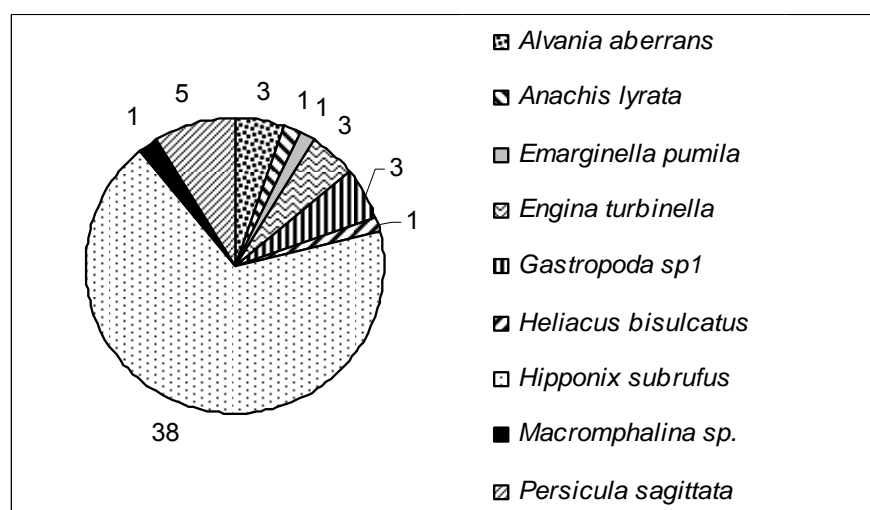


Figura 1.23: Espécies de Gastropoda, com respectivo número de indivíduos, encontrados associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.

Os bivalves encontrados em associação estão inseridos nas famílias Arcidae, Corbulidae, Gastrochaenidae, Isognomonidae, Limidae e Mytilidae. Foram encontrados organismos endolíticos e epilíticos sésseis. A espécie mais numerosa foi *Corbula caribaea* (Figura 1.24; 1.27H). A fauna endolítica foi representada por *Gastrochaena hians* (Figura 1.26; 1.27L) e *Lithophaga bisulcata* (Figura 1.27I); e a fauna epilítica sésseil corresponde a *Arca imbricata* (Figura 1.25; 1.27G). também foram encontradas *Limatula hendersoni* (Figura 1.27J), *Musculus lateralis* e *Isognomon bicolor* (Figura 1.27M), que é uma espécie invasora introduzida do Caribe.

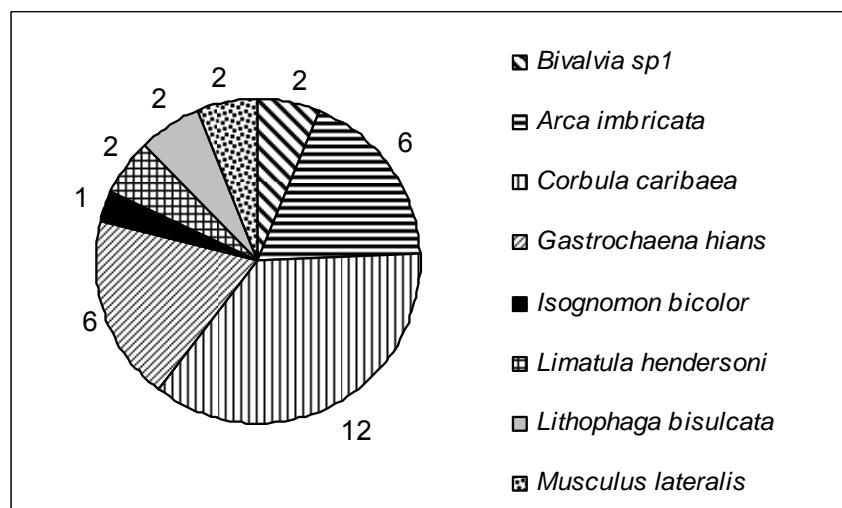


Figura 1.24: Espécies de Bivalvia, com respectivo número de indivíduos, encontrados associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.

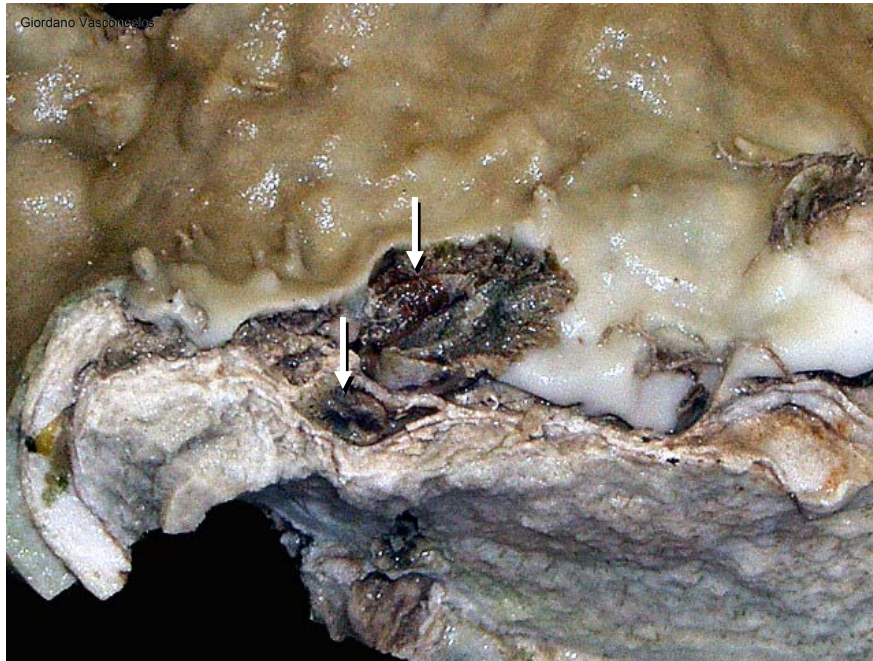


Figura 1.25: *Arca imbricata* (setas), bivalve encontrado em associação com a região basal de *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN).



Figura 1.26: *Gastrochaena hians* (seta), bivalve encontrado perfurando a região basal de *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN).



Figura 1.27: Moluscos associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN). A. *Ischionochiton striolatus* (escala = 0,3 cm); B. *Alvania aberrans* (escala = 0,3 cm); C. *Emarginella pumila* (escala = 0,3 cm); D. *Hipponix subrufus* (escala = 0,7 cm); E. *Macromphalina* sp. (escala = 0,1 cm); F. *Persicula sagittata* (escala = 0,3 cm); G. *Arca imbricata* (escala = 0,7 cm); H. *Corbula caribaea* (escala = 0,2 cm); I. *Lithophaga bisulcata* (escala = 0,4 cm); J. *Limatula herdersoni* (escala = 0,2 cm); L. *Gastrochaena hians* (escala = 0,5 cm); M. *Isognomon bicolor* (escala = 0,4 cm).

3.1.1.4 Polychaeta

Foram registrados 301 poliquetas, em 20 estações de coleta; estes estavam em associação com a região basal do hidróide calcário, sendo classificados como endofauna.

Foram encontrados indivíduos pertencentes às famílias Capitellidae, Cirratulidae, Dorvilleidae, Eunicidae, Flabelligeridae, Lumbrineridae, Nereididae, Polynoidae, Sabellidae, Serpulidae, Spionidae, Syllidae e Terebellidae (Ver apêndice).

A família dominante foi a Eunicidae, com 145 indivíduos, destacando-se *Eunice cariboea* (Figuras 1.28; 1.30; 1.31; 1.33A), correspondendo a 48% do total de poliquetas coletados, seguida por Cirratulidae com 69 indivíduos, destacando-se *Dodecaceria* cf. *pulchra* (Figura 1.28; 1.30; 1.31), e representando 23% dos poliquetas. Entretanto, a família com maior número de espécies foi Syllidae com 5 espécies, seguida por Capitellidae com 4 (Figura 1.29). Tubos de poliquetas (Figura 1.32) foram visualizados sobre a base e no esqueleto do hidróide calcário. Outras espécies também foram encontradas em menor número, destacando-se: *Nonatus* sp. (Figura 1.33B), Lumbrineridae sp1 (Figura 1.33C), *Dasybranchus* sp. (Figura 1.33D), *Lumbrineris inflata* (Figura 1.33E); Polinoidae sp1 (Figura 1.33F), *Syllis gracilis* (Figura 1.33G), *Typosyllis* sp2 (Figura 1.33H), *Pherusa* sp. (Figura 1.33I), *Amphiglena* sp. (Figura 1.33J), Nereididae sp1 (Figura 1.33L) e *Vermiliopsis* sp. (Figura 1.33M).

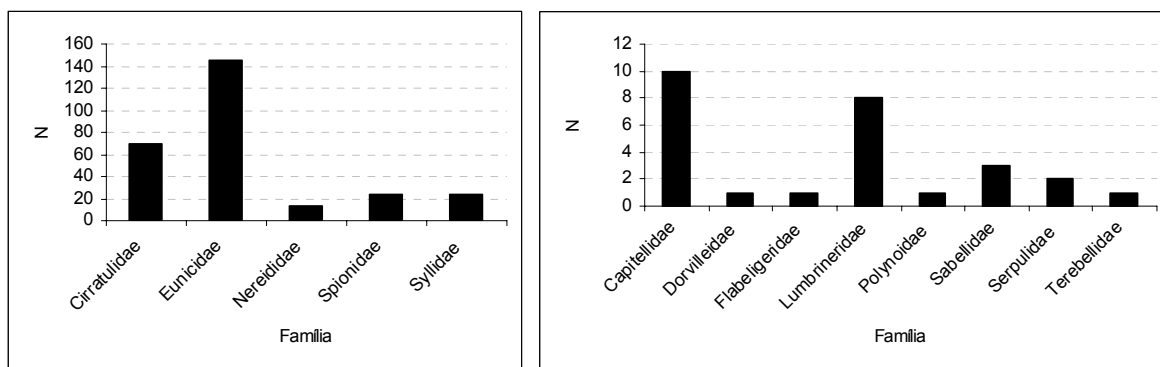


Figura 1.28: Número de indivíduos (N) do grupo Polychaeta das Famílias Cirratulidae, Eunicidae, Nereididae, Spionidae, Syllidae (à esquerda) e Capitellidae, Dorvilleidae, Flabelligeridae, Lumbrineridae, Polynoidae, Sabellidae, Serpulidae e Terebellidae (à direita) associadas a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.

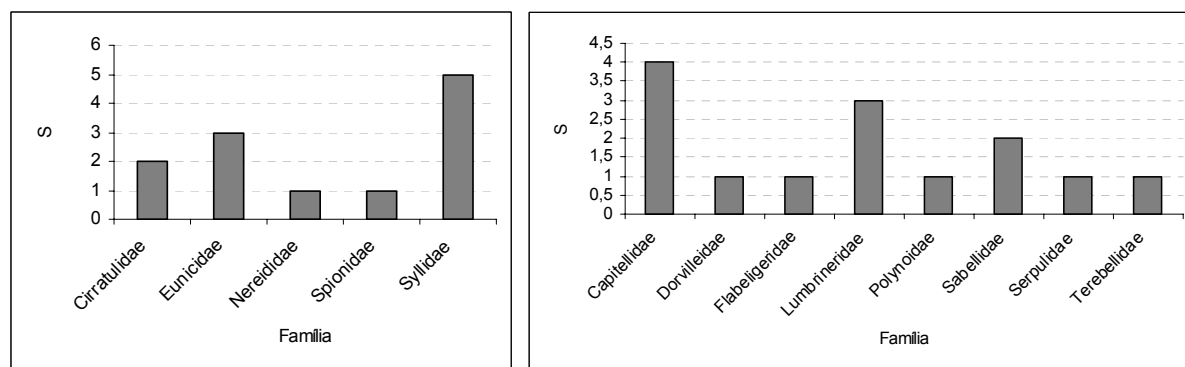


Figura 1.29: Número de espécies (S) do grupo Polychaeta das famílias Cirratulidae, Eunicidae, Nereididae, Spionidae, Syllidae (à esquerda) e Capitellidae, Dorvilleidae, Flabelligeridae, Lumbrineridae, Polynoidae, Sabellidae, Serpulidae e Terebellidae (à direita) associadas a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.

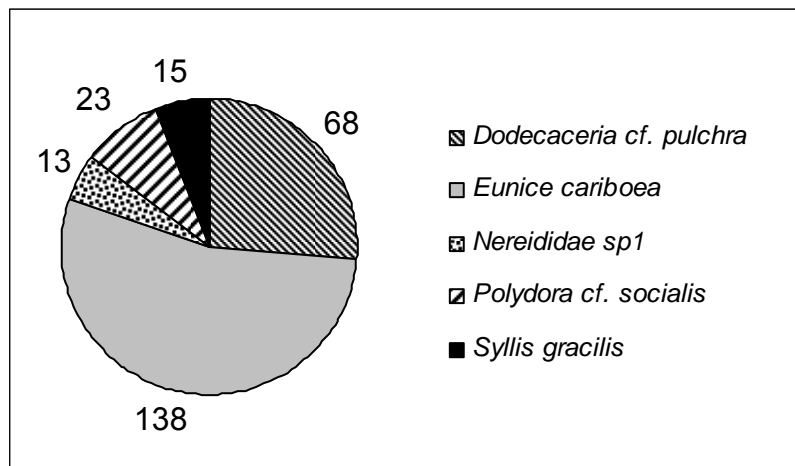


Figura 1.30: Espécies mais abundantes do grupo Polychaeta, com respectivo número de indivíduos, encontrados associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajá (RN), nas estações de coleta.



Figura 1.31: *Eunice cariboea* (seta preta) e *Dodecaceria cf. pulchra* (seta branca), poliquetas encontrados perfurando a região basal de *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajá (RN).

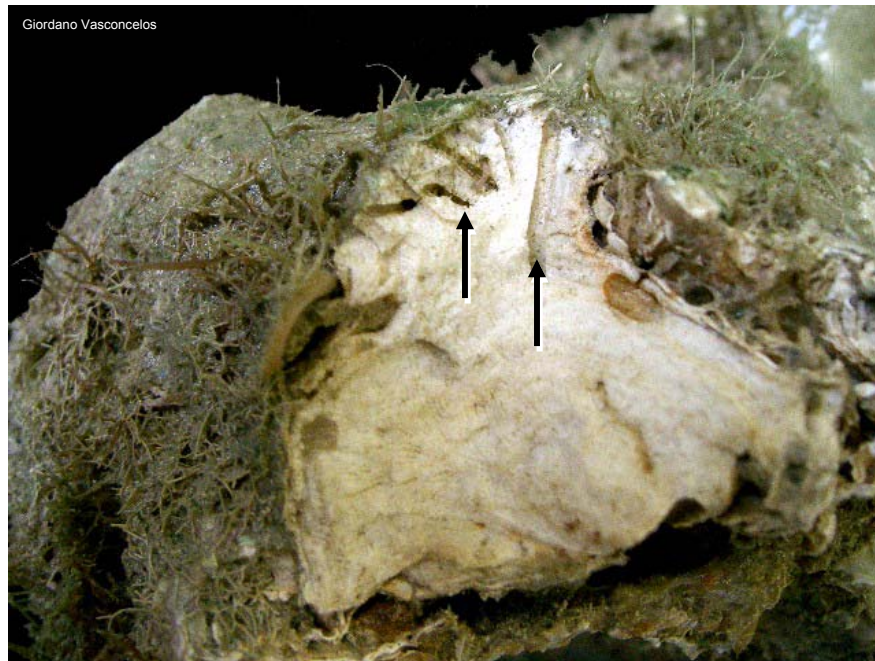


Figura 1.32: Tubos (setas) construídos por poliquetas evidenciando a perfuração da região basal de *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN).



Figura 1.33: Poliquetas associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajau (RN). A. *Eunice cariboea* (escala = 0,4 cm); B. *Nonatus* sp. (escala = 0,2 cm); C. Lumbrineridae sp1 (escala = 0,3 cm); D. *Dasybranchus* sp. (escala = 0,2 cm); E. *Lumbrineris inflata* (escala = 0,1 cm); F. Polinoidea sp1 (escala = 0,1 cm); G. *Syllis gracilis* (escala = 0,2 cm); H. *Typosyllis* sp2 (escala = 0,2 cm); I. *Pherusa* sp. (escala = 0,3 cm); J. *Amphiglena* sp. (escala = 0,5 cm); L. Nereididae sp1 (escala = 0,1 cm); M. *Vermiliopsis* sp. e tubo calcário (escala = 0,2 cm).

3.1.1.5 Sipuncula

Foram encontrados 38 sipúnculos, em 11 estações de coleta, pertencentes às famílias Aspidosiphonidae, com 33 indivíduos e um espécie, Golfingiidae, com quatro indivíduos e duas espécies, e Phascolosomatidae, com um indivíduo e uma espécie (Ver apêndice) (Figura 1.34).

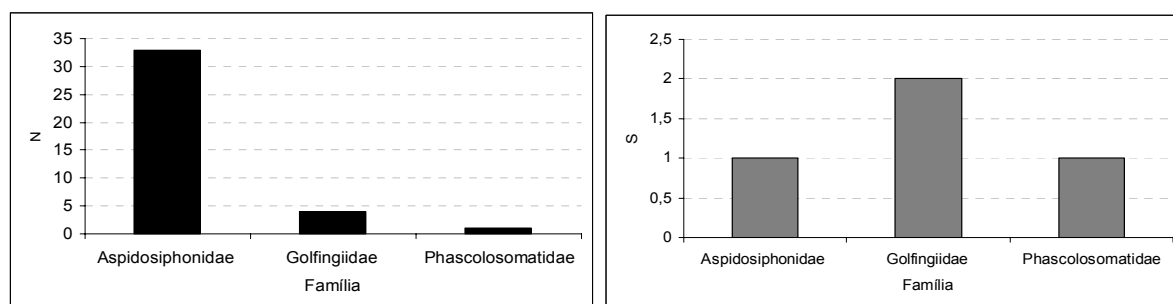


Figura 1.34: À esquerda, número de indivíduos (N) e à direita, número de espécies (S) das famílias Aspidosiphonidae, Golfingiidae e Phascolosomatidae associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.

Os sipúnculos foram classificados como endofauna, sendo representados pelas espécies *Aspidosiphon elegans* (Figura 1.35; 1.36; 1.38B), a mais abundante, representando 87% dos sipúnculos coletados (Figura 1.35), *Themiste alutacea* (Figura 1.35; 1.38A), *Nephasoma* sp. (Figura 1.35) e *Antillesoma antillarum* (Figura 1.35; 1.37; 1.38C).

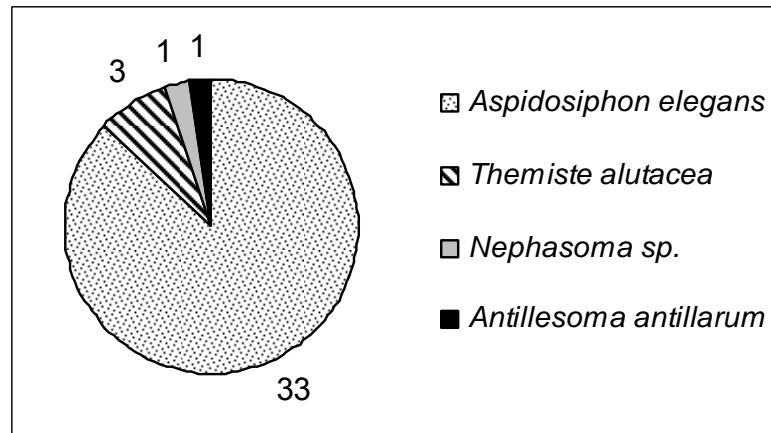


Figura 1.35: Espécies do grupo Sipuncula, com respectivo número de indivíduos, encontrados associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.



Figura 1.36: *Aspidosiphon elegans* (seta), sipunculo encontrado na região basal de *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN).

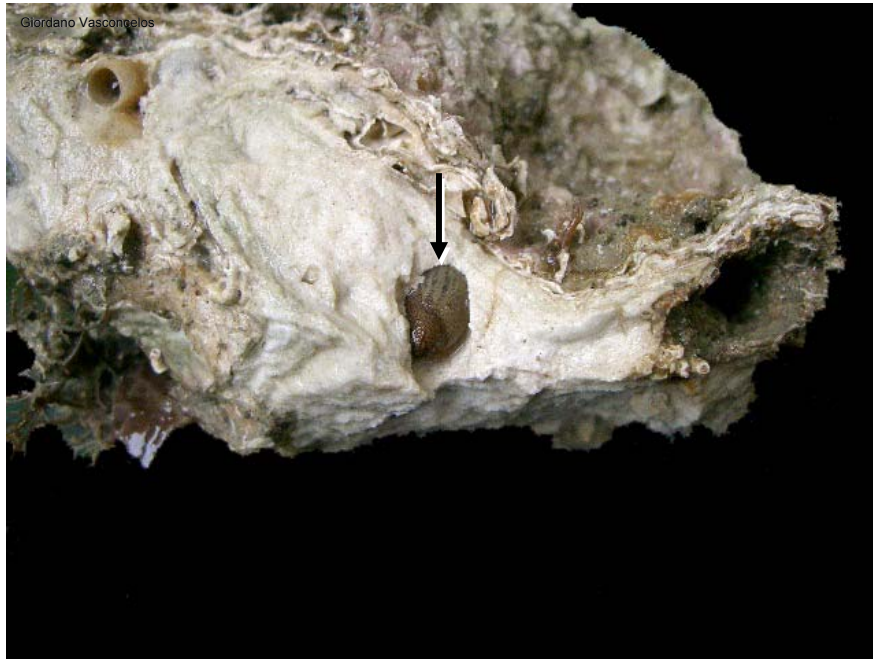


Figura 1.37: *Antillesoma antillarum* (seta), sipúnculo encontrado na região basal de *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN),.



Figura 1.38: Sipúnculos associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN). A. *Themiste alutacea* (escala = 0,3cm); B. *Aspidosiphon elegans* (escala = 1cm); C. *Antillesoma antillarum* (escala = 0,75cm).

3.1.2 Organismos coloniais

Foram encontradas 26 espécies e 86 colônias em associação com o hidróide calcário *Millepora alcicornis*. Essas espécies estão contidas em 3 grupos (Cnidaria, Porifera e Tunicata) (Ver apêndice).

De acordo com o número de indivíduos, Tunicata foi mais expressivo, seguido por Porifera e Cnidaria, em contraste com o número de espécies, onde Porifera foi mais numeroso, seguido por Cnidaria e Tunicata (Figura 1.39; 1.40). Em relação ao hábito de vida (epifauna e endofauna), o maior valor tanto do número de indivíduos como de espécies, correspondeu a organismos da epifauna, representando 98,8% e 96,2%, respectivamente, do total (Figura 1. 41).

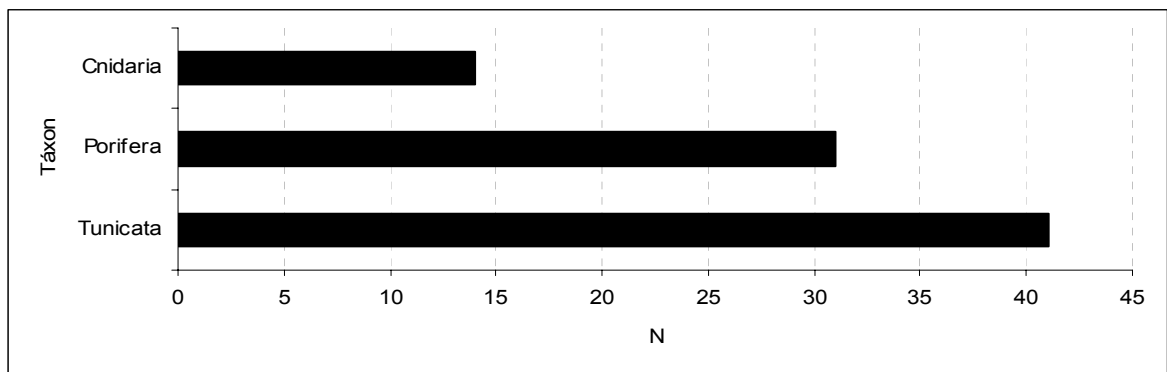


Figura 1.39: Táxons e respectivo número de indivíduos (N) de organismos coloniais associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajá (RN), nas estações de coleta.

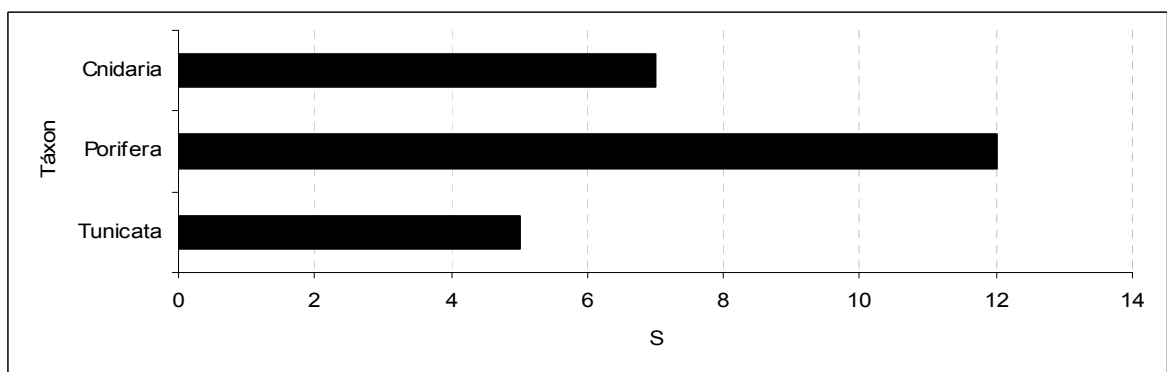


Figura 1.40: Táxons e respectivo número de espécies (S) de organismos coloniais associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajá (RN), nas estações de coleta.

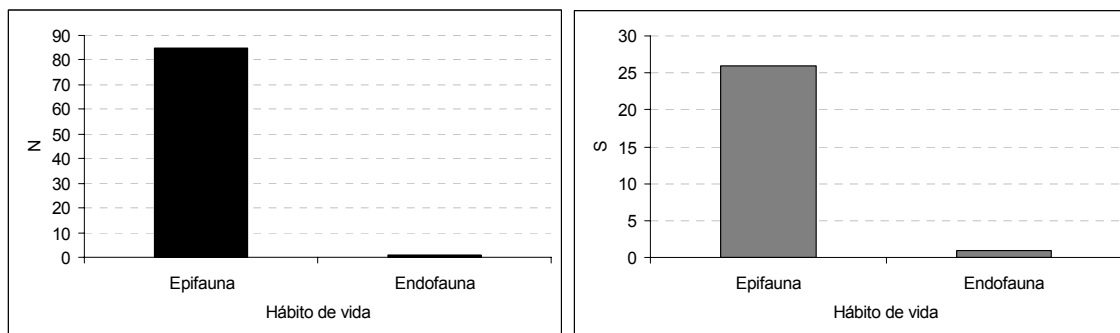


Figura 1.41: À esquerda, número de indivíduos e à direita, número de espécies pertencente à epifauna e à endofauna dos organismos coloniais associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.

Nas estações estudadas, os organismos coloniais não foram encontrados nas estações 4, 5, 8, 10, 12, 21 e 24. Os exemplares de Porifera ocorreram em 57% das estações, seguidos por Cnidaria e Tunicata, com 30% cada uma (Figura 1.42).

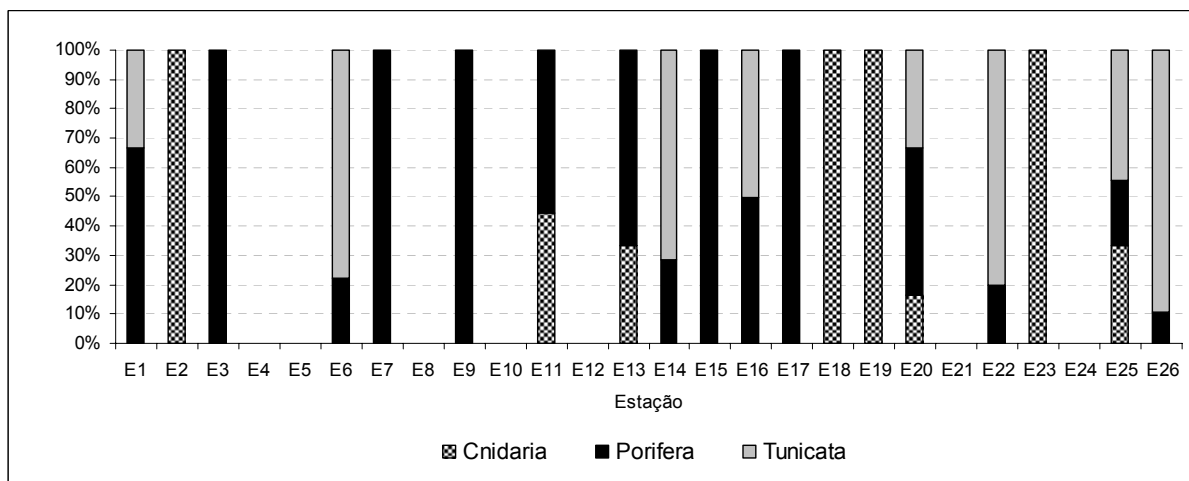


Figura 1.42: Percentual de ocorrência de indivíduos dos organismos coloniais associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), por estações de coleta.

3.1.2.1 Cnidaria

Foram encontradas 13 colônias do Filo Cnidaria pertencentes aos grupos Anthozoa e Hydrozoa (Ver apêndice). Estavam presentes em oito

estações de coleta e associados à base do hidróide calcário. Os antozoários foram representados pelas famílias Agariciidae, Faviidae, Siderastreidae e Zoanthidae com onze colônias e seis espécies; e os hidrozoários, pelas famílias Thyroscyphidae e Sertulariidae, com três colônias e duas espécies (Figura 1.43).

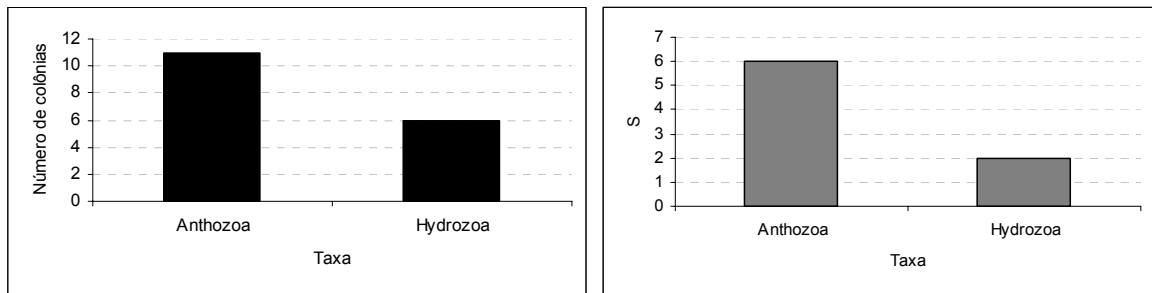


Figura 1.43: À esquerda, número de colônias e à direita, número de espécies (S) dos táxons Anthozoa e Hydrozoa, associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.

Classificados como organismos pertencentes à epifauna, os cnidários apresentaram número de colônias semelhantes (Figura 1.44). Os hidrozoários foram representados pelas espécies *Sertularella cylindritheca* (Figura 1.45A) e *Thyroscyphus ramosus* e os antozoários, por *Palythoa caribaeorum* (Figura 1.45B), *Protopalythoa variabilis* (Figura 1.45C), *Zoanthus sociatus* (Figura 1.45D), *Agaricia* sp. (Figura 1.45E), *Favia gravida* e *Siderastrea stellata* (Figura 1.45F).

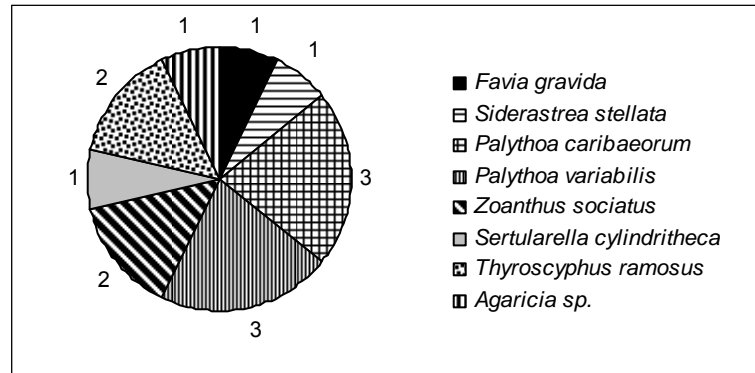


Figura 1.44: Espécies do grupo Cnidaria, com respectivo número de colônias, encontrados associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.

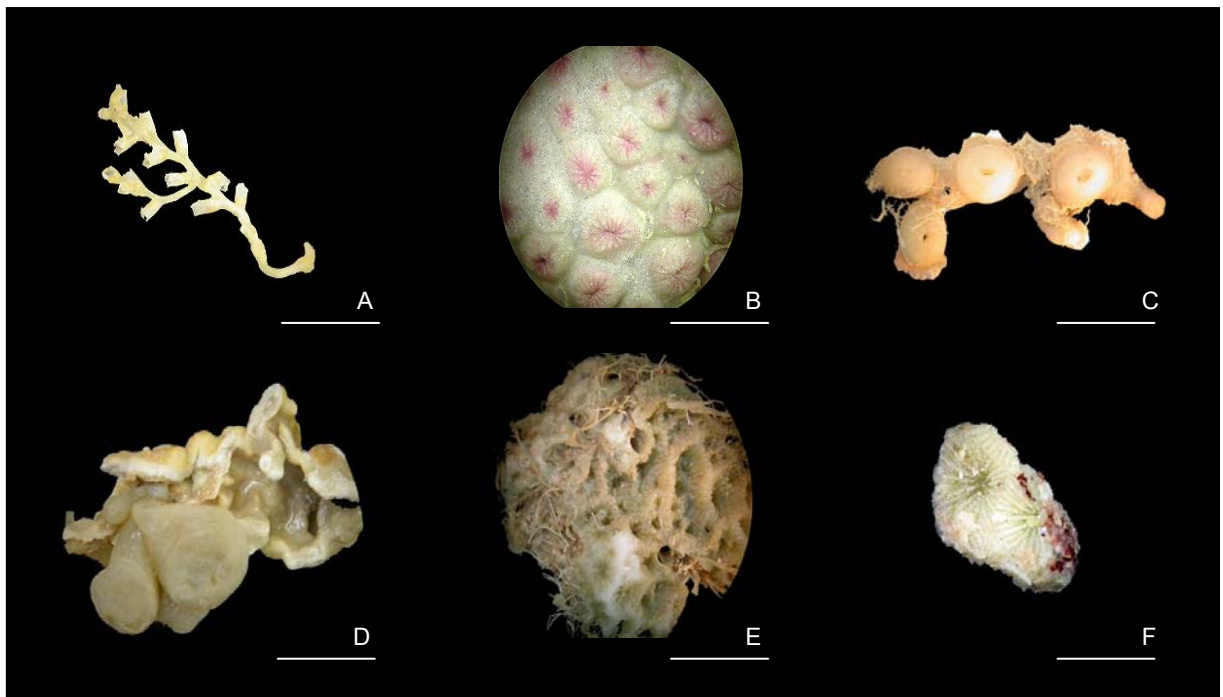


Figura 1.45: Cnidários associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN). A. *Sertularella cylindritheca* (escala = 0,5 cm); B. *Palythoa caribaeorum* (escala = 0,8 cm); C. *Protopalythoa variabilis* (escala = 0,7 cm); D. *Zoanthus sociatus* (escala = 0,7 cm); E. *Agaricia sp.* (escala = 1,2 cm); F. *Siderastrea stellata* (escala = 0,4cm).

3.1.2.2 Porifera

Foram registradas 31 colônias do grupo Porifera, com 13 espécies identificadas em 15 estações de coleta (Ver apêndice); este grupo estava em associação com a região basal do hidróide calcário. Em algumas amostras não foi possível aprofundar detalhes na identificação, pois estas eram compostas de fragmentos reduzidos.

As esponjas foram classificadas como endofauna (Figura 1.46; 1.48), constituída somente pela espécie *Cliona* sp. correspondendo a 8% das espécies de esponjas coletadas, e epifauna (Figura 1.47; 1.48), representada por 12 espécies e 92% do total de Porifera (Figura 1.49).

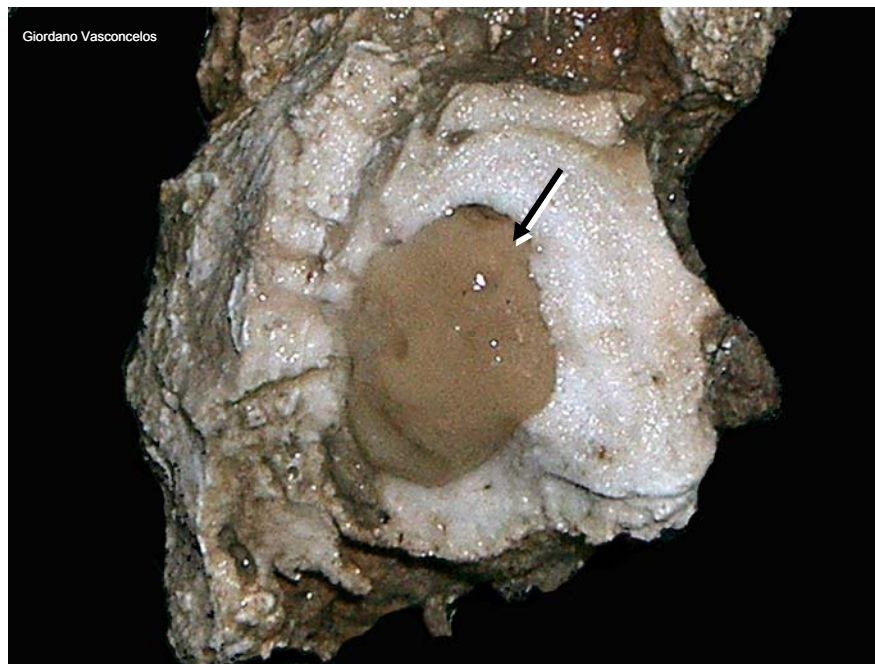


Figura 1.46: Esponja perfurante (seta) encontrada perfurando a região basal de *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), pertencente à endofauna.

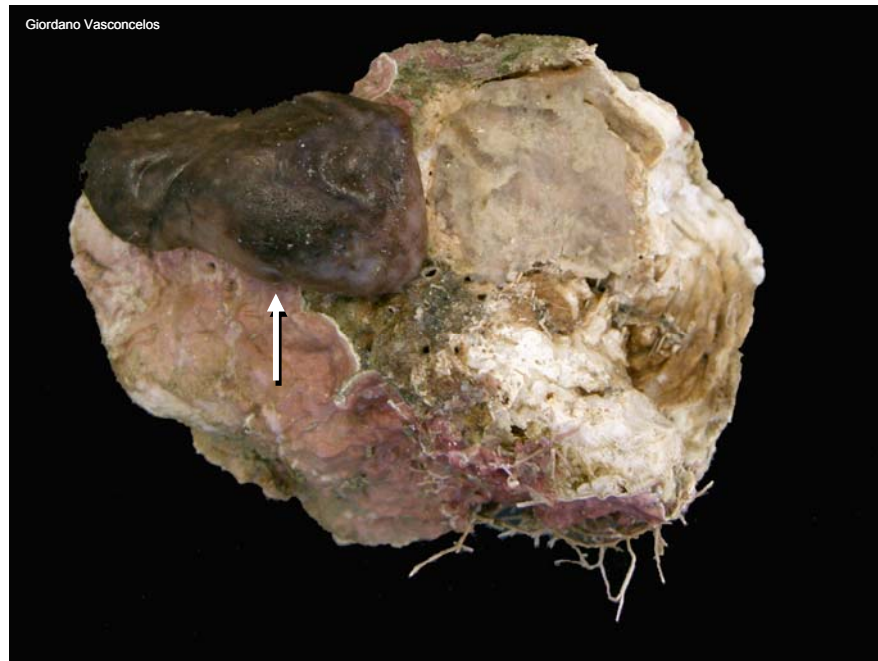


Figura 1.47: *Chondrilla nucula*, esponja encontrada na região basal de *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), pertencente à epifauna.

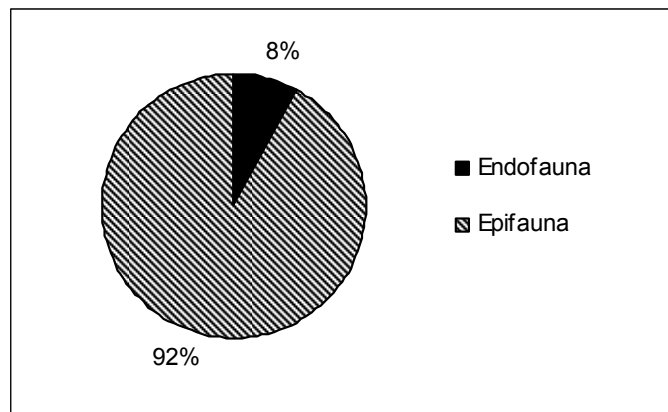


Figura 1.48: Percentual de espécies da endofauna e epifauna do grupo Porifera, encontrados associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.

Foram encontrados indivíduos pertencentes aos grupos Calcaronea, Calcinea, Geodiidae, Pachastrellidae, Chondrillidae, Spongiidae, Clionidae, Timeidae, Chalinidae e Mycalidae. A família Geodiidae foi dominante com 11 indivíduos, destacando-se *Geodia gibberosa* (Figura 1.49), correspondendo a 35%

do total coletado. Em relação ao número de espécies, dominaram as famílias Chalinidae e Geodiidae, ambas com duas espécies (Figura 1.50).

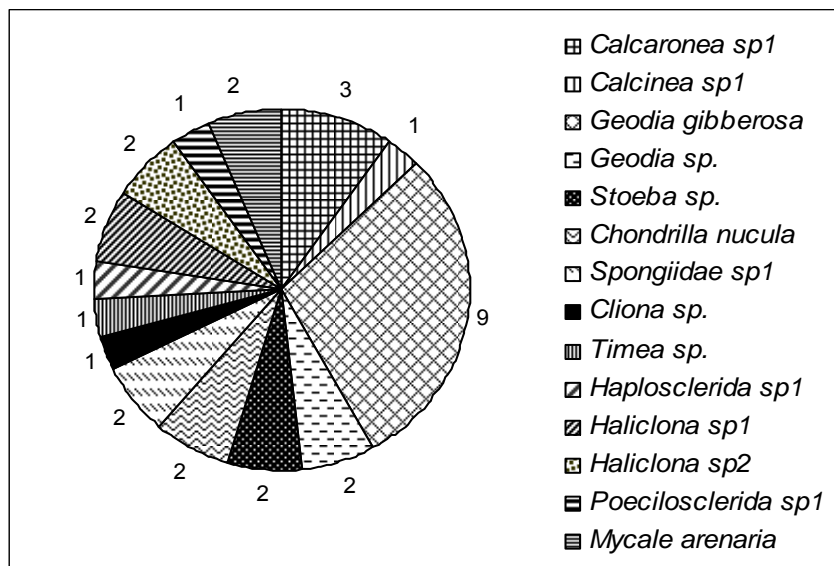


Figura 1.49: Espécies do grupo Porifera, com respectivo número de colônias, encontrados associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.

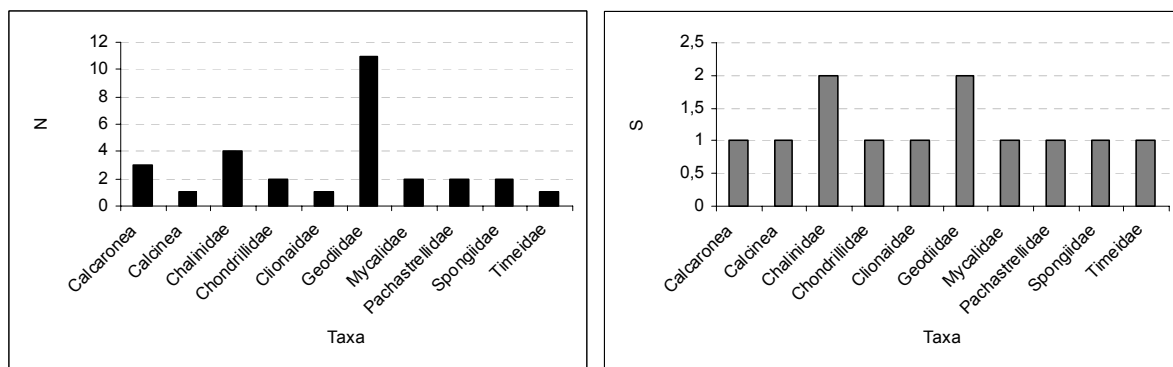


Figura 1.50: À esquerda, número de indivíduos (N) e à direita, número de espécies (S) dos táxons Calcaronea, Calcinea, Geodiidae, Pachastrellidae, Chondrillidae, Spongiidae, Clionidae, Timeidae, Chalinidae e Mycalidae associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.

3.1.2.3 Tunicata

Foram registradas 41 colônias do grupo Ascidiacea, com cinco espécies identificadas em oito estações de coleta. Este grupo estava em associação com a região basal de *M. alcicornis*, pertencendo, portanto, a epifauna. Dentre os organismos identificados, *Didemnum* sp. foi mantida em gênero, pois eram indivíduos juvenis, não possuindo ainda os caracteres taxonômicos desenvolvidos e *Trididemnum* sp. é uma espécie nova em fase de descrição.

Todas as espécies de ascídias identificadas pertencem à família Didemnidae (Ver apêndice). *Didemnum lutarium* (Figura 1.51; 1.52B) foi a mais abundante, com 23 colônias correspondendo a 56% das ascídias coletadas, seguido por *Didemnum* sp. (Figura 1.52A), com oito colônias e 20% do total. As outras espécies, *Didemnum ligulum*, *Didemnum psamathodes* e *Trididemnum* sp., estavam em menor número, com 5, 1 e 4 colônias, respectivamente (Figura 1.51).

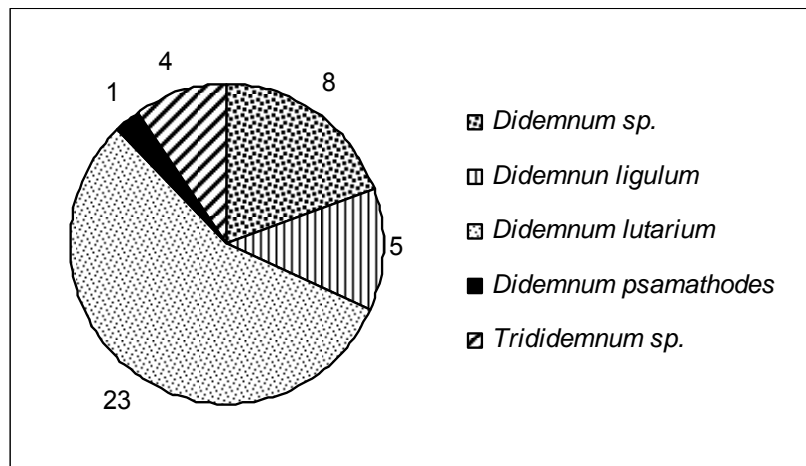


Figura 1.51: Espécies do grupo Tunicata, com respectivo número de colônias, encontrados associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.

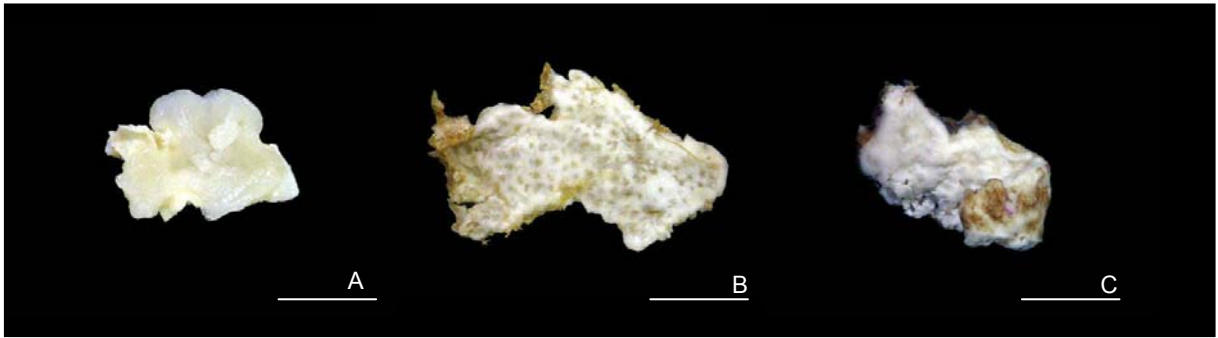


Figura 1.52: Ascídias associadas a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN). A. *Didemnum* sp. (escala = 0,35 cm); B. *Didemnum lutarium* (escala = 0,6 cm); C. *Didemnum* sp. (escala = 1,2 cm).

3.2 Distribuição Espacial da Macrofauna associada a *Millepora alcicornis*.

No que se refere à distribuição espacial dos organismos coloniais e não coloniais ao longo da colônia, foi possível observar padrões durante as coletas e o processamento do material, onde três regiões distintas foram definidas: base, corpo e extremidades (Quadro 1).

A região basal, mais próxima do substrato, apresentou a maioria dos indivíduos encontrados em associação com o coral estudado. Alguns indivíduos da fauna vágil, como camarões e ofiuróides, foram encontrados em pequenas cavidades e fendas.

Durante o período das coletas, alguns organismos foram visualizados no corpo da colônia. Contudo, muitos não puderam ser coletados como o peixe recifal do gênero *Stegastes*, o poliqueta-de-fogo (Amphinomidae) e o caranguejo-aranha. Nas extremidades das colônias, somente cracas foram visualizadas (Figura 1.53).

Quadro 1: Posição ocupada na colônia pelos organismos não coloniais associados à *Millepora alcicornis*, nos recifes de Maracajaú (RN).

Grupo	Posição ocupada na colônia
crustáceos	vágil da base ou corpo/extremidade
equinodermas	corpo/extremidade
moluscos	perfurador da base / vágil da base
poliquetas	perfurador da base
sipúnculos	perfurador da base

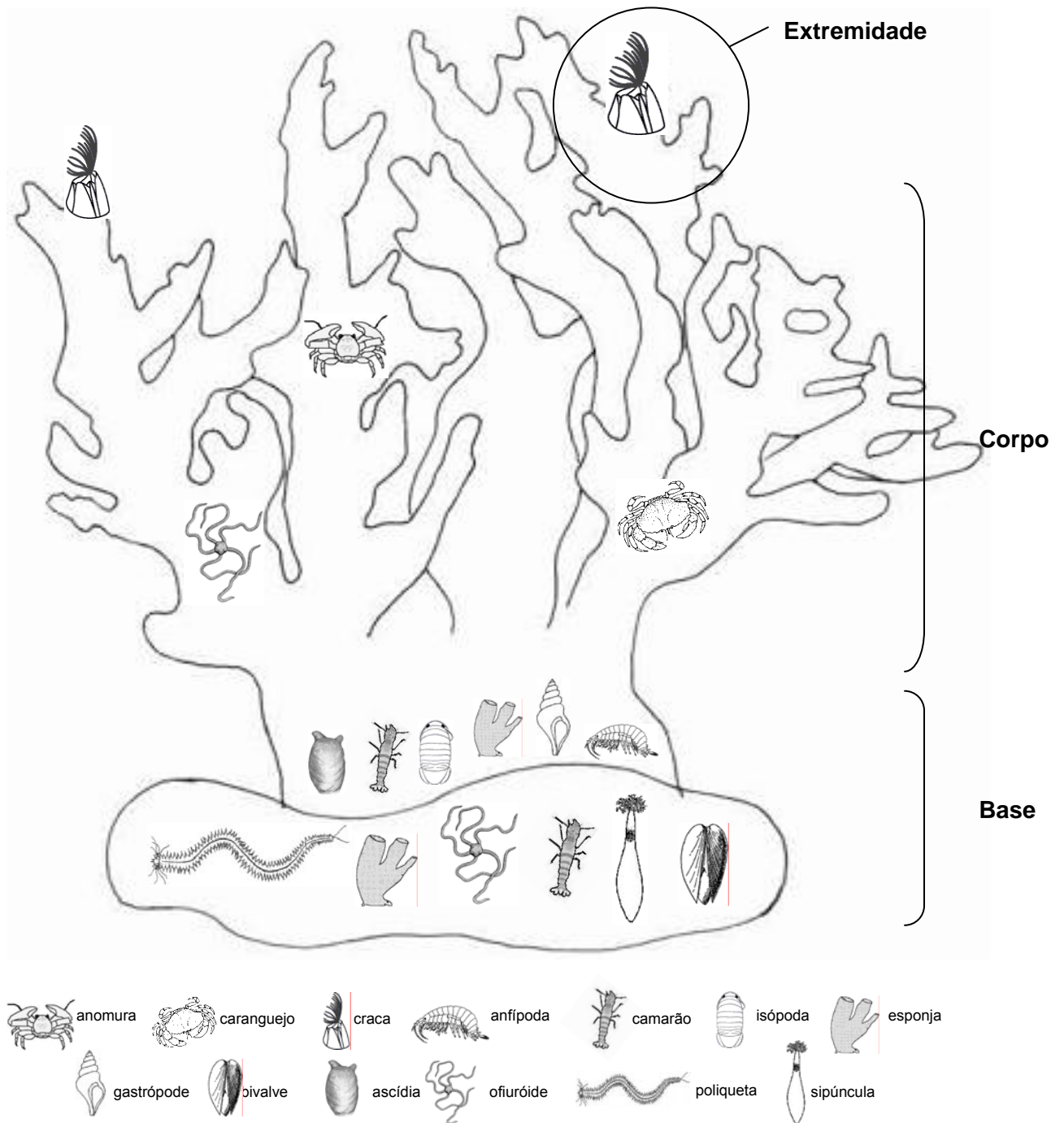


Figura 1.53: Desenho esquemático de indivíduos coloniais e não coloniais em *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), mostrando a disposição dos organismos associados à sua base, corpo e extremidades.

4. Discussão

4.1 Macrofauna associada

As interações ecológicas observadas entre corais e organismos associados são difíceis de serem estabelecidas, devido, principalmente, a ausência de estudos e a dificuldade de observação dos organismos vivos. Contudo, foi possível observar que alguns organismos podem utilizar a *Millepora alcicornis* como refúgio, pois fêmeas ovadas de Caridea e Isopoda e indivíduos jovens de Polyplacophora foram encontrados.

De acordo com esta denominação, foi possível observar que grande parte da fauna encontrada em associação a *Millepora alcicornis* está localizada na base do coral, estando intimamente relacionados com o substrato. Ayal & Safriel (1982) propuseram a hipótese de que a grande diversidade de espécies encontrada em recifes de corais deve-se à predação e à presença de ambientes protegidos, como a região basal dos corais, onde é possível o desenvolvimento de formas jovens que, posteriormente, colonizarão as demais regiões do recife e servirão de alimento a outros animais.

O contato dos organismos perfuradores com o substrato coralino ocorre, provavelmente, através das larvas (McCloskey, 1970), que devem possuir capacidade de penetrar no coral (Hutchings, 1986). Entretanto, Cantera *et al.* (2003) propuseram que espécies de corais ramificados exercem um controle sobre a distribuição e abundância da fauna endolítica, onde os tecidos vivos do coral funcionam como uma barreira ao assentamento larval (MacGeachy & Stearn, 1976). O assentamento dessas larvas pode ser facilitado pela presença de lesões provocadas no coral pela predação (Witman, 1988; Zubia & Peyrot-Clausade, 2001).

Em *Millepora alcicornis*, os nematocistos presentes na epiderme podem formar a barreira contra o assentamento larval. Young (1984) observou que praticamente todas as colônias de *Millepora* spp. dos recifes do Picãozinho (PB) haviam sofrido uma intensa raspagem por peixes; essas lesões provocadas pela predação podem promover a entrada das larvas no esqueleto dos hidróides calcários. No entanto, no presente trabalho, não foi registrado nenhum vestígio desta

predação; segundo relatos de pescadores, as populações de peixes, como os budiões, que se alimentam de corais diminuiu drasticamente, em Maracajaú, devido à pesca excessiva.

MacGeachy & Stearn (1976) comentam que o controle da endofauna também pode ser realizado pela epifauna, onde o crescimento dos organismos incrustantes pode bloquear as aberturas da endofauna e impedir o assentamento larval. Entretanto, no presente trabalho, não houve correlação significativa entre os valores da endofauna e da epifauna. Quanto à fauna e ao volume, houve correlação significativa, contudo considerada moderada, indicando que os números de indivíduos e espécies dos organismos associados aumentam com o crescimento da colônia.

McCloskey (1970), em *Oculina arbuscula*, MacGeachy & Stearn (1976), em *Montastrea annularis*, e Tsuchiya *et al.*, (1986), em *Favona frondifera*, afirmaram que os corais mais velhos possuem proporcionalmente maior número de perfurações por esponjas, bivalves, poliquetas e sipúnculos. No entanto, Austin *et al.* (1980), em *Pocillopora damicornis*, mostraram que a densidade de indivíduos por coral diminui com o aumento de tamanho da colônia.

É possível supor que a barreira contra o assentamento larval é mais eficiente em *Millepora alcicornis* que em corais escleracínios, havendo um “controle” do número de organismos associados. No trabalho de McCloskey (1970), por exemplo, foram analisadas oito colônias do coral *Oculina arbuscula*, sendo encontradas 309 espécies e 56.616 indivíduos associados, número bastante superior ao encontrado no presente estudo. Talvez essa diferença esteja relacionada com a localização dos nematocistos, pois em *Millepora alcicornis* (Hydrozoa) os nematocistos estão na epiderme, enquanto que em corais escleractínios (Anthozoa) estão na cavidade gastrovascular (Brusca & Brusca, 1990).

Em relação à análise de diversidade da macrofauna associada a *Millepora alcicornis* no presente trabalho, os índices de diversidade de Shannon-Weaner (H'), equitabilidade de Pielou (J') e riqueza de espécies (Margalef) mostraram variação das espécies nas estações, com a ausência de poucas espécies dominantes, e maior influência da riqueza na diversidade. Nos trabalhos de Young (1984), em *Mussismilia hartii*, *M. hispida* e *Siderastrea stellata* do Picãozinho (PB), e de Nogueira (1995), em *M. Hispida* de São Sebastião, a diversidade apresentou

valores, respectivamente, menores e maiores que os encontrados para *Millepora alcicornis*.

Quanto à abundância dos organismos, as espécies raras apresentaram maior percentual (79%). Dentre a fauna encontrada por Austin *et al.* (1980), uma grande proporção de espécies também foi considerada rara. Amaral (1997) analisou *Millepora alcicornis*, *M. braziliensis* e *M. nitida*; a autora encontrou espécies que também ocorreram, no presente trabalho, em associação às colônias de *Millepora alcicornis*, porém seu trabalho não visou à quantificação da macrofauna.

Apesar de miléporas (Hydrozoa) e corais escleractínios (Anthozoa) serem classificados em grupos distintos, alguns paralelos podem ser traçados devido a uma possível convergência funcional desses táxons (Lewis, 1989). Ambos Capitata e Scleractinia compartilham plano corporal comum (Brusca & Brusca, 1990) e seus membros possuem dinoflagelados simbiotes (Edmunds, 1999). Estes fatos, além da escassez de estudos, justificam as comparações realizadas entre miléporas e corais escleractínios.

Diante dos estudos referentes à fauna associada a corais, é possível supor que as associações não dependem exclusivamente da espécie hospedeira, pois espécies distintas habitam a mesma espécie de coral em regiões diferentes. Provavelmente, o substrato (esqueleto) exerça papel mais importante, onde suas formas (ramificado, maciço) fornecem condições para a formação de habitats distintos.

4.1.1 Organismos não coloniais

4.1.1.1 Crustacea

Crustacea foi o grupo mais abundante em número de espécies e indivíduos. Austin *et al.* (1980), em *Pocillopora damicornis*, Young (1984), em *Mussismilia harttii*, *M. hispida* e *Siderastrea stellata*, e Nogueira (1995), em *M. hispida* também destacaram a dominância deste grupo.

Os crustáceos foram representados por Amphipoda, Anomura, Caridea, Cirripedia, Brachyura e Isopoda. Muitos destes grupos possuem gêneros e espécies conhecidas em outros corais, não sendo exclusivos a *Millepora alcicornis*.

Os anfípodas e isópodas são provavelmente os grupos menos conhecidos em associação a corais, onde Austin *et al.* (1980), mencionaram a presença de três espécies não identificadas de anfípodas da Família Gammaridae. Entre os Anomura, destacaram-se *Clibanarius* sp. (Nakasone *et al.*, 1986; García-Madrigal, 1999), *Pachycheles* sp. (Austin *et al.*, 1980; Reed *et al.*, 1982; Nakasone *et al.*, 1986; Tsuchiya *et al.*, 1986; García-Madrigal, 1999), *Petrolisthes* sp. (Austin *et al.*, 1980; Edwards & Emberton, 1980), *Petrolisthes galathinus* e *Porcellana* sp. (Reed *et al.*, 1982).

Caridea foi representado por *Alpheus* sp. (Patton, 1966; Austin *et al.*, 1980; Edwards & Emberton, 1980; Reed *et al.*, 1982; Nakasone *et al.*, 1986; Kropp, 1987; Moreno-Forero *et al.*, 1998), *Periclimenes* sp. (Patton, 1966; Edwards & Emberton, 1980; Reed *et al.*, 1982; Nakasone *et al.*, 1986), *Periclimenes americanus* (Reed *et al.*, 1982), *Synalpheus* sp. (Patton, 1966; Austin *et al.*, 1980; Edwards & Emberton, 1980; Reed *et al.*, 1982; Nakasone *et al.*, 1986; Tsuchiya *et al.*, 1986;) e *Synalpheus fritzmulleri* (McCloskey, 1970; Reed *et al.*, 1982).

A Família Alpheidae é encontrada em associação a corais, sendo membro freqüente de corais ramificados (Bruce, 1976). Interações entre *Alpheus* e *Millepora* sp. são conhecidas; onde o camarão provavelmente invade a colônia do coral através dos túneis vazios de vermetídeos (Kropp, 1987). *Synalpheus fritzmulleri* foi considerada comum ou abundante em colônias de *Oculina varicosa*, segundo Reed *et al.* (1982).

Os crustáceos Brachyura foram representados por *Domecia* sp. (Garth, 1964; Patton, 1966; Edwards & Emberton, 1980; García-Madrigal & Bastida-Zavala, 1999), *Domecia acanthophora* (Castro, 1976; Reed *et al.*, 1982) e *Mithrax* sp. (Reed *et al.*, 1982; García-Madrigal & Bastida-Zavala, 1999). *Domecia acanthophora* foi encontrada, no presente trabalho, em pequenas fendas ou entre as ramificações da colônia de *Millepora alcicornis*. O mesmo comportamento foi observado por Castro (1976) no coral *Acropora palmata*.

Cirripedia, no presente trabalho, não foi identificado a nível específico, apesar de ter representado um componente importante. Estes foram encontrados

somente nas extremidades da colônia. Este fato pode ser relacionado com o hábito alimentar das cracas (filtrador). Lewis (1992) sugere que há vantagens para as cracas não estarem em contato com o substrato, pois ficam livres de predação e de competição por espaço com outros organismos epizóicos.

O reflexo da frequência com que um animal está presente na comunidade foi medido, no presente trabalho, através do índice do valor biológico (IVB), onde os crustáceos *Cirripedia* sp1, *Synalpheus fritzmulleri*, *Domecia acanthophora* *Quadrimaera* sp., *Elasmopus rapax* possuíram, respectivamente, primeiro, terceiro, quinto e oitavo maiores valores. Em Young (1984), *Synalpheus fritzmulleri* possuiu o sétimo e o décimo maiores valores, respectivamente, em *Mussismilia harttii* e *M. hispida*.

4.1.1.2 Echinodermata

Ofiuróides são notáveis dentre os equinodermas pela sua tendência a habitats epizóicos, onde seu pequeno tamanho e braços flexíveis facilitam a adesão a outro animal, especialmente os ramificados, como é o caso de *Millepora alcicornis*, ocorrendo freqüentemente em associação a esponjas e cnidários (Hyman, 1955). Registros fotográficos que confirmam esta associação são facilmente encontrados (Hetzl & Castro, 1994). Os membros da família Amphiuridae, mais abundante neste trabalho, são notavelmente conhecidos como escavadores (Ruppert & Barnes, 1996), podendo ser organismos da endofauna.

Os ofiuróides foram encontrados na base de *Millepora alcicornis*, em pequenas fendas e reentrâncias. Silva (1992) também mencionou este comportamento em colônias de *Siderastrea stellata*. Ofiuróides são conhecidos em associação com outros corais, destacando-se nos trabalhos de McCloskey (1970), Austin *et al.* (1980), Tsuchiya *et al.* (1986) e Young (1986),

Em *Millepora alcicornis*, foi registrada a ocorrência de seis espécies com 67 indivíduos. McCloskey (1970) apesar de ter encontrado três espécies de ofiuróides, número menor que no presente trabalho, registrou a maior abundância de indivíduos, com cerca de 400 exemplares. Austin *et al.* (1980) encontraram cinco espécies com 36 indivíduos. Já Young (1986) encontrou seis espécies de ofiuróides, totalizando 95 indivíduos.

Dentre estes trabalhos, a espécie *Ophiactis savignyi*, segunda mais expressiva no presente trabalho, foi a mais numerosa, sendo comumente encontrada em associação com corais (Hendler *et al.*, 1955) e com fundos consolidados (Tommasi, 1970). Tsuchiya *et al.* (1986) encontraram 3 espécies totalizando 281 indivíduos, dos quais 246 eram *O. savignyi*. No presente trabalho, esta espécie obteve o sexto maior índice do valor biológico (IVB), enquanto que, em Young (1986) e em Nogueira (1995) possuiu o nono.

4.1.1.3 Mollusca

Todos os moluscos foram encontrados em contato com a base de *Millepora alcicornis*. O contato com esta região, segundo MacGeachy & Stearn (1976), faz, principalmente, dos bivalves importantes agentes de enfraquecimento da estrutura dos corais.

Os gêneros *Anachis* e *Corbula* e as espécies *Arca imbricata*, *Lithophaga bisulcata* e *Gastrochaena hians* também foram encontradas em associação ao coral *Oculina arbuscula* (McCloskey, 1970); onde os moluscos corresponderam a 8% dos organismos associados. Os gêneros *Alvania* e *Macromphalina* também estavam presentes em *O. varicosa*, representando 19% dos macroinvertebrados (Reed & Mikkelsen, 1987). A composição dos organismos endolíticos, destes dois trabalhos, foi semelhante, tendo *L. bisulcata* como espécie dominante na comunidade.

Em *Pocillopora damicornis*, foram identificados 951 indivíduos, sendo 17 gastrópodes (0,01%) e quatro polioplacóforas (0,004%) (Austin *et al.*, 1980). Nesta mesma espécie, no Pacífico Colombiano, das 36 espécies de invertebrados identificados, 10 eram bivalves (27%) e um era gastrópode (0,02%) (Cantera *et al.*, 2003).

Os moluscos perfurantes *L. bisulcata* e *G. hians* também foram mencionados em outros trabalhos (Hadfield, 1976; Kleemann, 1980; Scott, 1987; Cantera & Contreras, 1988; Scott & Risk, 1988; Franklin-Junior, 1992; Perry, 1998; Valentich-Scott & Dinesen, 2004), cujos mecanismos de perfuração e a participação no processo de bioerosão, em alguns destes trabalhos, foram estudados.

Soliman (1969) afirma que os moluscos perfurantes da Família Gastrochaenidae ocorrem exclusivamente em corais mortos, no entanto,

encontraram-se, no presente estudo, representantes deste grupo em colônias vivas de *Millepora alcicornis*, embora em pequeno número.

Hipponix subrufus possuiu, no presente trabalho, o sétimo maior índice do valor biológico (IVB), não sendo freqüente nos trabalhos de Young (1986) e Nogueira (1995).

4.1.1.4 Polychaeta

Os poliquetas foram encontrados em contato direto com a base de *Millepora alcicornis*, e muitas vezes dentro do esqueleto calcário, onde se destacaram como importante componente da fauna perfurante. Alguns tubos também foram encontrados dentro e sobre a base do hidróide calcário.

A família Eunicidae foi o grupo dominante entre os poliquetas; Moreno-Forero *et al.* (1998), Ochoa-Rivera *et al.* (2000) e Cantera *et al.* (2003) encontraram resultados similares; nestes trabalhos, a dominância dos eunicídeos foi atribuída às características fisiológicas e anatômicas, sendo parte importante da criptofauna.

A espécie dominante foi *Eunice cariboea* correspondendo a 48% do total de poliquetas coletados, possuindo o segundo maior índice do valor biológico (IVB). Ochoa-Rivera *et al.* (2000) registraram resultados semelhantes em colônias vivas e mortas de *Porites* sp. e *Acropora* sp., onde *E. cariboea* representou 36% do total coletado.

Os gêneros *Dodecaceria*, *Dorvillea*, *Polydora*, *Lysidice*, *Eunice*, *Notomastus*, *Lumbrineris*, *Vermiliopsis* e *Pherusa*, encontrados colonizando o coral-de-fogo *Millepora alcicornis*, foram também mencionados por McCloskey (1970), MacGeachy & Stearn (1976), Hutchings (1986), Peyrot-Clausade *et al.* (1992) e Hutchings & Peyrot-Clausade (2002).

Young (1984) e Nogueira (2003) não consideraram este grupo em seus trabalhos, devido a problemas durante o processamento das amostras; por serem organismos frágeis, freqüentemente eram destruídos à medida que os corais eram quebrados.

4.1.1.5 Sipuncula

Os sipúnculos foram encontrados na base de *Millepora alcicornis*, dentro do esqueleto calcário, sendo componente importante da fauna perfurante.

Dos cinco gêneros conhecidos por perfurar rochas calcárias (*Aspidosiphon*, *Cloeosiphon*, *Lithacrosiphon*, *Paraspidosiphon* e *Phascolosoma*) (Rice, 1976), foram encontradas as espécies *Aspidosiphon elegans* e *Antillesoma antillarum* (= *Phascolosoma antillarum*), além de *Themiste alutacea* e *Nephasoma* sp.

A espécie *Aspidosiphon elegans* foi a mais abundante (87% do total de sipúnculos). Rice (1970), em porções mortas de *Porites* sp. e Rice & Macintyre (1982), em colônias de *Acropora* sp. e *Porites* sp., encontraram representante deste gênero, que também possuiu um número de indivíduos expressivo. *A. elegans* apresentou o décimo maior índice do valor biológico (IVB), enquanto em Young (1984) possuiu o décimo primeiro em *Mussismilia hartti* e o nono, em *Siderastrea stellata*. Young (1984) e Nogueira (1995) também mencionaram a presença de *Aspidosiphon elegans* e *Themiste alutacea*.

Outros trabalhos, McCloskey (1970), Risk & MacGeachy (1978), Hutchings (1986), Tsuchiya *et al.* (1986), Pichon (1995), Moreno-Forero *et al.* (1998) e Tribollet *et al.* (2002), referem-se à presença e à importância deste grupo como perfurantes, mas não analisaram em detalhes.

4.1.2 Organismos coloniais

4.1.2.1 Cnidaria

Cnidários também foram encontrados em associação à região basal de *Millepora alcicornis*, representados pelos antozoários *Favia gravida*, *Siderastrea stellata*, *Palythoa caribaeorum*, *Protopalythoa variabilis* e *Zoanthus sociatus* e pelos hidrozoários *Sertularella cylindritheca* e *Thyroscyphus ramosus*.

McCloskey (1970), em *Oculina arbuscula*, menciona a presença de cnidários associados a outros cnidários; neste trabalho, é citada a presença de duas espécies de anêmona-do-mar do gênero *Aiptasia*. Amaral (1997) registrou a

presença de *Siderastra stellata*, *Agaricia agaricites* e *Favia gravida* associada a *Millepora braziliensis* e *Siderastra stellata* e *Favia gravida* associada a *Millepora alcicornis*.

4.1.2.2 Porifera

As esponjas foram encontradas na base de *Millepora alcicornis*, onde 79% do total de Porifera coletados pertenceram à epifauna. A espécie *Geodia gibberosa* foi a mais abundante, sendo componente importante da fauna perfurante. Moreno-Forero *et al.* (1998) consideraram *Geodia gibberosa* como espécie comum da endofauna em *Acropora palmata*. Dentre as esponjas que colonizam corais, provavelmente, essas espécies da endofauna receberam maior atenção devido à participação deste grupo no processo de bioerosão, especialmente a Família Clionidae.

Espécies do gênero *Cliona*, Família Clionidae, geralmente representam um componente bastante expressivo. No entanto, das 14 espécies encontradas associadas a *M. alcicornis*, apenas um exemplar pertencia a este gênero.

Em *Oculina arbuscula*, McCloskey (1970) encontrou um número reduzido de esponjas; uma espécie com três colônias. MacGeachy & Stearn (1976) identificaram 16 esponjas associadas a *Montastrea annularis*, e o gênero *Cliona* chegou a 62% dentre Porifera. Scott (1987), em *Agaricia agaricites*, *Madracis formosa*, *Montastrea annularis*, *Porites asteroides* e *Siderastrea siderea*, menciona sete espécies de esponjas, destacando-se também o gênero *Cliona* com 71% do total de esponjas. Perry (1998) encontrou, associados a corais mortos, 10 espécies de esponjas, sendo nove do gênero *Cliona*.

4.1.2.3 Tunicata

Representantes do grupo Tunicata também foram encontrados em associação à região basal de *Millepora alcicornis*, com as espécies *Didemnum* sp., *Didemnum ligulum*, *Didemnum lutarium*, *Didemnum psamathodes* e *Trididemnum* sp.

Somente McCloskey (1970), em *Oculina arbuscula*, menciona a presença deste grupo, com três espécies e 31 colônias.

5. Conclusões

1. Um possível padrão de distribuição dos organismos também pode estar presente ao longo da colônia do hidróide calcário, onde as regiões, neste trabalho, foram denominadas de base, corpo e extremidades.
2. Grande parte da fauna encontrada em associação a *Millepora alcicornis* está localizada na base do coral.
3. Quanto à fauna e ao volume, houve correlação significativa, indicando que os números de indivíduos e espécies dos organismos associados aumentam com o crescimento da colônia.
4. Os índices de diversidade de Shannon-Weaner (H'), equitabilidade de Pielou (J') e riqueza de espécies (Margalef) mostraram variação das espécies nas estações, com a ausência de poucas espécies dominantes, e maior influência da riqueza na diversidade.
5. Crustacea foi o grupo mais abundante dentre organismos não coloniais em relação ao número de espécie e indivíduos.
6. Porifera foi o grupo mais abundante dentre organismos coloniais em relação ao número de espécie e Tunicata, em número de colônias.

6. Apêndices

Tabela 1: Número de espécies (S), número de indivíduos (N), diversidade de Shannon-Weaner (H'), Equitabilidade de Pielou (J) e Riqueza de Margalef (d) dos indivíduos não coloniais associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), nas estações de coleta.

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13
S	18	7	20	8	4	24	8	13	13	6	28	6	15
N	61	10	104	25	12	70	11	66	36	17	71	23	40
H'(log e)	2,4	1,7	2,0	1,7	0,8	2,8	2,0	1,9	2,1	1,5	2,7	1,2	0,9
J'	0,8	0,9	0,7	0,8	0,6	0,9	0,9	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,9
d	4,1	2,6	4,1	2,2	1,2	5,4	2,9	2,9	3,3	1,8	6,3	1,6	3,8
	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25	E26
S	22	15	30	31	4	3	10	9	12	14	6	12	11
N	66	20	292	138	20	4	49	27	24	55	9	36	35
H'(log e)	2,5	2,6	2,2	2,8	0,9	1,0	1,6	1,8	2,1	1,9	1,7	1,9	1,6
J'	0,8	1,0	0,6	0,8	0,7	0,9	0,7	0,8	0,9	0,7	1,0	0,8	0,7
d	5,0	4,7	5,1	6,1	1,0	1,4	2,3	2,4	3,5	3,2	2,3	3,1	2,8

Tabela 2: Abundância dos grupos não coloniais Mollusca, Crustacea, Echinodermata, Nemertea, Polychaeta, Sipuncula e coloniais Cnidaria, Porifera, Tunicata associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), com respectivo volume das colônias coletadas (VCC) nas estações de coleta.

Estação	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Total
Organismos não coloniais																											
Mollusca	1	4	1	2	0	12	3	2	12	0	8	0	8	23	0	13	1	0	2	10	3	2	1	0	4	0	112
Crustacea	42	3	97	9	10	21	1	15	2	15	23	23	16	3	13	226	109	18	1	0	10	0	11	9	23	14	714
Echinodermata	1	0	1	14	0	8	0	0	0	0	4	0	0	30	2	2	2	0	0	0	1	2	0	0	0	0	67
Nemertea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Polychaeta	12	2	0	0	2	19	5	46	21	2	25	0	12	2	1	31	18	1	0	32	13	15	40	0	0	2	301
Sipuncula	0	0	2	0	0	1	1	3	0	0	2	0	1	0	1	18	7	0	0	1	0	0	1	0	0	0	38
Total	57	9	101	25	12	61	10	66	35	17	62	23	37	59	17	290	137	19	3	43	27	19	53	9	27	16	1234
Organismos coloniais																											
Cnidaria	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	2	0	3	0	14
Porifera	2	0	3	0	0	2	1	0	1	0	5	0	2	2	3	1	1	0	0	3	0	1	0	0	2	2	31
Tunicata	1	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	5	0	1	0	0	0	2	0	4	0	0	4	17	41
Total	3	1	3	0	0	9	1	0	1	0	9	0	3	7	3	2	1	1	1	6	0	5	2	0	9	19	86
VCC (cm3)	702	442	1222	598	130	1664	1612	988	2028	494	3146	260	858	520	208	1066	780	650	499	575	650	520	520	650	1014	650	-

Tabela 3: Abundância das espécies dos organismos não coloniais associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), com respectiva frequência, média e desvio padrão.

	Total	Frequência	Média	Desvio padrão
ARTHROPODA - Crustacea				
<i>Alpheus cristulifrons</i>	1	4	0,0	0,2
<i>Ampithoe ramondi</i>	22	27	0,8	2,0
<i>Anthuridae</i> sp1	1	4	0,0	0,2
<i>Asselota</i> sp1	2	8	0,1	0,3
<i>Bemlos unicornis</i>	74	19	2,8	7,0
<i>Ceradocus paucidentatus</i>	12	8	0,5	2,2
<i>Cirripedia</i> sp1	151	62	5,8	9,5
<i>Clibanarius antillensis</i>	1	4	0,0	0,2
<i>Clibanarius</i> sp.	1	4	0,0	0,2
<i>Cymadusa</i> sp.	2	4	0,1	0,4
<i>Domecia acanthophora</i>	26	62	1,0	1,3
<i>Dulichella appendiculata</i>	14	12	0,5	2,2
<i>Elasmopus rapax</i>	19	31	0,7	1,7
<i>Eobrologos</i> sp.	1	4	0,0	0,2
<i>Ericthonius brasiliensis</i>	3	12	0,1	0,3
<i>Eusiridae</i> sp1	1	4	0,0	0,2
<i>Eusiroides</i> sp.	1	4	0,0	0,2
<i>Flabellifera</i> sp1	2	4	0,1	0,4
<i>Flabellifera</i> sp2	1	4	0,0	0,2
<i>Flabellifera</i> sp3	4	8	0,2	0,5
<i>Gammaropsis atlantica</i>	1	4	0,0	0,2
<i>Gammaropsis thompsoni</i>	14	19	0,5	1,4
<i>Lembos</i> sp.	29	31	1,1	2,9
<i>Lembos unifasciatus</i>	2	8	0,1	0,3
<i>Leucothoe laurensi</i>	3	4	0,1	0,6
<i>Leucothoe</i> sp.	3	4	0,1	0,6
<i>Liljeborgia dubia</i>	2	8	0,1	0,3
<i>Lysianassa</i> sp.	29	15	1,1	3,9
<i>Maera</i> sp.	1	4	0,0	0,2
<i>Mithrax hispidus</i>	2	8	0,1	0,3
<i>Pachycheles greeleyi</i>	1	4	0,0	0,2
<i>Periclimenes americanus</i>	22	19	0,8	3,3
<i>Petrolisthes galathinus</i>	2	4	0,1	0,4
<i>Photis longicaudata</i>	1	4	0,0	0,2
<i>Porcellana platycheles</i>	1	4	0,0	0,2
<i>Processa fimbriata</i>	3	12	0,1	0,3

	<i>Processa</i> sp.	2	4	0,1	0,4
	<i>Quadrimaera</i> sp.	82	42	8,0	27,4
	<i>Stenothoe</i> aff. <i>valida</i>	3	8	0,1	0,4
	<i>Synalpheus fritzmuelleri</i>	46	50	1,8	2,3
CNIDARIA					
	<i>Favia grávida</i>	2	8	0,1	0,3
	<i>Siderastrea stellata</i>	3	8	0,1	0,4
	<i>Protopalythoa caribaeorum</i>	3	12	0,1	0,3
	<i>Palythoa variabilis</i>	1	4	0,0	0,2
	<i>Zoanthus sociatus</i>	1	4	0,0	0,2
	<i>Sertularella cylindritheca</i>	2	8	0,1	0,3
	<i>Thyroscyphus ramosus</i>	2	8	0,1	0,3
ECHINODERMATA					
	<i>Amphiuridae</i> sp1	4	8	0,2	0,6
	<i>Amphipholis squamata</i>	9	23	1,0	3,9
	<i>Ophiocnida</i> sp.	26	35	1,0	1,9
	<i>Ophiactis savignyi</i>	1	4	0,0	0,2
	<i>Ophiactis</i> sp.	8	4	0,3	1,6
	<i>Ophiotrix angulata</i>	1	4	0,0	0,2
MOLLUSCA					
	<i>Bivalvia</i> sp1	3	4	0,1	0,6
	<i>Arca imbricata</i>	1	4	0,0	0,2
	<i>Corbula caribaea</i>	6	15	0,2	0,6
	<i>Gastrochaena hians</i>	2	8	0,1	0,3
	<i>Isognomon bicolor</i>	12	19	0,5	1,1
	<i>Limatula hendersoni</i>	1	4	0,0	0,2
	<i>Lithophaga bisulcata</i>	3	8	0,1	0,4
	<i>Musculus lateralis</i>	6	19	0,2	0,5
	<i>Heliacus bisulcatus</i>	3	8	0,1	0,4
	<i>Engina turbinella</i>	1	4	0,0	0,2
	<i>Anachis lyrata</i>	29	38	1,5	2,7
	<i>Emarginella pumila</i>	24	23	0,9	2,5
	<i>Hipponix subrufus</i>	1	4	0,0	0,2
	<i>Persicula sagittata</i>	2	8	0,1	0,3
	<i>Alvania aberrans</i>	1	4	0,0	0,2
	<i>Macromphalina</i> sp.	1	4	0,0	0,2
	<i>Gastropoda</i> sp1	2	8	0,1	0,3
	<i>Ischonochiton striolatus</i>	5	12	0,2	0,6
NEMERTEA					
	<i>Nemertea</i> sp1	2	8	0,1	0,3
ANNELIDA - Polychaeta					
	<i>Polychaeta</i> sp1	1	4	0,0	0,2

<i>Dasybranchus</i> sp.	3	12	0,1	0,3
<i>Nonatus</i> sp.	1	4	0,0	0,2
<i>Notomastus</i> sp.	1	4	0,0	0,2
<i>Capitellidae</i> sp1	50	35	2,6	5,3
<i>Cirratulidae</i> sp1	1	4	0,0	0,2
<i>Dodecaceria</i> cf. <i>pulchra</i>	138	58	5,3	7,3
<i>Dorvillea</i> sp.	1	4	0,0	0,2
<i>Eunice cariboea</i>	1	4	0,0	0,2
<i>Lysidice ninetta</i>	1	4	0,0	0,2
<i>Marphysa regalis</i>	1	4	0,0	0,2
<i>Pherusa</i> sp.	6	15	0,2	0,6
<i>Lumbrineriopsis</i> sp.	6	23	0,2	0,4
<i>Lumbrineris inflata</i>	1	4	0,0	0,2
<i>Lumbrineridae</i> sp1	13	12	0,5	1,8
<i>Nereididae</i> sp1	2	8	0,1	0,3
<i>Polynoidae</i> sp1	4	12	0,2	0,5
<i>Ampliglana</i> sp.	1	4	0,0	0,2
<i>Potamilla</i> sp.	1	4	0,0	0,2
<i>Vermiliopsis</i> sp.	23	4	0,9	4,5
<i>Polydora</i> cf. <i>socialis</i>	1	4	0,0	0,2
<i>Haplosyllis spongicola</i>	2	8	0,1	0,3
<i>Syllis gracilis</i>	15	15	0,6	1,8
<i>Typosyllis</i> cf. <i>vittata</i>	1	4	0,0	0,2
<i>Typosyllis</i> sp1	4	15	0,2	0,4
<i>Typosyllis</i> sp2	2	8	0,1	0,3
<i>Loimia</i> cf. <i>medusa</i>	2	8	0,1	0,3

Tabela 4: Abundância das espécies dos organismos coloniais associados a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), com respectiva frequência, média e desvio padrão.

		Total	Média	Desvio padrão
CNIDARIA				
	<i>Favia gravida</i>	2	0,08	0,27
	<i>Palythoa caribaeorum</i>	3	0,12	0,43
	<i>Palythoa variabilis</i>	3	0,12	0,33
	<i>Sertularella cylindriotheca</i>	1	0,04	0,20
	<i>Siderastrea stellata</i>	1	0,04	0,20
	<i>Thyroscyphus ramosus</i>	2	0,08	0,27
	<i>Zoanthus sociatus</i>	2	0,08	0,27
TUNICATA - Ascidiacea				
	<i>Didemnum ligulum</i>	5	0,19	0,80
	<i>Didemnum lutarium</i>	23	0,88	3,19
	<i>Didemnum psamathodes</i>	1	0,04	0,20
	<i>Didemnum</i> sp.	8	0,31	0,84
	<i>Trididemnum</i> sp.	4	0,15	0,46
PORIFERA				
	<i>Chondrilla nucula</i>	2	0,08	0,27
	<i>Cliona</i> sp.	1	0,04	0,20
	<i>Geodia gibberosa</i>	9	0,35	0,75
	<i>Geodia</i> sp.	2	0,08	0,27
	<i>Haliclona</i> sp1	2	0,08	0,27
	<i>Haliclona</i> sp2	2	0,08	0,27
	Haplosclerida sp1	1	0,04	0,20
	<i>Mycale arenaria</i>	2	0,08	0,27
	Poecilosclerida sp1	1	0,04	0,20
	Spongiidae sp1	2	0,08	0,27
	<i>Stoebea</i> sp.	2	0,08	0,27
	<i>Timea</i> sp.	1	0,04	0,20

Lista sistemática das espécies da macrofauna associada a *Millepora alcicornis*, dos recifes de Maracajaú (RN), na Área de Proteção Ambiental Estadual dos Recifes de Coral (RN).

PORIFERA

Calcaronea sp1

Calcinea sp1

Poecilosclerida sp1

Haplosclerida sp1

Geodiidae

Geodia gibberosa Lamarck, 1815

Geodia sp.

Pachastrellidae

Stoeba sp.

Chondrillidae

Chondrilla nucula Schmidt, 1862

Spongiidae

Spongiidae sp1

Clionidae

Cliona sp.

Timeidae

Timea sp.

Chalinidae

Haliclona sp1

Haliclona sp2

Mycalidae

Mycale arenaria Hajdu & Desqueyroux-Faúndez, 1994

CNIDARIA

Anthozoa

Faviidae

Favia gravida Verrill, 1868

Siderastreidae

Siderastrea stellata Verrill, 1868

Zoanthidae

Protopalythoa caribaeorum Duchassing & Michelotti, 1860

Palythoa variabilis Verrill, 1900

Zoanthus sociatus (Ellis & Solander, 1786)

Hydrozoa

Sertulariidae

Sertularella cylindritheca Allman, 1888

Thyroscyphidae

Thyroscyphus ramosus Allman, 1877

NEMERTEA

Nemertea sp1

MOLLUSCA

Bivalvia

Bivalvia sp1

Arcidae

Arca imbricata Bruguiere, 1789

Corbulidae

Corbula caribaea Orbigny, 1842

Gastrochaenidae

Gastrochaena hians (Gmelin, 1791)

Isognomonidae

Isognomon bicolor (C. B. Adams, 1845)

Limidae

Limatula hendersoni Olsson & McGinty, 1958

Mytilidae

Lithophaga bisulcata (d'Orbigny, 1842)

Musculus lateralis (Say, 1822)

Gastropoda

Architectonicidae

Heliacus bisulcatus Orbigny, 1845

Buccinidae

Engina turbinella (Kiener, 1835)

Columbellidae

Anachis lyrata (Sowerby, 1832)

Fissurellidae

Emarginella pumila (Adams, 1851)

Hipponicidae

Hipponix subrufus (Lamarck, 1819)

Cystiscidae

Persicula sagittata (Hinds, 1844)

Rissoidae

Alvania aberrans (Adams, 1850)

Tornidae

Macromphalina sp.

Vermetidae

Gastropoda sp1

Polyplacophora

Ischnochitonidae

Ischnochiton striolatus (Gray, 1828)

ANNELIDA

Polychaeta

Polychaeta sp1

Capitellidae

Dasybranchus sp.

Nonatus sp.

Notomastus sp.

Capitellidae sp1

Cirratulidae

Cirratulidae sp1

Dodecaceria cf. *pulchra* Day, 1955

Dorvilleidae

Dorvillea sp.

Eunicidae

Eunice cariboea (Grube, 1856)

Lysidice ninetta Audouin & Milne-Edwards, 1833

Marphysa regalis (Verrill, 1900)

Flabelligeridae

Pherusa sp.

Lumbrineridae

Lumbrineriopsis sp.

Lumbrineris inflata Moore, 1911

Lumbrineridae sp1

Nereididae

Nereididae sp1

Polynoidae

Polynoidae sp1

Sabellidae

Ampliglana sp.

Potamilla sp.

Serpulidae

Vermiliopsis sp.

Spionidae

Polydora cf. *socialis* Schmarda, 1869

Syllidae

Haplosyllis spongicola (Grube, 1855)

Syllis gracilis Grube, 1840

Typosyllis cf. *vittata* Grube, 1840

Typosyllis sp1

Typosyllis sp2

Terebellidae

Loimia cf. *medusa* (Savigny, 1818)

SIPUNCULA

Aspidosiphonidae

Aspidosiphon elegans (Chamisso & Eysenhardt, 1821)

Golfingiidae

Themiste alutacea (Grube & Oersted, 1858)

Nephasoma sp.

Phascolosomatidae

Antillesoma antillarum (Grube & Oersted, 1858)

ARTHROPODA

Crustacea

Amphipoda

Eusiridae

Eusiroides sp.

Eusiridae sp1

Leucothoidae

Leucothoe laurensi Thomas & J. L. Barnard, 1995

Leucothoe sp.

Liljeborgidae

Liljeborgia dubia (Haswell, 1879)

Lysianassidae

Lysianassa sp.

Melitidae

Ceradocus paucidentatus J. L. Barnard, 1952

Dulichella appendiculata (Say, 1818)

Elasmopus rapax Costa, 1853

Maera sp.

Quadrimaera sp.

Phoxocephalidae

Eobrologos sp.

Stenothoidae

Stenothoe aff. *valida* Dana, 1853

Ampithoidae

Ampithoe ramondi Audouin, 1828

Cymadusa sp.

Aoridae

Bemlos unicornis (Bynum & Fox, 1977)

Lembos sp

Lembos (Unifasciatus) unifasciatus A. A. Myers, 1977

Ischyroceridae

Erichthonius brasiliensis (Dana, 1853)

Photidae

Gammaropsis (Gammaropsis) atlantica Stebbing, 1888

Gammaropsis (Gammaropsis) thompsoni (A. O. Walker, 1898)

Photis longicaudata (Bate & Westwood, 1862)

Anomura

Diogenidae

Clibanarius antillensis Stimpson, 1862

Clibanarius sp. Dana, 1852

Porcellanidae

Pachycheles greeleyi (Rathbun, 1900)

Petrolisthes galathinus (Bosc, 1802)

Porcellana platycheles (Pennant, 1777)

Caridea

Alpheidae

Alpheus cristulifrons M. J. Rathbun, 1900

Synalpheus fritzmuelleri Coutière, 1909

Palaemonidae

Periclimenes americanus (Kingsley, 1878)

Processidae

Processa fimbriata Manning & Chace, 1971

Processa sp.

Cirripedia

Cirripedia sp1

Brachyura

Mithracidae

Mithrax hispidus (Herbst, 1790)

Trapeziidae

Domecia acanthophora (Schramm, 1867)

Isopoda

Flabellifera

Flabellifera sp1

Flabellifera sp2

Flabellifera sp3

Asselota

Asselota sp1

Anthuridae

Anthuridae sp1

ECHINODERMATA

Ophiuroidea

Amphiuridae

Amphiuridae sp1

Amphipholis squamata (Delle Chiaje, 1828)

Ophiocnida sp.

Ophiactidae

Ophiactis savignyi (Müller & Troschel, 1842)

Ophiactis sp.

Ophiotrichidae

Ophiotrix angulata (Say, 1825)

CHORDATA

Tunicata

Didemnidae

Didemnum sp.

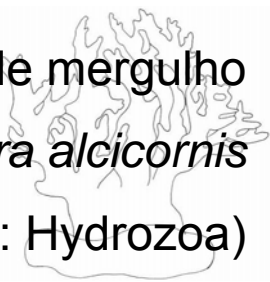
Didemnum ligulum Monniot, 1983

Didemnum lutarium Van Name, 1910

Didemnum psamathodes (Sluiter, 18950)

Trididemnum sp.

Capítulo 2: Impactos da atividade de mergulho
na macrofauna associada a *Millepora alcicornis*
Linnaeus, 1758 (Cnidaria: Hydrozoa)



Impactos da atividade de mergulho a macrofauna associada à *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 (Cnidaria: Hydrozoa).

Ambientes recifais são famosos pela beleza e diversidade. No entanto, este ambiente está sofrendo variados graus de impactos decorrentes das atividades antrópicas. Uma destas atividades é o turismo, que está crescendo em todo o mundo. Com a popularização dos mergulhos livre e autônomo é inevitável que danos sejam causados aos recifes por turistas, principalmente em áreas sujeitas a altos níveis de uso. O objetivo deste estudo foi estimar o impacto do turismo subaquático sobre as colônias de *Millepora alcicornis* e na sua macrofauna associada em áreas sujeitas a diferentes níveis de uso na Área de Proteção Ambiental Estadual dos Recifes de Coral (RN). Foram determinadas, nos meses de julho e novembro de 2004 e fevereiro de 2005, três áreas distintas: área 1, localizada no entorno de um flutuante com grande acesso de turistas; área 2, situada próxima a um flutuante desativado, mas ainda adjacente a uma região visitada e área 3, localizada numa região onde não há fluxo de turistas. Após a coleta das colônias, uma em cada cabeço, foram feitas medidas para o cálculo da área dos cabeços (porções de recifes) e do diâmetro das colônias. A macrofauna associada, após processamento, foi preservada em álcool 70% e identificada até o menor nível taxonômico possível. Regiões com maior número de visitantes, o número e o diâmetro médios das colônias do hidróide calcário, foram menores que em áreas não visitadas. Sugere-se que o impacto causado em ambientes recifais pode ser influenciado por diversos aspectos, destacando-se a topografia da região, a sensibilidade das espécies do ambiente e o número de visitantes (mergulhadores) por intervalo de tempo. A abundância de diversidade de espécies foi maior na área 1, que apresenta intensa atividade de mergulho, seguida pela área 3, sem atividade de mergulho, que pode estar relacionada ao mecanismo de defesa da *Millepora alcicornis* contra o assentamento de larvas. Uma possível explicação é que colônias expostas a danos freqüentes podem desviar sua energia para defesa contra as injúrias, ficando mais exposta à perfuração por organismos da endofauna. Por este trabalho ser pontual, não é possível assegurar que as diferenças encontradas entre as áreas foram ocasionadas pela atividade de mergulho realizada na região.

Palavras-chave: coral-de-fogo, SCUBA, impactos antrópicos, *Millepora*.

Impacts of diving activity in the associated macrofauna of *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 (Cnidaria: Hydrozoa).

Environmental reefs are famous for their beauty and diversity. However, these environments are suffering varied degrees of impacts from human activities. One of these activities is the tourism that is growing in the whole world. The increase in the popularity of SCUBA and snorkelling diving has causing damages to coral reefs, mainly in areas with intense use. The objective of this study was to estimate the impact of the diving tourism on *Millepora alcicornis* colonies and its associated macrofauna in the Área de Proteção Ambiental Estadual dos Recifes de Coral (RN). Three distinct areas were studied: area 1, located near a floating platform with intense visitation by tourists; area 2, situated next to a disactivated floating platform closed to the visited area and area 3, located in a region where there is no tourist activity. After the colonies collection, one in each “head”, measurements were made to calculate the “head” area and the colonies diameter. The associated macrofauna was preserved in alcohol 70% and identified. In the region with intense tourist visitation, the average number and the diameter of the colonies of *Millepora alcicornis* were smaller that in the area not visited. It is suggested that the impact caused in reef environments, can be influenced by diverse aspects, being distinguished by topography of the region, sensitivity of the species of the environment and number of visitors (divers) for time interval. The diversity and abundance of species were greater in the area I, that presented an intense diving activity, than in the area 3, with no diving activity, which can be related to the mechanisms of defense of *Millepora alcicornis* against the nesting of larvae. One possible explanation is that colonies with frequent damages can direct its energy for defense against the injuries, and, this way, becoming more vulnerable to perforation by boring organisms. Nevertheless, due to the nature of this work, is not possible to assure that the differences found between the areas were caused by the activity of diving in the region.

Key words: fire-coral, snorkelling, SCUBA, human impacts, *Millepora*.

1. Introdução

Recifes de corais são famosos pela beleza, diversidade e fornecimento de serviços importantes para a população, incluindo defesa costeira, recursos pesqueiros, alvo para o turismo, produtos para construção e compostos medicinais (Barker & Roberts, 2004). Entretanto, apesar de sua importância, estes ambientes vêm sofrendo variados graus de impactos decorrentes das atividades antrópicas, destacando-se a sobrepesca (White *et al.*, 2000), poluição, ancoragem de barcos e turismo (Turgeon *et al.*, 2002) (Figura 2.1).

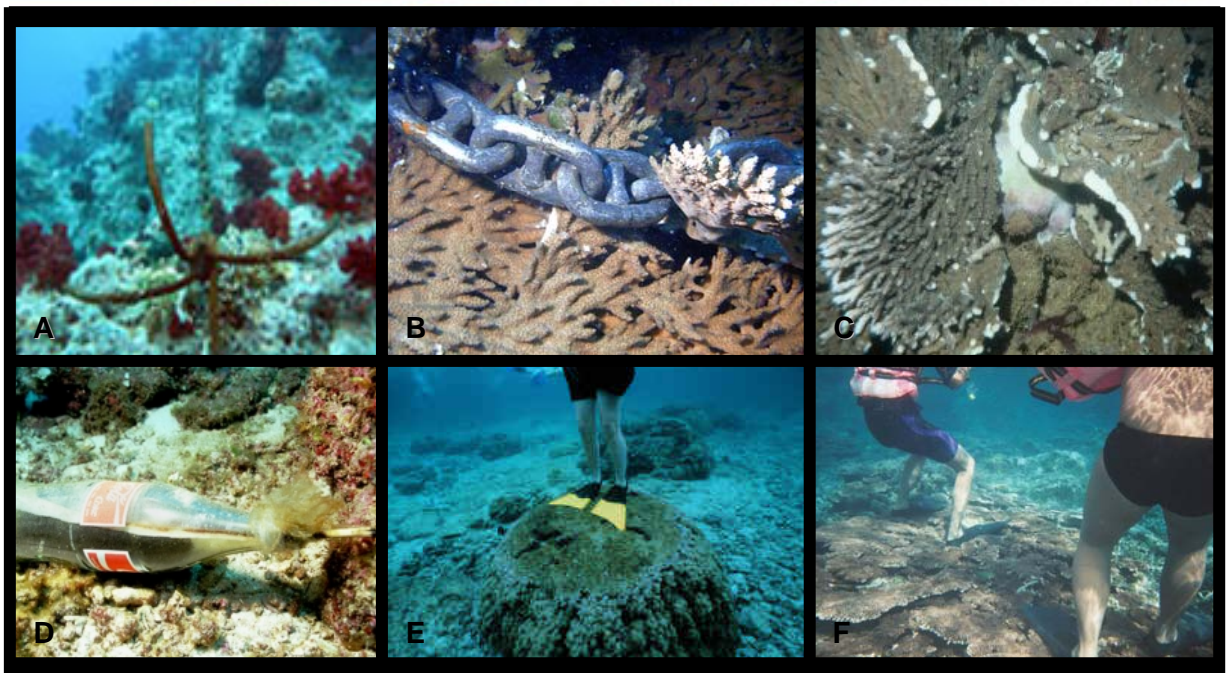


Figura 2.1: Impactos causados pela atividade antrópica: Ancoragem de barcos (cmhc.ucsd.edu/learn/beqa_lagoon.cfm; www.maths.uwa.edu.au) (A e B) que provoca a quebra do coral (www.ecoreefs.com) (C), bombas utilizadas na pesca (www.ecoreefs.com/damage.php) (D) e pisoteio dos corais por turistas (www.coralreefnetwork.com; newsroom.wri.org/wrifeatures) (E e F).

O turismo, particularmente o ecoturismo, está crescendo em todo o mundo (Burger, 2000). Com a popularização dos mergulhos livre e autônomo (Garrabou *et al.*, 1998) é inevitável que danos sejam causados aos recifes por turistas (Turgeon *et al.*, 2002; Zakai & Chadwick-Furman, 2002), principalmente em áreas sujeitas a altos níveis de uso (Tratalos & Austin, 2001).

O mergulho autônomo não necessita de contato físico com o ambiente, por isso injúrias ocorrem acidentalmente ou intencionalmente, quando o mergulhador toca o substrato com joelhos, cotovelos, mãos ou equipamento de mergulho como nadadeiras (Figura 2.1 E e F) e cilindro (Rouphael & Inglis, 1997), especialmente tratando-se de mergulhadores inexperientes e em mergulhos noturnos (Walters & Samways, 2001).

Dentre os organismos bentônicos, os corais são, provavelmente, o grupo mais vulnerável ao dano resultante desta atividade recreativa, pois sua estrutura carbonática frágil cresce devagar e seus pólipos são facilmente danificados (Tratalos & Austin, 2001). Estudos relacionados à quebra de corais estão geralmente associados ao impacto do mergulho autônomo (Rodgers & Cox, 2003).

Entretanto, a susceptibilidade aos impactos e o dano ocasionado pelo mergulho depende do tipo de coral presente na região (Barker & Roberts, 2004), da variabilidade das características físicas e biológicas e da topografia dos recifes de coral (Rouphael & Inglis, 1997). Por isso, em média, mergulhadores causam mais danos a recifes com grande número de corais ramificados do que em recifes dominados por outras formas; estes corais, como *Millepora* sp., têm sido considerados os mais susceptíveis a injúrias mecânicas (Rouphael & Inglis, 1997; Plathong *et al.*, 2000).

As comunidades que vivem em associação com os corais, principalmente os simbioses obrigatórios, que normalmente, estão restritos aos corais vivos (Mokady & Brickner, 2001), podem sofrer alterações quando algum dano é causado ao coral hospedeiro, podendo ser utilizado como indicador em monitoramentos.

Em corais do gênero *Pocillopora*, observações sugerem evidências que os organismos simbioses, neste caso, os crustáceos, são geralmente mais sensíveis a variações ambientais que seus hospedeiros (Glynn *et al.*, 1985). Associados a *Acropora formosa* foram encontrados poliquetas dos gêneros *Polydora* e *Dodecaceria* que são organismos característicos de regiões poluídas (Zubia & Peyrot-Clausade, 2001).

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo estimar o impacto do turismo subaquático nas colônias de *Millepora alcicornis* e na sua macrofauna associada em áreas sujeitas a diferentes níveis de uso na Área de Proteção Ambiental Estadual dos Recifes de Coral (RN).

2. Materiais e método

2.1 Área de estudo

A Área de Proteção Ambiental Estadual dos Recifes de Coral é composta de baixios (Maracajaú, Rio do Fogo, Cioba e do Cação) e canais submersos, além de um grande número de estruturas que ainda não foram plenamente estudadas (MMA, 2003).

O baixio de Maracajaú, área de estudo neste projeto, está a uma distância de 5 Km da Praia de Maracajaú. Esta região, também conhecida por Caribe brasileiro, faz parte da rota do turismo ecológico desde 1994, quando apenas uma operadora de mergulho, a Maracajaú Diver, atuava na região (Feitosa, 2002). Atualmente, existem três operadoras mantendo quatro flutuantes nos parrachos, onde lanchas e catamarãs levam os turistas para a prática do mergulho livre (“snorkeling”) ou autônomo (“scuba”) sobre os recifes (Figura 2.2).

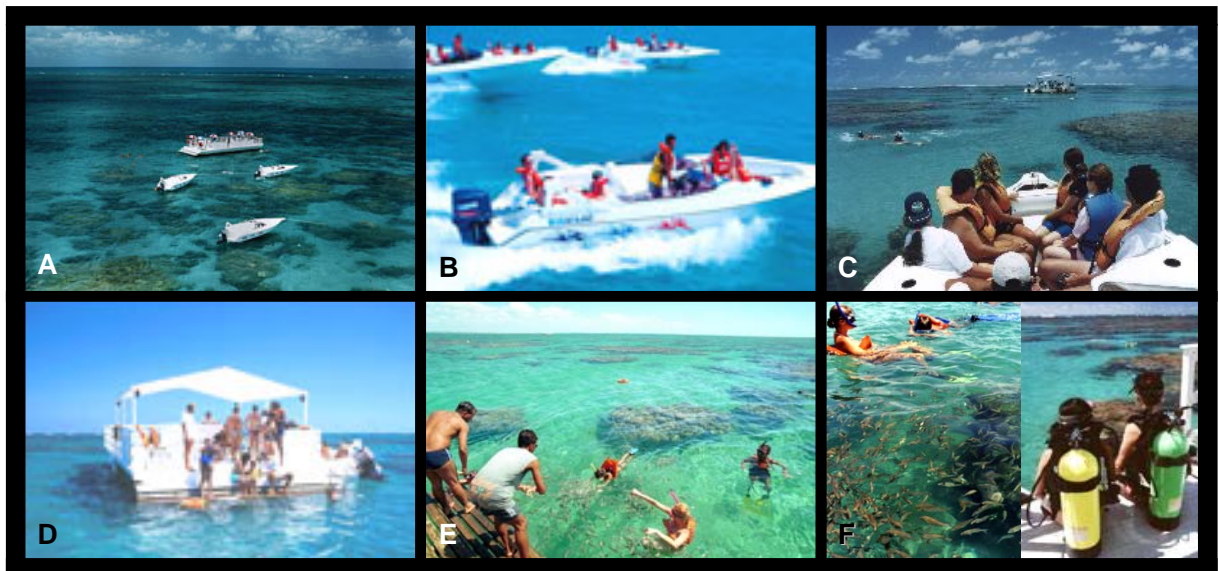


Figura 2.2: Visão geral dos recifes do Baixio de Maracajaú (www.andetur.com.br) (A) evidenciando a participação da região na rota do turismo ecológico. Os turistas são levados aos recifes em lanchas e catamarãs (www.maracajaudiver.com.br; www.ma-noa.com.br) (B e C), onde há flutuantes (www.maracajaudiver.com.br; www.setur.rn.gov.br/fotos) (D e E) que servem como ponto de apoio para os mergulhos livre e autônomo (jandleo.vilabol.uol.com.br) (F).

2.2 Metodologia

No baixo de Maracajaú, foram determinadas três áreas distintas para a realização do trabalho (Figura 2.3): área 1, localizada no entorno de um flutuante com grande acesso de turistas, cerca de 400 visitantes, diariamente, chegando a 1000, em alta estação (Feitosa *et al.*, 2002); área 2, situada próxima a um flutuante desativado, mas ainda adjacente a uma região visitada e área 3, localizada numa região onde não há fluxo de turistas. A área 1 está a 300m da área 2, que está a 3 km da área 3.

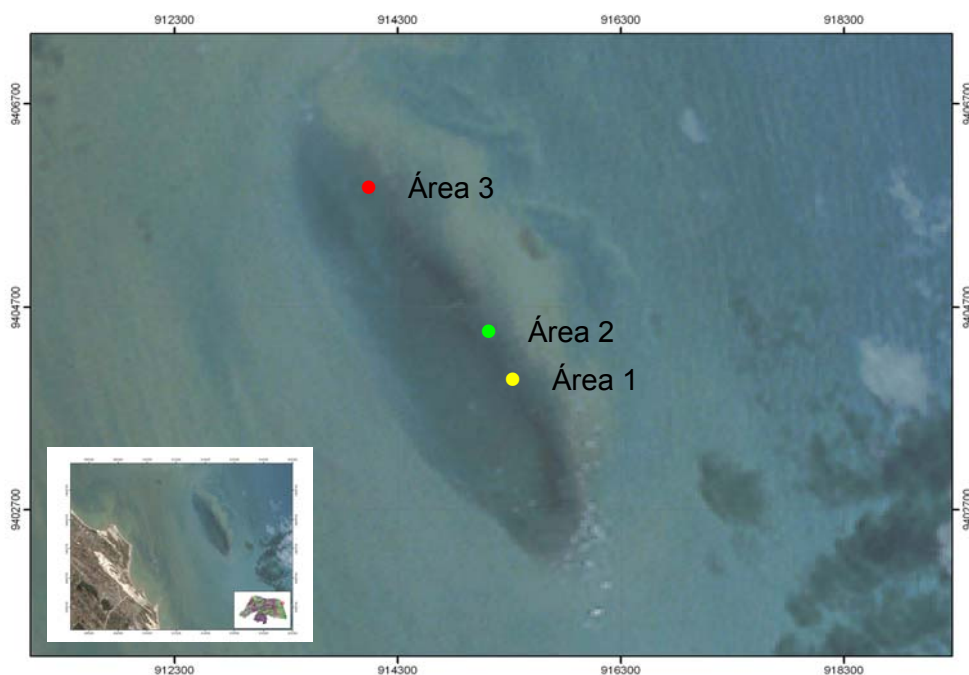


Figura 2.3: Representação esquemática das áreas de coleta no baixo de Maracajaú: área 1, área 2 e área 3, nos recifes de Maracajaú (RN). Fonte: Landsat7ETM + composição colorida RGB-543, cena 21464, data 04/08/2001.

As coletas foram realizadas em julho/2004 (Áreas 1 e 2), novembro/2004 (Áreas 1 e 2) e fevereiro/2005 (Área 3). Em cada área, as colônias de *Millepora alcicornis* foram localizadas e marcadas com bóias, através de mergulho livre. Posteriormente, utilizando o mergulho autônomo, os cabeços que continham colônias foram mensurados, considerando as maiores

medidas de largura e comprimento (Figura 2.4). A partir das medidas de perímetro das colônias, foram calculados seus diâmetros através das fórmulas $C=2\pi r$ e $D= 2r$.

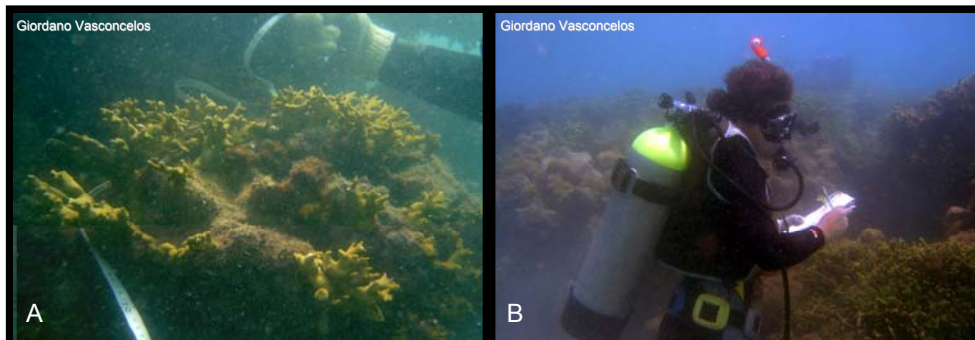


Figura 2.4: A. Medida do comprimento da colônia de *Millepora alcicornis*, nos recifes de Maracajaú (RN); B. Anotações durante a coleta.

Cada colônia coletada, de cada cabeça (porção do recife) medido, foi envolvida por saco plástico e extraída do substrato com auxílio de martelo e talhadeira. As amostras foram fixadas em formalina 10% por 24 horas. Nas áreas delimitadas, foram coletadas sete colônias do hidróide calcário na área 1, 12 colônias na área 2 e sete colônias na área 3.

No laboratório, cada colônia foi examinada para retirada da epifauna vágil e da fauna solta no líquido conservante, e em seguida, cuidadosamente fragmentada, com o auxílio de martelo. Os organismos encontrados foram conservados em álcool 70% e identificados até o menor nível taxonômico possível.

2.2.1 Análise dos dados

Para comparar as áreas selecionadas, foi necessário efetuar um sorteio aleatório das colônias da área 2 para que todas as áreas estivessem com o mesmo número de colônias (sete). As três áreas foram comparadas quanto à área do cabeça, número e diâmetro das colônias, através do teste não-paramétrico Kruskal-Wallis ANOVA, utilizando o programa Statistica for Windows 5.0.

Para o estudo da fauna associada, somente os organismos não coloniais foram considerados. A diversidade foi analisada através dos índices de diversidade de Shannon-Weaner (H'), riqueza de Margalef (d) e equitabilidade de Pielou (J'), utilizando o programa Primer for Windows 5.2.4. Para comparação da riqueza entre as áreas, foi necessário a padronização dos dados através da técnica de rarefação (Magurran, 1988).

3. Resultados

3.1 Colônias de *Millepora alcicornis*

As colônias do hidróide calcário *Millepora alcicornis* foram encontradas somente nas bordas dos cabeços. Nas áreas onde ocorre atividade de mergulho, foram observados alguns fragmentos do hidróide calcário no substrato, contudo estes fragmentos, durante o período estudado, não foram abundantes.

Em relação à área dos cabeços, não houve diferença significativa entre as três áreas estudadas (Figura 2.5).

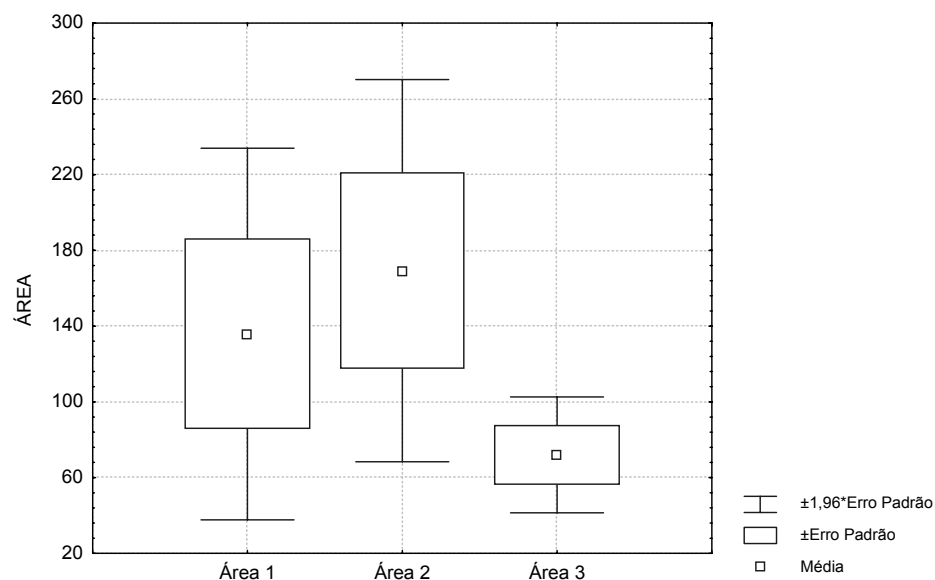


Figura 2.5: Variação da área do cabeço (m²) nas três áreas de coleta nos recifes de Maracajú (RN).

Quanto ao número e ao diâmetro das colônias, a diferença entre as áreas 1 e 3 foi altamente significativa ($p < 0,01$). O número de colônias da área 1 foi menor que o das áreas 2 e 3 (Figura 2.6). Analisando os resultados do diâmetro das colônias, a área 3 possuiu colônias maiores que as da área 1 (Figura 2.7).

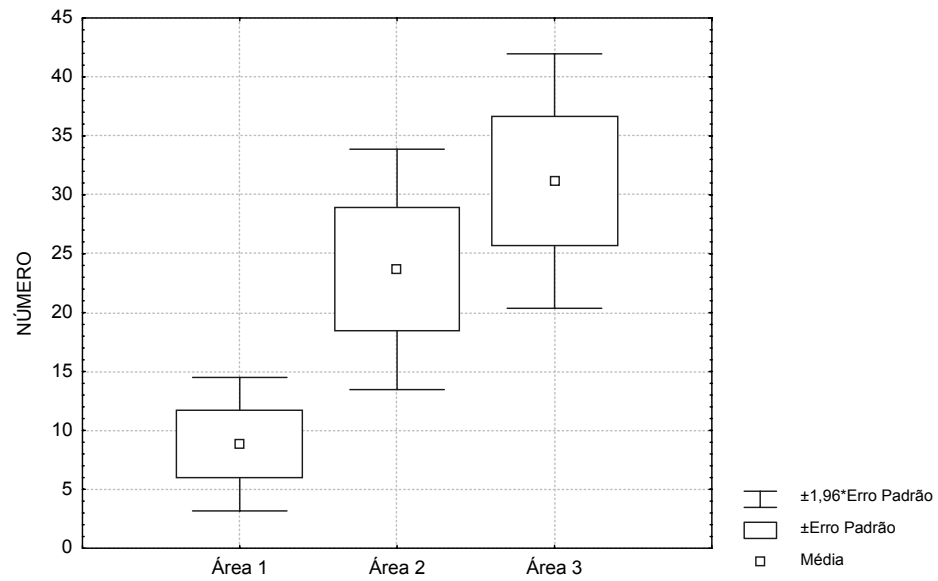


Figura 2.6: Variação do número de colônias de *Millepora alcicornis*, nos recifes de Maracajaú (RN), nas três áreas de coleta.

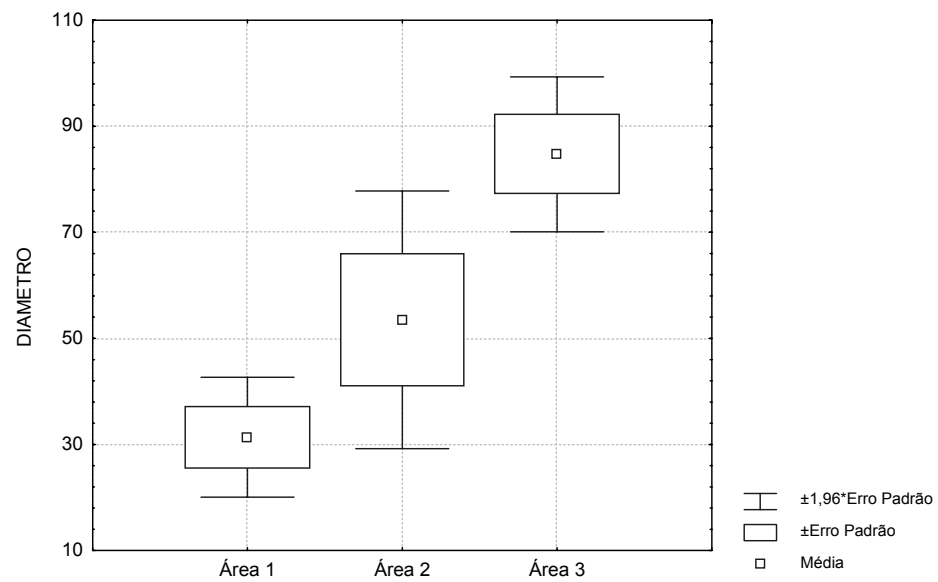


Figura 2.7: Variação do diâmetro das colônias (cm) de *Millepora alcicornis*, nos recifes de Maracajaú (RN), nas três áreas de coleta.

3.1 Fauna associada às colônias de *Millepora alcicornis*

A fauna associada às colônias de *Millepora alcicornis* apresentou maior riqueza de espécies e abundância de indivíduos na área 2, seguida pelas áreas 1 e 3. (Figura 2.8). A área 2 apresentou maior número de espécies exclusivas (25), seguidas por área 1 (17) e área 3 (6) (Figura 2.9). Das 86 espécies encontradas, apenas 13 foram comuns às três áreas.

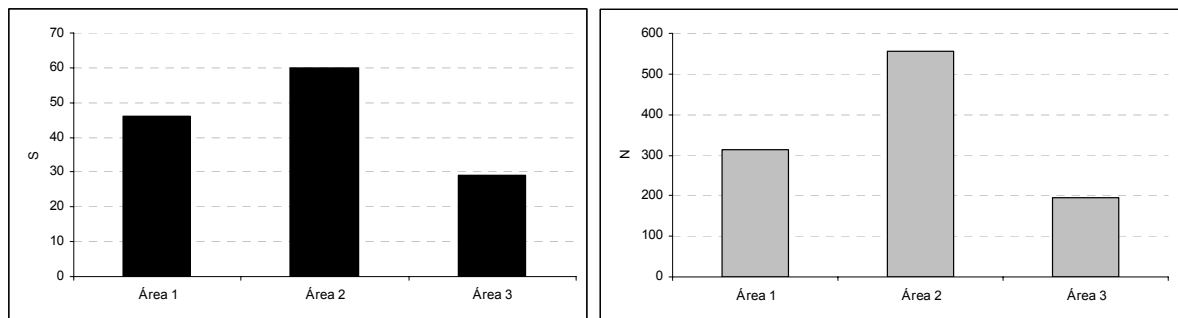


Figura 2.8: Número de espécies (S), à esquerda, e de indivíduos (N), à direita, nas três áreas de coleta.

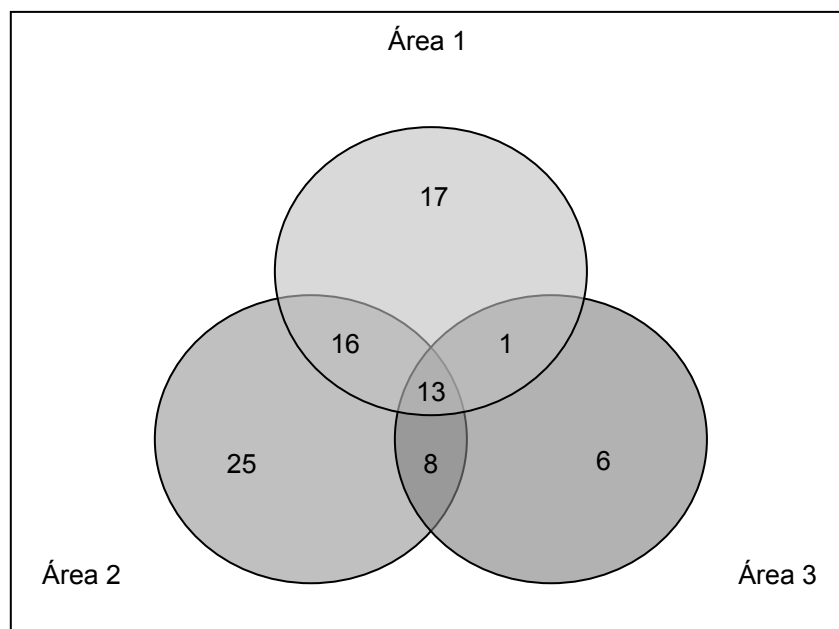


Figura 2.9: Diagrama de Venn referente ao número de espécies associadas à *Millepora alcicornis*, nos recifes de Maracajaú (RN), nas três áreas de coleta.

As espécies identificadas pertencem aos grupos Crustacea, Echinodermata, Mollusca, Polychaeta e Sipuncula. Em relação ao número total dos organismos, os crustáceos, moluscos e poliquetas foram mais abundantes na área 2, os equinodermas, na área 1, e os sipúnculos, nas áreas 1 e 2 (Figura 2.10).

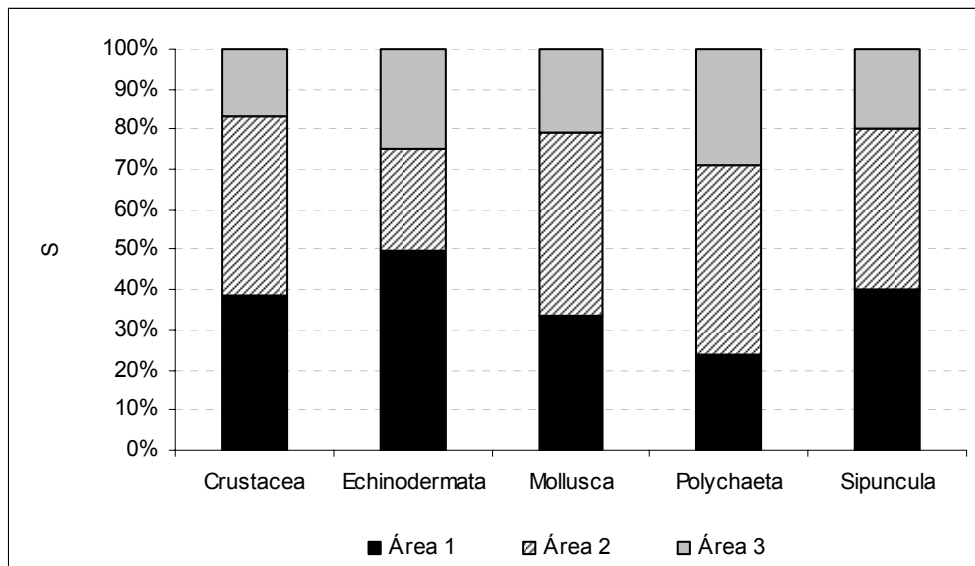


Figura 2.10: Número de espécies (S) dos grupos Crustacea, Echinodermata, Mollusca, Polychaeta e Sipuncula associados a *Millepora alcicornis*, nos recifes de Maracajaú (RN), nas três áreas de coleta.

As áreas 1 e 2 apresentam os maiores índices de diversidade e riqueza. Contudo, a equitabilidade, que avalia a distribuição dos organismos, foi maior na área 3, evidenciando uma melhor distribuição dos organismos (Figura 2.11).

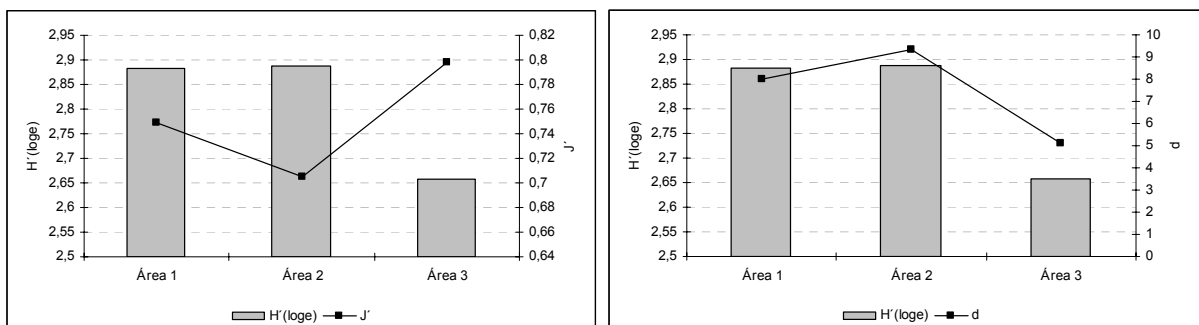


Figura 2.11: Relação do índice de diversidade (H') com a equitabilidade (J), à esquerda, e com a riqueza (d), à direita, dos organismos associados a *Millepora alcicornis*, nos recifes de Maracajaú (RN), nas três áreas de coleta.

No entanto, devido à grande diferença entre o número de indivíduos das três áreas, foi necessária a aplicação da técnica de rarefação para padronizar os dados. Após a realização desta técnica, foi possível observar diferenças reais entre as três áreas estudadas, onde, em relação ao número de espécies, as áreas 1 e 2 apresentam valores semelhantes (≈ 37) e maiores que a área 3 (28) (Tabela 2.1).

Tabela 2.1: Número de espécies (S) e indivíduos (N) de organismos não coloniais associados a *Millepora alcicornis*, nos recifes de Maracajá (RN), para as três áreas de coletas antes e após a rarefação.

		Área 1	Área 2	Área 3
Antes da rarefação	S	47	60	28
	N	314	557	194
Após a rarefação	S	37,7	37,37	28
	N	194	194	194

4. Discussão

4.1 Colônias de *Millepora alcicornis*

A diferença entre as regiões estudadas, em relação ao número e ao diâmetro das colônias, pode estar associada às variações das áreas dos cabeços. É possível supor que regiões com maior disponibilidade de substrato para o assentamento de larvas de *Millepora alcicornis*, terão maior número de colônias. Sabendo que colônias do hidróide calcário citado são encontradas nas bordas dos cabeços (Villaça, 2002), então regiões com maior extensão de bordas provavelmente terá maior número de colônias.

A área 3 possuiu a menor média da área dos cabeços e o maior número e diâmetro de colônias de *Millepora alcicornis*, estando de acordo com a hipótese descrita acima.

Outro aspecto que pode explicar esta relação é referente ao nível de uso destas áreas por mergulhadores. Tratalos & Austin (2001) estudaram três áreas com diferentes freqüências de mergulhadores, e segundo estes autores, áreas com alta intensidade de visitantes têm significativamente menor percentual de corais, sugerindo que atividade de mergulho esteja causando um impacto significativo em áreas sujeitas a altos níveis de uso.

No presente trabalho, regiões com maior número de visitantes, o número e o diâmetro médios das colônias do hidróide calcário, foram menores que em áreas não visitadas. Estes menores valores encontrados nas áreas 1 e 2 podem ser decorrentes das freqüentes injúrias das atividades de mergulho. Contudo, no presente trabalho, foi observada uma baixa freqüência de fragmentos ou danos à *Millepora alcicornis*.

Rouphael & Inglis (1997), estudando recifes de topografias diferentes, sugeriram que em recifes do tipo “jardim”, caracterizados pela presença de áreas com areia, o percentual de corais quebrados ou danificados era maior. Plathong *et al.* (2000) também comentam que, em média, mergulhadores causam mais danos em recifes com uma grande cobertura de corais ramificados, como *Millepora* sp., do

que em áreas dominadas por outras formas, devido, principalmente, a sua morfologia ereta.

Zakai & Chadwick-Furman (2002) registraram que os danos causados por mergulhadores são devido à combinação de dois fatores: 1) a maioria dos mergulhos envolve o treinamento de novos mergulhadores e de mergulhadores não-certificados; 2) muitos desses mergulhadores têm pouca habilidade na manutenção da flutuabilidade, resultando no contato com o recife.

No entanto, por este trabalho ser pontual, não é possível assegurar que as diferenças encontradas entre as áreas foram ocasionadas, exclusivamente, pela atividade de mergulho realizada na região.

Desde modo, sugere-se que o impacto causado em ambientes recifais pode ser influenciado por diversos aspectos, destacando-se a topografia da região, a sensibilidade das espécies do ambiente e o número de visitantes (mergulhadores) por intervalo de tempo.

Após a popularização dos mergulhos livre e autônomo (Garrabou *et al.*, 1997), planos de gerenciamento para as atividades de mergulho nos ambientes recifais vêm sendo sugeridos.

Plathong *et al.* (2000) recomendam as seguintes medidas para redução de danos por mergulhadores: 1) os locais de acesso a turistas devem estar localizados profundos o suficiente para evitar o contato das nadadeiras com o substrato; 2) os flutuantes para descanso devem estar fora do espaço destinado aos mergulhadores e sobre uma área com areia; 3) explicações (“briefings”) sobre uso adequado do equipamento de mergulho e sobre a região.

Tratalos & Austin (2001) comentam que os esforços devem ser dirigidos também na mudança do comportamento dos mergulhadores (educação ambiental), proibição do acesso de mergulhadores novatos e uso de máquinas fotográficas, diminuição do número de visitantes a áreas sensíveis e isolamento de áreas de qualquer atividade de mergulho.

Zakai & Chadwick-Furman (2002) recomendam as seguintes normas para o gerenciamento da área de mergulho: 1) limite do número de visitantes por ano; 2) os mergulhadores devem ser conduzidos por guias; 3) transferência de cursos de mergulho para áreas menos frágeis e com maior quantidade de areia; 4)

transferência da pressão do mergulho recreativo dos recifes naturais para os artificiais; 5) melhorar a educação ambiental dos mergulhadores.

De acordo com os planos de gerenciamento para as atividades de mergulho, sugerimos para a região estudada, Área de Proteção Ambiental Estadual dos Recifes de Coral (RN), as seguintes recomendações: 1) limite do número de visitantes por dia nos períodos de alta estação; 2) promover a sensibilização dos mergulhadores através de projetos de educação ambiental; 3) monitoramentos das regiões utilizadas para mergulho recreativo.

4.2 Fauna associada a colônias de *Millepora alcicornis*

A diferença entre a abundância de espécies e indivíduos das três áreas estudadas pode estar relacionada ao mecanismo de defesa da *Millepora alcicornis* contra o assentamento de larvas.

Segundo Cantera *et al.* (2003), espécies de corais ramificados exercem um controle sobre a distribuição e abundância da fauna endolítica, onde os tecidos vivos do coral funcionam como uma barreira ao assentamento larval (MacGeachy & Stearn, 1976). O assentamento dessas larvas pode ser facilitado com a presença de lesões provocadas no coral (Witman, 1988; Zubia & Peyrot-Clausade, 2001). Em *Millepora alcicornis*, esta barreira pode ser formada pelos nematocistos presentes na epiderme.

É possível supor que colônias expostas a danos freqüentes podem desviar sua energia para defesa contra as injúrias, ficando mais exposta à perfuração por organismos da endofauna. Considerando que corais ramificados regeneram seus danos mais rapidamente que corais maciços (Hall, 1997), o esforço do coral é direcionado para na reconstrução da colônia (crescimento). Por isso, é provável que em áreas sob stresse, os corais possuirão maior número de organismos associados, pois o coral canaliza as energias para o crescimento da colônia em vez da defesa contra o assentamento larval.

Outro aspecto a ser analisado, é que a quebra dos corais abre espaço para penetração de bioperfuradores e outros organismos, que podem enfraquecer a

base da colônia, dependendo do número de indivíduos. Deve-se considerar que a integridade da base é fundamental para que a colônia permaneça fixa ao substrato.

No presente trabalho, as regiões consideradas sob stresse, provavelmente, correspondem às áreas 1 e 2, onde foi observado o maior número de espécies associadas, especialmente indivíduos perfuradores da base, que conseguiram penetrar na colônia. A área 3, sem stresse do turismo, provavelmente, possuiu o menor número de espécies mostrando melhor eficiência contra o assentamento larval.

O número de espécies das áreas 1 e 2, onde ocorre mergulho recreativo, foi semelhante, enquanto que a área 3, considerada preservada, foi menor. Houve diferença entre as áreas em relação aos índices utilizados para a análise da diversidade. Apesar das áreas 1 e 2 possuírem maior diversidade e riqueza de espécies, a equitabilidade foi maior na área 3 mostrando que, nesta área, as espécies estão melhor distribuídas. Normalmente, em áreas impactadas, a equitabilidade apresenta valores mais baixos.

5. Conclusões

1. A área 3, caracterizada por ser o local menos impactado, possuiu maior número e diâmetro das colônias de *Millepora alcicornis* que a área 1;
2. A diferença entre as regiões estudadas, em relação ao número e ao diâmetro das colônias, pode estar associada às variações das áreas dos cabeços;
3. As espécies vágeis da base foram mais abundantes que as perfuradoras da base e as do corpo/extremidade.
4. A diferença entre a abundância de espécies e indivíduos das três áreas estudadas pode estar relacionada ao mecanismo de defesa da *Millepora alcicornis* contra o assentamento de larvas.
5. Não é possível afirmar que as diferenças encontradas entre as áreas foram provocadas, exclusivamente, pela atividade do mergulho.



Considerações finais

O estudo da macrofauna associada às colônias de *Millepora alcicornis* resultou numa lista de espécies bentônicas com registros de novas espécies, *Macromphalina* sp. (Mollusca) e *Trididemnum* sp. (Tunicata) e novas ocorrências, *Domecia acanthophora* (Crustacea).

Os dados obtidos neste trabalho não podem assegurar que as diferenças entre as áreas foram provocados pela atividade do mergulho. No entanto, estudos posteriores são necessários para melhor compreensão dos efeitos desta atividade na região, principalmente por se tratar de uma Área de Proteção Ambiental. A macrofauna pode ser utilizada como uma ferramenta, desde que utilizada em monitoramentos freqüentes e toda comunidade seja considerada.



Referências bibliográficas

Amaral, F. M. D. Milleporidae (Cnidaria, Hydrozoa) do litoral brasileiro. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 204p., 1997.

Amaral, F. M. D.; Silva, R. S.; Silva, L. M.; Solé-Cava, A. Molecular systematics of *Millepora alcicornis* and *Millepora braziliensis* (Hydrozoa: Milleporidae) from Brazil. *Proc. 8th Inter. Coral Reef Sym.*, v. 2, p. 1577-1580, 1997.

Amaral, F. M. D.; Costa, C. F. Zooxantelas dos hidrocorais *Millepora alcicornis* e *M. braziliensis* e dos corais *Favia gravida* e *Siderastrea stellata* de Pernambuco. *Trab. Oceanogr.*, v. 1, p. 242-252, 1998.

Amaral, F. M. D.; Broadhurst, M.; Cairns, S. D.; Schlenz, E. Skeletal morphometry of *Millepora* species occurring in Brazil, including a previously new species. *Proc. Biol. Soc. Wash*, v. 115, n. 3, p. 681-695, 2002.

Ansell, A. D.; Nair, N. B. A comparative study of bivalves which bore mainly by mechanical means. *Am. Zool.*, v. 9, p. 857-868, 1969.

Austin, A. D.; Austin, S. A.; Sale, P. F. Community structure of the fauna associated with coral *Pocillopora damicornis* (L.) on the Great Barrier Reef. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, n. 31, p. 163-174, 1980.

Ayal, Y.; Safriel, U. N. Species diversity of the coral reef – a note on the role of predation and of adjacent habitats. *Bull. Mar. Sci.*, v. 32, n. 3, p. 787-790, 1982.

Barker, N.H.L.; Roberts, C.M. SCUBA diver behaviour and the management of diving impacts on coral reefs. *Biol. Conserv.*, v.120, p. 481-489, 2004.

Boschma, H. Milleporina and Stylasterina. In: Moore, R. C. (ed.) *Treatise on invertebrates paleontology*. Geological Society of America, New York, p. 90-106, 1956.

Bruce, A. J. On the association of the shrimp *Racilius compressus* Paulson (Decapoda, Alpheidae) with the coral *Galaxea clavus* (Dana). *Crustaceana*, v. 22, n. 1, p. 92-93, 1972.

Bruce, A. J. Coral reef Caridea and “Commensalism”. *Micronesia*, v. 12, n. 1, p. 83-98, 1976.

Brusca, R. C.; Brusca, G. J. Invertebrates. Sunderland. Sinauer Associates, Inc., Publishers, 922 p, 1990.

Burchett, M. Biology of Marine Environments. In: Walker, G.; Burchett, M.; Dando, M. Sealife. *A complete Guide to the Marine Environment*. Smithsonian Institution Press, U.S.A., 49-94p, 1996.

Burger, J. Landscapes, tourism, and conservation. *The Science of the Total Environment*, v. 249, p. 39-49, 2000.

Cantera, J. R. K.; Contreras, R. R. Bivalvos perforadores de esqueletos de corales escleractinarios en la Isla de Gorgona, Pacífico Colombiano. *Rev. Biol. Trop.*, v. 36, n. 1, p. 151-158, 1988.

Cantera, J. R.; Orozco, C.; Londoño-Cruz, E.; Toro-Farmer, G. Abundance and distribution patterns of infaunal associates and macroborers of the branched coral (*Pocillopora damicornis*) in Gorgona Island (Eastern tropical Pacific). *Bull. Mar. Sci.*, v. 71, n. 1, p. 207-219, 2003.

Castro, P. Brachyuran crabs symbiotic with scleractinian corals: A review of their Biology. *Micronesia*, v. 12, p. 99-110, 1976.

Cook, P. A.; Stewart, B. A.; Achituv, Y. The symbiotic relationship between the hydrocoral *Millepora dichotoma* and the barnacle *Savignium milleporum*. *Hydrobiologia*, v. 216/217, p. 285-290, 1991.

Dajoz, R. Principios de Ecología. 7ª ed., Artmed, 520p, 2005.

Darwin, C. The structure and distribution of coral reefs. University of California Press, 214p, 1962.

Díaz-Castañeda, V.; Almeda-Jauregui, C. Early benthic organism colonization on a Caribbean coral reef (Barbados, West Indies): a plate experimental approach. *Mar. Ecol.*, v. 20, n. 3-4, p. 197-220, 1999.

Dineen, J. F. Burrowing rates of *Lithotrya dorsalis* (Cirripedia: Thoracica) in Jamaica. *Bull. Mar. Sci.*, v. 47, n. 3, p. 656-662, 1990.

Edmunds, P. J. The role of colony morphology and substratum inclination in the success of *Millepora alcicornis* on shallow coral reef. *Coral Reefs*, v. 18, p. 133-140, 1999.

Edwards, A.; Emberton, H. Crustacea associated with scleractinian coral, *Stylophora pistillata* (Esper), in the Sudanese Red Sea. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, v. 42, p. 225-240, 1980.

Franklin-Junior, W. Análise da malacofauna associada ao coral hermatípico *Siderastrea stellata* Verril, 1901 (Cnidaria: Scleractinia) em duas localidades no litoral cearense. Monografia de graduação. Universidade Federal do Ceará, 48p, 1992.

Feitosa, C.V. Ictiofauna recifal dos Parrachos de Maracajaú-RN. Monografia de graduação. Universidade Federal do Ceará, 58p, 2002.

Feitosa, C. V.; Pimenta, D.A.S.; Araújo, M.E. Ictiofauna recifal dos Parrachos de Maracajaú (RN) na área dos flutuantes: Inventário e estrutura da comunidade. *Arq. Ciên. Mar.*, v. 35, p. 39-50, 2002.

García-Madrugal, M.; Bastida-Zavala, J. R. Cangrejos braquiúros (Brachyura) del arrecife de Cabo Pulmo-Los Frailes y alrededores, Golfo de California, México. *Rev. Biol. Trop.*, v. 47, n. 1-2, p. 123-132, 1999.

García-Madrugal, M. Anomuros (Anomura) del arrecife de Cabo Pulmo-Los Frailes y alrededores, Golfo de Califórnia. *Rev. Biol. Trop.*, v. 47, n. 4, p. 923-928, 1999.

Garrabou, J; *et al.* The impact of during on rocky sublittoral community: a case study of a Bryozoan population. *Conserv. Biol.*, v. 12, n. 2, p. 302-312, 1998.

Garth, J. S. The Crustacea Decapoda (Brachyura and Anomura) of Eniwetok Atoll, Marshall Islands, with special reference to the obligate commensals of branching corals. *Micronesia*, v. 1, p. 137-144, 1964.

Glynn, P. W.; Perez, M.; Gilchrist, S. L. Lipid decline in stressed corals and their crustacean symbionts. *Biol. Bull.*, v. 168, p. 276-284, 1985.

Goreau, T. F.; Goreau, N. I.; Yonge, C. M. On the mode of boring in *Fungiacava eilatensis* (Bivalvia: Mytilidae). *J. Zool. Lond.*, v. 166, p. 55-60, 1972.

Hadfield, M. G. Molluscs associated with living tropical corals. *Micronesia*, v. 12, n. 1, p. 131-148, 1976.

Hall, V.R. Interspecific differences in the regeneration of artificial injuries on scleractinian corals. *J. Exp. Mar. Biol.*, v. 212, p. 9-23, 1997.

Hawkins, J. P.; Roberts, C. M.; Hof, T. V.; Meyer, K.; Tratalos, J.; Aldam, C. Effects of recreational scuba diving on Caribbean coral and fish communities. *Cons. Biol.*, v.13, n. 4, p. 888-897, 1999.

Hendler, G.; Miller, J. E.; Pawson, D. L.; Kier, P. M. Sea stars, sea urchins and allies: echinoderms of Florida and the Caribbean. Smithsonian Institution, 390p, 1955.

Hetzl, B.; Castro, C. B. Corals of southern Bahia. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 189p., 1994.

Hutchings, P. A. Biological destruction of coral reefs. *Coral Reefs*, v. 4, p. 239-252, 1986.

Hutchings, P. A.; Peyrot-Clausade, M. The distribution and abundance of boring species of polychaetes and sipunculans in coral substrates in French Polynesia. *J. Exp. Mar. Ecol. Biol.*, v. 269, p. 101-121, 2002.

Hyman, L.H. The invertebrates, vol. IV, Echinodermata. New York, McGraw-Hill, 763p., 280 figs, 1955.

Kleemann, K. H. Boring bivalves and their host corals from the. *J. Moll. Stud.*, v. 46, p. 13-54, 1980.

Kleemann, K. Marine Bioerosion. Universität Wien, 28p., 2001.

Kolosvary, G. On some balainids living in corals, collected by the Snellus expedition in 1930. *Zoologische Mededelingen*, v. 19, p. 289-296, 1950.

Kropp, R. K. Descriptions of some endolithic habitats for snapping shrimp (Alpheidae) in Micronesia. *Bull. Mar. Sci.*, v. 41, n. 2, p. 204-213, 1987.

Laborel, J. Les peuplements de madréporaires des côtes tropicales du Brésil. *Annls. Uni. Abidjan*, Ser. E. 2(3):1-261, 1969.

Laborel, J. Madréporaires et hydrocoralliaires récifaux des côtes brésiliennes. Systématique, écologie, répartition et géographie. *Rés. Sci. Camp. Calypso*. 9(25): 171-229, 1970.

Leão, Z. M. A. N. Coral reefs of southern Bahia. In: *Corals of southern Bahia*. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro, p.151-160, 1994.

Leão, Z. M. A. N.; Dominguez, J. M. L. Tropical coast of Brazil. *Mar. Poll. Bull.*, v. 41, n. 1-6, p. 112-122, 2000.

- Lewis, J. B. The ecology of *Millepora* – A review. *Coral Reefs*, v. 8, p. 99-107, 1989.
- Lewis, J. B. Recruitment, growth and mortality of a coral-inhabiting barnacle *Megabalanus stultus* (Darwin) upon the hydrocoral *Millepora complanata* Lamarck. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, v. 162, p. 51-64, 1992.
- Lewis, J. B. Occurrence and distribution of the tanaid Crustacean *Leptochelia savignyi* on the calcareous hydrozoan *Millepora complanata*. *Bull. Mar. Sci.*, v. 63, n. 3, p. 629-632, 1998.
- Lewis, J. B.; Crooks, R. E. Foraging cycles of the amphinomid polychaete *Hermodice carunculata* preying on the calcareous hydrozoan *Millepora complanata*. *Bull. Mar. Sci.*, v. 58, n. 3, p. 853-857, 1996.
- MacGeachy, J. K.; Stearn, C. W. Boring by macro-organisms in the coral *Montastrea annularis* on Barbados reefs. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, v. 61, n. 6, p.715-745, 1976.
- Magurran, A. Ecological Diversity and its measurement. London Croom Helm, 179p., 1988.
- Manchenko, G. P.; Moschenko, A. V.; Odintsov, V. S. Biochemical genetics and systematics of *Millepora* (Coelenterata: Hydrozoa) from the Shore of South Vietnam. *Biochemical Systematics and Ecology*, v. 21, n. 617, p. 729-735, 1993.
- Marques, A.C.; Collins, A. G. Cladistic analysis of Medusozoa and cnidarian evolution. *Invert. Biol*, v. 123, n. 1, p. 23-42, 2004.
- Marsden, J. R.; Meeuwing, Preferences of planktotrophic larvae of the tropical serpulid *Spirobranchus giganteus* (Palhas) for exudates of corals from a Barbados reef. *J. Exp. Mar. Biol.*, v. 137, p. 95-104, 1990.
- Marsden, J. R. A coral-eating Polychaeta. *Nature*, v. 193, p. 598, 1962.
- McCloskey, L. R. The dynamics of the community associated with a marine scleractinian coral. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, v. 55, n. 1, p. 13-81, 1970.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). Atlas dos recifes de coral nas unidades de conservação brasileiras. A.P.L. Prates (ed.). Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2003.
- Mokady, O; Brickner, I. Host-associated speciation in a coral-inhabiting barnacle. *Mol. Biol. Evol.*, v. 18, n. 6, p. 975-981, 2001.

Mokady, O.; Bonar, D.B.; Arazi, G.; Loya, Y. Coral host specificity in settlement and metamorphosis of the date mussel *Lithophaga lessepsiana* (Vaillant, 1865). *Exp. Mar. Biol. Ecol.*, v. 146, p. 205-216, 1991.

Moreno-Forero, S. K.; Navas, G. R. S.; Solano, O. D. Cryptobiota associated to dead *Acropora palmata* (Scleractinia: Acroporidae) coral, Isla Grande, Colombian Caribbean. *Rev. Biol. Trop.*, v. 46, n. 2, p. 229-236, 1998.

Nakasone, Y.; Tsuchiya, M.; Manthachitra, V.; Nishihira, M. Species composition of decapod crustaceans associated with living corals in the Gulf of Thailand. *Galaxaea*, v. 5, p. 141-156, 1986.

Newman, W. A.; Jumars, P. A. Diversity trends in coral inhabiting barnacles (Cirripedia, Pyrgomatinae). *Micronesia*, v. 12, n. 1, p. 69-82, 1976.

Nogueira, J. M. M. Análise qualitativa e quantitativa da fauna associada a *Mussismilia hispida* (Verrill) no litoral norte do estado de São Paulo. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, 122p, 1995.

Nogueira, J. M. M. Fauna living in colonies of *Mussismilia hispida* (Verrill) (Cnidaria: Scleractinia) in four South-eastern Brazil Islands. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, v. 46, n. 3, p. 241-432, 2003.

Ochoa-Rivera, V.; Granados Barba, A. & Solis-Weiss, V. The polychaete cryptofauna from Cozumel Island, Mexican Caribbean. *Bull. Mar. Sci.*, v. 67, n. 1, p. 137-146, 2000.

Oliva-Rivera, J. J. The amphipod fauna of Banco Chinchocorro, Quintana Roo, Mexico with ecological notes. *Bull. Mar. Sci.*, v. 73, n. 1, p. 77-89, 2003.

Pang, R. K. The ecology of some Jamaica excavating sponges. *Bull. Mar. Sci.*, v. 23, p. 227-243, 1973.

Patton, W. K. Decapod crustacean commensal with Queensland branching corals. *Crustaceana*, v. 10, n. 3, p. 271-295, 1966.

Perry, C. T. Macroborers within coral framework at Discovery Bay, north Jamaica: species distribution and abundance, and effects on coral preservation. *Coral Reefs*, v. 17, p. 277-287, 1998.

Peyrot-Clausade, M.; Hutchings, P.; Richard, G. Temporal variations of macroborers in massive *Porites lobata* on Moorea, French Polynesia. *Coral Reefs*, v. 11, p. 161-166, 1992.

Pichon, M. Coral reef ecosystems. *Encyclopedia of Environmental Biology*, v. 1, p. 425-443, 1995.

Plathong, S.; Inglis, G.J.; Huber, M.E. Effects of self-guided snorkelling trails on corals in a Tropical Marine Park. *Conserv. Biol.* V. 14, n. 6, p. 1821-1830, 2000.

Prahl, H. V. Arrecifes del Caribe Colombiano. Villeges editores, 1ª edição, 206p., Colombia, 1988.

Radwan, F. F. Y.; Aboul-Dahab, H. M. Milleporin-1, a new phospholipase A2 active protein from the fire coral *Millepora platyphylla* nematocyst. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 139, p. 267-272, 2004.

Reed, J. K.; Mikkelsen, P. M. The molluscan community associated with scleractinian coral *Oculina varicosa*. *Bull. Mar. Sci.*, v. 40, n. 1, p. 99-131, 1987.

Reed, J. K.; Gore, R. H.; Scotto, L. E.; Wilson, K. A. Community composition, structure, area and trophic relationship of decapods associated with shallow- and deep-water *Oculina varicosa* coral reefs: Studies on decapod Crustacea from the Indian river region of Florida. *Bull. Mar. Sci.*, v. 32, n. 3, p. 761-786, 1982.

Rees, W. J. The distribution of the coral *Caryophyllia smithii* and the barnacle *Pyrgoma anglicum* in British waters. *Bull. British Museum*, v. 8, n. 9, p. 401-418, 1962.

Rice, M. E. Possible boring structures of Sipunculids. *Am. Zoologist.*, v. 9, p. 803-812, 1969.

Rice, M. E. Survey of the Sipuncula of the coral and beachrock communities of the. *Proceedings of the International Symposium on the Biology*, v. 18/25, p. 35-49, 1970.

Rice, M. E. Sipunculans associated with coral communities. *Micronesia*, v. 12, n. 1, p. 119-132, 1976.

Rice, M. E.; Macintyre, I. G. Distribution of Sipuncula in the coral reef community, Carrie Bow Cay, Belize. p. 311-320, in Rutzler, K.; McIntyre (eds). *The Atlantic barrier reef ecosystem at Carrie Bow Cay, Belize*. Smithsonian Contributions to the Marine Science, 539p, 1982.

Risk, M. J.; MacGeachy, J.K. Aspects of bioerosion of modern Caribbean reefs. *Rev. Biol. Trop.*, v. 26, n. 1, p. 85-105, 1978.

Rodgers, K.S. and E.F. Cox. Effects of trampling on Hawaiian corals along a gradient of human use. *Biol. Conserv.*, v. 112, p. 383-389, 2003.

Rojas, A.; Torres, M.; Rojas, J. I.; Feregrino, A., Coteria, E. P. H. Calcium-dependent smooth muscle excitatory effect elicited by the venom of the hydrocoral *Millepora complanata*. *Toxicon*, v. 40, p. 777-785, 2002.

Rouphael, A.B.; Inglis, G.J. Impacts of recreational SCUBA diving at sites with different reef topographies. *Biol. Conserv.*, v. 82, p. 329-336, 1997.

Ruppert, E. E.; Barnes, R. D. Zoologia dos Invertebrados, 6ª edição, Editora Rocca Ltda., São Paulo, 1029p, 1996.

Scott, P. J. B. Associations between corals and macro-infaunal invertebrates in Jamaica, with a list of Caribbean and Atlantic coral associates. *Bull. Mar. Sci.*, v. 40, n. 2, p. 271-286, 1987.

Scott, P. J. B.; Risk, M. J. The effect of *Lithophaga* (Bivalvia: Mytilidae) boreholes on the strength of the coral *Porites lobata*. *Coral Reefs*, v. 7, p. 145-151, 1988.

Scott, P. J. B.; Reisinger, H. M.; Marcotte, B. M. Ecology, functional morphology, behaviour, and feeding in coral- and sponge-boring species of *Upogebia* (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). *Can. J. Zool.*, v. 66, p. 483-495, 1987.

Silva, S. F. S. C. Fauna associada ao coral *Siderastrea stellata* Verril (Coelenterata, Scleractinia) no litoral sul de Pernambuco. Monografia, graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 46p, 1992.

Soliman, G. N. Ecological aspects of some coral-boring gastropods and bivalves of the north-western Red Sea. *Zoologist*, v. 9, p. 887-894, 1969.

Spalding, M. D.; Ravilious, C.; Green, E. World Atlas of Coral Reefs. University California Press Los Angeles, 424p, 2001.

Tommasi, L. R. Os ofiuróides recentes do Brasil e de regiões vizinhas. *Ocean. Biol.*, v.20, p. 1-146, 1970.

Townsend, C.R.; Begon, M.; Harper, J.L.; Fundamentos em ecologia. 2ed, Porto Alegre: Artmed, 592p, 2006.

Tratalos, J.A.; Austin, T.J. Impacts of recreational SCUBA diving on coral communities of the Caribbean island of Grand Cayman. *Biol. Conserv.*, v. 102, p. 67-75, 2001.

Tribollet, A.; Decherf, G.; Hutchings, P.A.; Peyrot-Clausade, M. Large-scale spatial variability in bioerosion of experimental coral substrates on the Great Barrier Reef. *Coral Reefs*, v. 21, p. 424-432, 2002.

Tsuchiya, M.; Nakasone, Y.; Nishihira, M. Community structure of coral associated invertebrates of the hermatypic coral, *Pavona frondifera*, in the Gulf of Thailand. *Galaxea*, v. 5, p. 129-140, 1986.

Turgeon, D. D.; Asch, R. G.; Causey, B. D.; Dodge, R. E.; Jaap, W.; Banks, K.; Delaney, B.; Keller, D.; Spieler, R.; Matos, C. A.; Garcia, J. R.; Diaz, E.; Catanzaro, D.; Rogers, C. S.; Hillis-Starr, Z.; Nemeth, R.; Taylor, M.; Schmahl, G. P.; Miller, M. W.; Gulko, D. A.; Maragos, J. E.; Friedlander, A. M.; Hunter, C. L.; Brainard, R. E.; Craig, P.; Richmond, R. H.; Davis, G. W.; Starmer, J.; Trianni, M.; Houk, P.; Birkeland, C. E.; Edward, A.; Golbuu, Y.; Gutierrez, J.; Idechong, N.; Paulay, G.; Richmond, R.; Tafleichig, A.; Velde, N. V. The State of coral reef ecosystems of the United States and Pacific freely associated states: 2002. National Oceanic and Atmospheric Administration / National Ocean Service / National Centers for Coastal Ocean Science. Silver Spring, 265p., 2002.

Valentich-Scott, P.; Dinesen, G. E. Rock and coral boring Bivalvia (Molusca) of the Middle Florida Keys, U.S.A. *Malacologia*, v. 46, n. 2, p. 339-354, 2004.

Villaça, R. Recifes Biológicos. In: Pereira, R. C.; Soares-Gomes, A.: *Biologia Marinha*, editora Interciência, p. 229-248, 2002.

Walters, R.D.M; Samways, M.J. Sustainable dive ecotourism on a South African coral reef. *Biodivers. Conserv.*, v. 10, n. 12, p. 2167-2179, 2001.

Weerdt, W. Taxonomic characters in Caribbean *Millepora* species (Hydrozoa, Coelenterata). *Bijdragen tot de Dierkunde*, v. 54, n. 2, p. 243-262, 1984.

White, A.T.; Vogt, H.P.; Arin, T. Philippine coral reefs under threat: The economic losses caused by reef destruction. *Mar. Poll. Bull.*, v. 40, n. 7, p. 598-605, 2000.

Witman, J. D. Effects of predation by the fireworm *Hermodice carunculata* on Milleporid hydrocorals. *Bull. Mar. Sci.*, v. 42, n. 3, p. 446-458, 1988.

Wulff, J. Assessing and monitoring coral reef sponges: Why and how? *Bull. Mar. Sci.*, v. 69, n. 2, p. 831-845, 2001.

Yonge, C. M. Adaptation to rock boring in *Botula* and *Lithophaga* (Lamellibranchia, Mytilidae) with a discussion on the evolution of the habitat. *Quarterly Journal of Microscopical Science*, v. 96, n. 3, p. 383-410, 1955.

Young, P. S. Análise qualitativa e quantitativa da fauna associada aos hermatípicos *Mussismilia hartii*, *M. hispida* e *Siderastrea stellata* (Coelenterata: Scleratinia) nos recifes de João Pessoa, PB. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, 120p, 1984.

Zakai, D.; Chadwick-Furman, N. E.; Impacts of intensive recreational diving on reef corals at eilat, Northern Red Sea. *Biol. Conser.*, v. 105, p. 179-187, 2002.

Zubia, M.; Peyrot-Clausade, M. Internal bioerosion of *Acropora Formosa* in Réunion (Indian Ocean): microborer and macroborer activities. *Oceanologica Acta*, v. 24, n. 3, p. 251-262, 2001.

Zuschin, M.; Hohenegger, J.; Steininger, F. F. Molluscan assemblages on coral reefs and associated hard substrata in the northern Red Sea. *Coral Reefs*, v. 20, p. 107-116, 2001.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)