



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS
AQUÁTICOS TROPICAIS



PATRICIA SOUZA DOS SANTOS

**PADRÕES NA DISTRIBUIÇÃO DOS CRUSTÁCEOS DECÁPODOS NO
CORAL-DE-FOGO *MILLEPORA ALCICORNIS* LINNAEUS, 1758 NO PARQUE
MUNICIPAL MARINHO DO RECIFE DE FORA, PORTO SEGURO, BAHIA**

ILHÉUS-BAHIA

2014

PATRICIA SOUZA DOS SANTOS

**PADRÕES NA DISTRIBUIÇÃO DOS CRUSTÁCEOS DECÁPODOS NO
CORAL-DE-FOGO *MILLEPORA ALCICORNIS* LINNAEUS, 1758 NO PARQUE
MUNICIPAL MARINHO DO RECIFE DE FORA, PORTO SEGURO, BAHIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais da Universidade Estadual de Santa Cruz para a obtenção do título de mestre em Sistemas Aquáticos Tropicais.

Área de concentração: Ecologia

Linha de Pesquisa: Ecologia de Comunidade e Ecossistemas

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Oliveira de Almeida

Co-Orientador: Prof. Dr. Gil Marcelo Reuss Strenzel

ILHÉUS-BAHIA

2014

S237 Santos, Patrícia Souza dos.
Padrões na distribuição dos crustáceos decápodos no coral-de-fogo millepora alcicornis linnaeus, 1758 no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia / Patrícia Souza dos Santos. – Ilhéus : UESC, 2014.
30f. : il.
Orientador : Alexandre Oliveira de Almeida.
Co-orientador : Marcelo Reuss Strenzel.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais.
Inclui referências.

1. Crustáceo – Porto Seguro (BA). 2. Recifes e ilhas de coral-Porto Seguro (BA). 3. Crustáceo – Nutrição. I. Almeida, Alexandre Oliveira de. II. Strenzel, Marcelo Reuss. I. Título.
CDD – 595.3

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Santa Cruz, pelo financiamento do projeto “Diversidade de Crustáceos Decápodos Marinhos e Estuarinos do Sul da Bahia, Brasil” (00220.1100.590) e pelo apoio técnico do transporte e laboratório.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia - FAPESB, por conceder financiamento do projeto (PPP0073/2010).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior– CAPES pela concessão da bolsa de estudo, permitindo a conclusão desta pesquisa.

À rede de pesquisa Coral Vivo, pela aprovação do projeto e por todo apoio logístico. Sem esta colaboração, não seria possível a realização deste estudo.

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio – N°. 24408-1 MMA/IBAMA/SISBIO para AOA e a prefeitura de Porto Seguro pela concessão das licenças para coleta dos organismos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Alexandre Oliveira de Almeida pelos cinco anos de orientação, amizade e por ter contribuído de forma grandiosa para minha formação profissional e pessoal.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Gil Marcelo Reuss Strenzel por todo auxílio e principalmente pelo apoio em campo.

À minha família, meus amados pais Antonio e Jandira e meus irmãos Nilcéia e Uanderson, por todo amor doado e apoio incondicional em todos os momentos da minha vida.

Ao prof. Dr. Rodolfo Mariano Lopes da Silva pelas contribuições no seminário II e por ter compartilhado um pouco do seu conhecimento sobre sistemática e taxonomia durante a prática da docência.

À prof^a. Dr^a. Guisla Boehs pelas sugestões nas bancas de Seminários e Qualificação.

Aos professores Dr. Martín Roberto del Valle Alvarez e Dr^a Gecely Rodrigues Alves Rocha pelo empréstimo da balança, que contribuiu bastante para a realização deste estudo.

À prof^a. Dr^a. Erminda da Conceição Guerreiro Couto por permitir o uso o laboratório de oceanografia e da estufa para secar o material da primeira coleta.

Aos professores Dr. Ronaldo Bastos Francini Filho e Dr. Emiliano Nicolas Calderon pela indicação de literatura adequada que contribuiu para o enriquecimento do meu conhecimento sobre os corais.

Ao meu cunhado Lécio e ao grande amigo Roberto, pelas palavras de incentivo.

Aos meus sobrinhos Yago e Luis Carlos por me darem abraços e beijos revigorantes e a pequenina Luna Gabrielle, pelos sorrisos gostosos.

Ao meu querido amigo-irmão Guido, pelas parcerias, pela amizade, companheirismo, pelo auxílio durante as coletas de campo e incentivo sempre.

A Marcos, pelo incentivo e apoio, que apesar de estar longe, sempre esteve presente através das ligações telefônicas e e-mails.

Aos colegas de laboratório Ana Carla, Andressa, Guido e Mário, pelas contribuições singulares que permitiram de alguma forma, para realização deste trabalho.

À classe mais “malaca” de todas, os Malacostraca Anna Gabrielle, Aline, Everlin, Everton, Disraely, Guidomar, João, Karin, Leiza, Leonny, Mariane, Milena, Nara, Sabrina e Thalles pelo companheirismo e pelos momentos felizes que vivemos desde a graduação.

A Alexandre Malta pela ajuda na análise estatística, por me fazer ver os números de outra forma e por todo companheirismo.

Aos queridos amigos de casa, do peito, das desavenças, dos carinhos, dos puxões de orelha Everton, Letícia e Thalna.

A Kalinka e Túlio por todos os momentos de descontração e aprendizado.

A Letícia, Irlanda e Jemilli por todo apoio em campo.

Aos meus colegas da turma 2012.1 do Sistemas Aquáticos Tropicais.

Aos meus amados velhinhos, vó Domingas, vovô Valdemar, madrinha Domingas e meu padrinho Manoel Domingos, porque mesmo eu estando distante jamais se esqueceram de mim.

A todos os meus tios (as), primos (as) e amigos (as) por compreenderem a minha ausência em vários momentos durante todos esses anos.

A Lidiana Aires, secretária do Programa de Pós-Graduação Sistemas Aquáticos Tropicais (PPGSAT), por estar sempre disponível mesmo quando não estava na UESC.

A todo corpo docente do PPGSAT, que de forma direta ou indireta, contribuíram para a conclusão desta etapa da minha vida acadêmica.

Aos profs. Dr. Fúlvio Aurélio de Moraes Freire e Dr. Rogério Caetano da Costa por todas as sugestões propostas na defesa da dissertação.

Grata!!

**PADRÕES NA DISTRIBUIÇÃO DOS CRUSTÁCEOS DECÁPODOS NO
CORAL-DE-FOGO *MILLEPORA ALCICORNIS* LINNAEUS, 1758 NO PARQUE
MUNICIPAL MARINHO DO RECIFE DE FORA, PORTO SEGURO, BAHIA**

RESUMO

Neste trabalho analisou-se a composição e a distribuição espacial da comunidade de crustáceos decápodos que utilizam *Millepora alcicornis* como substrato em Porto Seguro-Bahia. Amostras da colônia viva, morta e biodetritos foram coletadas nos anos de 2012 e 2013 em seis pontos do Parque Municipal Marinho do Recife de Fora. Os pontos amostrais foram selecionados em regiões distintas em relação à posição no banco recifal (interno, adjacente e isolado) com diferentes profundidades e turbulência. Foram coletados 197 quilos de *M. alcicornis* com uso de mergulho autônomo. Obteve-se 375 indivíduos, pertencentes a 50 espécies, representando 23 gêneros, 14 famílias e cinco infraordens: Caridea, Axiidea, Gebiidea, Anomura, Brachyura. As famílias mais representativas foram Alpheidae, Porcellanidae, Majidae e Upogebiidae. O camarão *Synalpheus fritzmuelleri* foi a espécie mais abundante seguida do caranguejo *Mithraculus forceps*. As maiores riquezas e abundâncias foram encontradas nos recifes isolados (40; 264 ind) e em colônias mortas de *M. alcicornis* (34; 194ind). A dominância de Berger-Parker foi maior nos recifes internos e em colônias mortas predominando a espécie *S. fritzmuelleri*, em ambos. A análise de correspondência destendenciada-DCA e o cluster UPGMA distinguiram grupos tanto em relação à posição no banco recifal quanto em relação a diferença morfológica dos substratos coralíneos. Entretanto, a distribuição espacial foi o fator que melhor permitiu distinguir grupos e analisar seus padrões de distribuição.

Palavras-chave: Crustacea, Distribuição, Fauna críptica, Hidrocorais.

**PATTERNS IN THE DISTRIBUTION OF DECAPOD CRUSTACEANS
IN FIRE CORAL *MILLEPORA ALCICORNIS* LINNAEUS, 1758 IN THE PARK
MUNICIPAL MARINE RECIFE DE FORA, PORTO SEGURO, BAHIA**

ABSTRACT

This paper analyzed the composition and the spatial distribution of decapod crustaceans community using *Millepora alcicornis* as substrate in Porto Seguro, Bahia. Samples of live colony, dead colony and biodetritos were collected in the years 2012 and 2013 in six points of the Park Municipal Marine Recife de Fora. The sampling points were selected in different regions in relation to position on the reef bank (internal, adjacent and isolated) with different depths and turbulence. 197 kilos of *M. alcicornis* were collected using SCUBA diving. Yielded 375 individuals belonging to 50 species representing 23 genera, 14 families and five infraorders: Caridea, Axiidea, Gebiidea, Anomura, Brachyura. The most representative families were Alpheidae, Porcellanidae, Majidae and Upogebiidae. The shrimp *Synalpheus fritzmuelleri* was the most abundant species followed by crab *Mithraculus forceps*. The greatest richness and abundance were found in isolated reefs (40, 264 ind) and dead colonies of *M. alcicornis* (34; 194 ind). The Berger-Parker dominance was higher in the inner reefs and dead colonies predominantly *S. fritzmuelleri* species, in both. The Detrended Correspondence Analysis (DCA) and the UPGMA cluster distinguished groups both in relation to position on the reef bank and in relation to the morphological difference coralineous substrates. However, the spatial distribution was the factor that best allows distinguishing groups and analyze their patterns of distribution.

Keywords: Crustacea, Distribution, cryptic fauna, hydrocorals.

LISTA DE FIGURAS

- Fig. 1. *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia. 2
- Fig. 2. Mapa da área de estudo, com localização dos pontos de amostragem. Pontos 1 e 4 internos, 2 e 5 adjacentes e 3 e 6 isolados no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia. A cor cinza claro representa os recifes rasos e cinza escuro recifes profundos. Fonte: Sensor Orbital GeoEye-1. Imagem adquirida em 05/12/2010. Datum: UTM 24S WGS 84. Elaborado por P.S.Santos. 12
- Fig. 3. Tipos de substratos do coral-de-fogo *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 coletados no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia: (A) Colônia viva; (B) Colônia morta; (C) Biodetrito de coral. 13
- Fig. 4 Abundância total dos crustáceos encontrados no coral de fogo *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 coletados no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia. Posições em relação ao banco recifal (Adjacente, interno e isolado). Tipos de substrato. (BC) Biodetrito de coral; (CM) Colônia morta; (CV) Colônia viva. 18
- Fig. 5 Abundância relativa dos crustáceos encontrados no coral de fogo *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 coletados no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia. Posições em relação ao banco recifal (adjacente, interno e isolado). Tipos de substrato. (BC) Biodetrito de coral; (CM) Colônia morta; (CV) Colônia viva. 19
- Fig. 6. Técnicas multivariadas de ordenação. (A) Análise de correspondência destendenciada (DCA); (B) Agrupamento Cluster UPGMA. Dos crustáceos encontrados no coral de fogo *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 coletados no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia. Cada símbolo corresponde a um ponto e uma posição em relação ao banco recifal (2 e 5 adjacente; 1 e 4 interno; 3 e 6 isolado). 22
- Fig. 7. Análise de correspondência destendenciada (DCA) dos crustáceos encontrados no coral de fogo *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 coletados no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia. Cada símbolo corresponde a um tipo de substrato. (CM) Colônia morta; (BC) Biodetrito de coral; (CV) Colônia viva. 22

Fig. 8. Abundância das 16 espécies de crustáceos decápodos descritoras da comunidade encontrada no coral de fogo *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 coletados no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia. 23

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Densidade média de indivíduos por quilo de substrato e abundância das espécies de crustáceos decápodos encontradas em associação com o coral-de-fogo *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia. 15
- Tabela 2. Medidas e índices de diversidade, equabilidade e dominância nos três tipos de substrato do coral-de-fogo *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 coletados no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia. (CM) colônia morta; (CV) colônia viva; (BC) biodetrito de coral. 20
- Tabela 3. Medidas e índices de diversidade, equabilidade e dominância nos três tipos de substrato do coral-de-fogo *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 coletados no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia. Posições em relação ao banco recifal (adjacente, interno e isolado). 20
- Tabela 4. Anova bifatorial comparando abundâncias em relação aos três tipos de substrato (colônia morta, colônia viva e biodetrito de coral) e a posição recifal (interno, adjacente e isolado) de *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 coletados no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia. 21
- Tabela 5. Anova bifatorial comparando riquezas em relação aos três tipos de substrato (colônia morta, colônia viva e biodetrito de coral) e a posição recifal (interno, adjacente e isolado) de *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 coletados no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia. 21

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| RESUMO | iv |
| ABSTRACT | v |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL | 1 |
| 2. OBJETIVOS | 4 |
| 2.1 Objetivo Geral | 4 |
| 2.2 Objetivos Específicos | 4 |
| 3. REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL..... | 5 |
| 4. ARTIGO CIENTÍFICO..... | 7 |
| 4.1 PADRÕES NA DISTRIBUIÇÃO DOS CRUSTÁCEOS DECÁPODOS NO CORAL-DE-FOGO <i>MILLEPORA ALCICORNIS</i> LINNAEUS, 1758 NO PARQUE MUNICIPAL MARINHO DO RECIFE DE FORA, PORTO SEGURO, BAHIA..... | 7 |
| 4.2 RESUMO..... | 7 |
| 4.3 ABSTRACT | 8 |
| 4.4 INTRODUÇÃO | 9 |
| 4.5 MATERIAIS E MÉTODOS..... | 11 |
| 4.5.1 Área de Estudo | 11 |
| 4.5.2 Metodologia..... | 12 |
| 4.5.3 Análise dos dados | 13 |
| 4.6 RESULTADOS | 14 |
| 4.7 DISCUSSÃO | 23 |
| 5. AGRADECIMENTOS | 26 |
| 6. REFERÊNCIAS | 27 |
| 7. Normas para submissão de manuscrito no Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom..... | 30 |

1. INTRODUÇÃO GERAL

Recifes de coral são caracterizados, do ponto de vista geomorfológico, como estruturas rochosas, rígidas, construídas por organismos marinhos com esqueleto calcário, resistentes à ação mecânica das ondas e das correntes marinhas (Leão, 1994). Estão entre os ecossistemas mais produtivos da terra (Adey, 2000) e são considerados os ecossistemas marinhos mais biodiversos (Hoeksema *et al.*, 2011).

A elevada diversidade desses sistemas pode ser explicada por diversos fatores, como: as altas taxas de produtividade primária, a alta heterogeneidade espacial, as interações biológicas como a pressão de predação e os eventos estocásticos como tempestades, ondas gigantes e grande aporte de matéria orgânica, estes tipos de eventos são considerados os mais importantes para determinar a diversidade desses ambientes (Coles, 1980).

Os corais estão inseridos no filo Cnidaria. Estes animais estão entre os principais organismos construtores da estrutura recifal (Antônio-De-Souza & Amaral, 2002) e formam um grupo grande e muito diverso. Neste filo, encontram-se as classes Anthozoa, Hydrozoa, Scyphozoa, Staurozoa e Cubozoa (Marques & Collins, 2004). Na ordem Scleractinia (corais pétreos ou verdadeiros) e classe Hydrozoa (hidrocorais) estão reunidos os principais corais formadores dos recifes rasos no Brasil (Leão *et al.*, 2003).

As principais espécies construtoras dos recifes rasos no Brasil são algas coralíneas, os corais escleractíneos pertencentes ao gêneros *Mussismilia* Ortmann, 1890, *Siderastrea* Blainville, 1830, *Montastrea* Blainville, 1830 e *Porites* Link, 1807 e os hidrocorais do gênero *Millepora* Linnaeus, 1758 (Ferreira & Maida, 2006). *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 (Figura 1) é um dos hidróides calcários mais comuns nos recifes Neotropicais e fornece um excelente ambiente para estabelecimento de epibiontes (Amaral *et al.*, 2008).



Fig. 1. *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia.

Os recifes brasileiros são caracterizados pela baixa diversidade e o alto endemismo de corais quando comparados à fauna do Caribe (Leão & Dominguez, 2000). São conhecidas 18 espécies de escleractíneos, sendo seis endêmicas, e cinco hidrocorais, com três espécies endêmicas (Leão *et al.*, 2003). Ocupam uma área extensa ao longo de aproximadamente 3.000 km da costa brasileira e são os únicos recifes de coral verdadeiros do Atlântico Sul (Leão & Dominguez, 2000). O estado da Bahia possui a faixa litorânea mais larga, extensa e rica em recifes de coral do Brasil (Costa Jr. *et al.*, 2002) principalmente na região Sul do estado (Leão & Dominguez, 2000).

No ambiente recifal, podem ser encontrados diversos grupos animais como esponjas, poliquetos, moluscos, crustáceos, corais e outros grupos (Knowlton, 2001; Knowlton & Jackson, 2013). Entre estes grupos, os crustáceos de destacam por apresentar uma ampla variedade de *taxa*, como isópodos, anfípodos e decápodos que são encontrados em outros macroinvertebrados ao redor do mundo (Thiel & Baeza, 2001).

Apesar de ser sabido que os crustáceos usam os corais como substrato, a fauna de decápodos encontradas em miléporas no Brasil ainda é pouco conhecida. Destacam-se os estudos de Amaral *et al.* (2008), Garcia *et al.* (2008;2009) e Santos *et al.* (2012).

O estudo da composição e distribuição das espécies de crustáceos decápodos presentes no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora é de grande relevância, pois gerará informações que podem ser usadas para auxiliar no embasamento do uso sustentável do Parque. Tendo em vista que o banco recifal fica próximo à costa e uma parte da sua área é aberta à visitação turística.

O objetivo desta pesquisa foi estudar a composição e o padrão na distribuição espacial dos crustáceos que utilizam a *Millepora alcicornis* como substrato. Analisando três diferentes estados do coral (colônia viva, colônia morta e biodetrito de coral), bem como verificar se há distribuição espacial das espécies de crustáceos encontradas, em relação à posição do banco recifal (interno, adjacente e isolado).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Estudar a distribuição espacial dos crustáceos decápodos no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia em diferentes substratos do coral-de-fogo *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758.

2.2 Objetivos Específicos

- Estudar a composição da carcinofauna;
- Comparar as comunidades de acordo com o tipo de substrato (colônia viva, colônia morta e biodetritos de coral);
- Comparar as comunidades em relação à posição do coral no banco recifal (interno, adjacente e isolado).

3. REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL

Adey W.H. (2000) Coral reef ecosystems and human health: Biodiversity counts! *Ecosystem health* 6, 227 – 236.

Amaral F.M.D., Steiner A.Q., Broadhurst M. and Cairns S.D. (2008) An overview of the shallow-water calcified hydroids from Brazil (Hydrozoa: Cnidaria), including the description of a new species. *Zootaxa* 1930, 56 – 68.

Antônio-De-Souza C. and Amaral F.D. (2002) Variação morfométrica de algumas espécies de corais Mussidae (Cnidaria, Anthozoa) do Brasil. *Tropical Oceanography Recife* 30, 23 – 36.

Coles S.L. (1980) Species diversity of decapods associated with living and dead reef coral *Pocillopora meandrina*. *Marine Ecology Progress Series* 2, 281 – 291.

Costa Jr O.S., Attrill M.J., Pedrini A.G. and De-Paula J.C. (2002) Spatial and seasonal distribution of seaweeds on coral reefs from Southern Bahia, Brazil. *Botanica Marina* 45, 346 – 355.

Ferreira B.P. and Maida M. (2006) *Monitoramento dos recifes de coral do Brasil: situação atual e perspectivas*. Série Biodiversidade, 18. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 1 – 116.

Garcia T.M., Matthews-Cascon H. and Franklin-Junior W. (2008) Macrofauna associated with branching fire coral *Millepora alcicornis* (Cnidaria: Hydrozoa). *Thalassas* 24, 11 – 19.

Garcia T.M., Matthews-Cascon H. and Franklin-Junior W. (2009) *Millepora alcicornis* (Cnidaria: Hydrozoa) as substrate for benthic fauna. *Brazilian Journal of Oceanography* 57, 153 – 155.

Hoeksema B.W., Van der Meij S.E.T. and Franssen C.H.J.M. (2011) The mushroom coral as a habitat. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 92, 647 – 663.

Knowlton N. (2001) The future of coral reefs. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98, 5419 – 5425.

Knowlton N. and Jackson J. (2013) Coral and coral reefs. *Encyclopedia of Biodiversity* 2, 330 – 346.

Leão Z.M.A.N. (1994) Os recifes de coral do Sul da Bahia. In Hetzel B. and Castro C.B. (eds) *Corais do Sul da Bahia*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, pp. 151 – 160.

Leão Z.M.A.N. and Dominguez J.M.L. (2000) Tropical Coast of Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 41, 112 – 122.

Leão Z.M.A.N., Kikuchi R.K.P. and Testa V. (2003) Corals and coral reefs of Brazil. *Latin American Coral Reefs* 9 – 52.

Marques A.C. and Collins A.G. (2004) Cladistic analysis of Medusozoa and cnidarian evolution. *Invertebrate Biology* 123, 23 – 42.

Santos P.S., Soledade G.O. and Almeida A.O. (2012) Decapod crustaceans on dead coral from reef areas on the coast of Bahia, Brazil. *Nauplius* 20, 145 – 169.

Thiel M. and Baeza J.A. (2001) Factors affecting the social behaviour of crustaceans living symbiotically with other marine invertebrates: A modelling approach. *Symbiosis* 30, 163 – 190.

4. ARTIGO CIENTÍFICO

4.1 PADRÕES NA DISTRIBUIÇÃO DOS CRUSTÁCEOS DECÁPODOS NO CORAL-DE-FOGO *MILLEPORA ALCICORNIS* LINNAEUS, 1758 NO PARQUE MUNICIPAL MARINHO DO RECIFE DE FORA, PORTO SEGURO, BAHIA

4.2 RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar a composição e o padrão de distribuição espacial dos crustáceos que utilizam a Millepora alcicornis como substrato. Analisando três tipos do coral (colônia viva, colônia morta e biodetrito de coral), bem como verificar se há distribuição espacial das espécies de crustáceos encontradas, em relação à posição do banco recifal (interno, adjacente e isolado) no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro. Em ambos os anos 2012 e 2013, foram amostrados seis pontos com uso de mergulho autônomo. Foram coletados 197 quilos de M. alcicornis com um total de 375 indivíduos, pertencentes a 50 espécies, 23 gêneros, 14 famílias e cinco infraordens: Caridea, Axiidea, Gebiidea, Anomura, Brachyura. As famílias mais representativas foram Alpheidae, Porcellanidae, Majidae e Upogebiidae. O camarão Synalpheus fritzmuelleri foi a espécie mais abundante seguida do caranguejo Mithraculus forceps. Nos recifes isolados foram encontradas a maior riqueza e as maiores abundâncias absoluta e relativa (n= 246;60%), internos (n= 75;26%) e adjacentes (n= 54;14%). Colônias mortas exibiram maior dominância, abundância e riqueza, 194 indivíduos e 34 espécies, colônias vivas 92 indivíduos e 24 espécies e biodetritos de coral 89 indivíduos em 24 espécies. A análise de correspondência destendenciada–DCA e o cluster mostraram a segregação dos pontos amostrais em relação à posição no banco recifal e a DCA distinguiu três grupos, formados por cada tipo de substrato. Para decápodos no coral Millepora alcicornis, a diferença morfológica dos substratos coralíneos, assim como a posição em relação ao banco recifal são fatores que contribuem para a distribuição das espécies. Contudo, no presente estudo, a distribuição espacial foi o fator que melhor permitiu distinguir grupos e analisar seus padrões de distribuição.

Palavras-chave: Crustacea, Decapoda, Fauna críptica, Hidrocorais

**PATTERNS IN THE DISTRIBUTION OF DECAPOD CRUSTACEANS
IN FIRE CORAL *MILLEPORA ALCICORNIS* LINNAEUS, 1758 IN THE PARK
MUNICIPAL MARINE RECIFE DE FORA, PORTO SEGURO, BAHIA**

4.3 ABSTRACT

The aim of this work was to study the composition and spatial distribution of crustaceans that use Millepora alcicornis as substrate. Analyzing three types of coral (living colony, dead colony and biodetrimento) and check for spatial distribution of species of crustaceans found in the relationship position of the reef bank (internal, adjacent and isolated) in the Municipal Marine Park Recife de Fora, Porto Seguro. In both years 2012 and 2013, six points were sampled using SCUBA diving. 197 kilos of M. alcicornis were collected with a total of 375 individuals belonging to 50 species, 23 genera, 14 families and five infraorders: Caridea, Axiidea, Gebiidea, Anomura, Brachyura. The most representative families were Alpheidae, Porcellanidae, Majidae and Upogebiidae. The shrimp Synalpheus fritzmuelleri was the most abundant species followed by crab Mithraculus forceps. At the isolated reefs were found the greatest richness and absolute and relative abundances (n= 246;60%) in internal reefs (n = 75; 26%) and adjacent reefs (n= 54;14%). Dead colonies exhibited higher dominance, abundance and richness, 194 individuals and 34 species, 92 individuals living colonies and 24 species of coral and biodetritos 89 individuals in 24 species. The Detrended Correspondence Analysis-DCA and Cluster showed segregation of sample points from the position on the reef bank and DCA distinguished three groups formed by each type of substrate. For decapod in coral Millepora alcicornis, the morphological difference of coralline substrates, as well as the position on the reef bank are factors that contribute to the distribution of species. However, in this study, the spatial distribution was the factor that best allows distinguishing groups and analyze their patterns of distribution.

Key words: Crustacea, Decapoda, cryptic fauna, hydrocorals.

4.4 INTRODUÇÃO

As estruturas coralíneas vivas e mortas podem fornecer habitat para diversos organismos coloniais, como esponjas e ascídias, e organismos não coloniais como moluscos, equinodermos, peixes e crustáceos (Young, 1986; Enochs & Hockensmith, 2008). Esse arcabouço calcário oferece aos organismos refúgio contra predadores e local para reprodução e cuidado com a prole (Grajal & Laughlin, 1984; Young, 1986; Santos *et al.*, 2012).

Comparado à fauna de corais do Caribe, os recifes brasileiros possuem reduzida diversidade e alta proporção de endemismo (Leão & Dominguez, 2000). São os únicos recifes coralíneos verdadeiros do Atlântico Sul, ocupando uma área de aproximadamente 3.000 km da costa nordeste (Leão & Dominguez, 2000) do norte do estado do Maranhão o sul da Bahia. A distribuição dos corais no Brasil é limitada ao Norte pelo Rio Amazonas e ao Sul pelas baixas temperaturas. Podem ser encontrados cinco tipos de formações recifais no litoral sul da Bahia. Os bancos recifais adjacentes à praia, os bancos recifais afastados da costa, os recifes em forma de franja pouco desenvolvidas, os chapeirões e os recifes superficiais (Leão, 1994). Os principais corais construtores dos recifes brasileiros pertencem à ordem Scleractinia (corais pétreos ou corais verdadeiros) ou à classe Hydrozoa (hidrocorais) (Leão *et al.*, 2003).

A linha de costa mais larga, extensa e rica em recifes de coral do Brasil, está situada no estado da Bahia (Costa Jr. *et al.*, 2002), com destaque na região sul deste estado (Leão & Dominguez, 2000), que abrange duas áreas distintas de recifes: a região do Banco Royal Charlotte, menos conhecida, onde se situa o Recife de Fora e o Banco dos Abrolhos, mais ao sul (Leão, 1994).

O gênero *Millepora* Linnaeus, 1758 constitui um dos mais importantes grupos formadores dos recifes (Lewis, 1989). Este gênero compreende 17 espécies válidas de hidrocorais polipoides coloniais de formas variadas (Lewis, 2006). Suas espécies são encontradas nos recifes costeiros tropicais em todo o mundo, ocorrendo de 1 a 40 metros de profundidade (Boschma, 1948).

As espécies deste gênero são integrantes notáveis dos recifes de coral, onde ocupam uma variedade de substratos e produzem esqueletos complexos (Edmunds, 1999). Suas ramificações podem atingir de 30-60 cm de altura (Lewis, 2006). Possuem células de defesa capazes de sintetizar substâncias altamente tóxicas, os nematocistos. Por essa razão, são conhecidos como “corais urticantes” ou “corais-de-fogo” (Boschma, 1948). Os únicos corais-de-fogo com estrutura ramificada que ocorrem no Brasil

pertencem ao gênero *Millepora* (Coni *et al.*, 2012). Nos recifes brasileiros são conhecidas quatro espécies deste gênero: *Millepora braziliensis* Verrill, 1868, *Millepora nitida* Verrill, 1868, *Millepora laboreli* Amaral, 2008 e *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 sendo as três primeiras endêmicas (Amaral *et al.*, 2008).

Millepora alcicornis Linnaeus, 1758 ocorre em regiões tropicais em todo o mundo (Boschma, 1948). No Brasil, ocorre do Maranhão ao Rio de Janeiro (Leão *et al.*, 2003). Suas colônias calcárias apresentam extensas ramificações irregulares em um único plano, o vertical, com as pontas livres e digitiformes (Kelmo & Santa-Isabel, 1998). Exibe coloração avermelhada ou alaranjada (Kelmo & Santa-Isabel, 1998). É a única espécie do Brasil em comum com a fauna do Caribe (Amaral *et al.*, 2008). Ocorre principalmente nas bordas dos recifes, um habitat semelhante ao ocupado pelo coral *Acropora palmata* (Lamarck, 1816) nos recifes caribenhos (Leão *et al.*, 2003). Está entre as principais espécies construtoras dos recifes rasos no Brasil (Leão, 1994). É uma espécie abundante no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, sendo encontrada em quase todo o banco recifal.

Em substratos consolidados, como os recifes de coral, os crustáceos decápodos representam um dos grupos mais importantes da macrofauna bêntica (Martínez-Iglesias e García-Raso, 1999; Alves *et al.*, 2006). É o grupo animal que, provavelmente, apresenta mais representantes nos recifes de coral, podendo ser encontrados organismos minúsculo até grandes camarões e caranguejos (Leão, 1994).

Os crustáceos são bem sucedidos no processo de colonização, pois possuem um alto potencial de fecundidade e recrutamento larval e juvenil (Coles, 1980). Além disso, possuem estruturas especializadas que lhes permitem o sucesso na colonização como os dactílos para a captura e transporte de muco (Abele & Patton, 1976). O muco produzido pelo coral hospedeiro é a principal fonte de alimento utilizado por membros da comunidade de decápodos simbiotes obrigatórios (Patton, 1967). Essa relação obrigatória torna-se nítida quando o coral morre, pois, em poucos dias os simbiotes deixam o esqueleto coralíneo (Glynn, 1976). Quando a morte do hospedeiro é gradual, abundância e biomassa dos simbiotes que permanecem no hospedeiro são proporcionais à área de tecido vivo e, portanto, são dependentes provavelmente da fonte de alimento ainda disponível e depois da morte total do tecido vivo, há uma recolonização por outros organismos (Coles, 1980). Essas vantagens incluem proteção contra predação para os associados obrigatórios ou casuais, local pra reprodução, alimentação do muco extraído do tecido do hospedeiro ou partículas suspensas na água.

Em contrapartida, os crustáceos podem proteger os corais contra ataques de predadores. (Glynn,1991; Pratchett & Vytopil, 2000) e podem fazer a remoção de sedimento, contribuir para a redução de organismos incrustantes e previnem o crescimento excessivo de algas nos corais (Glynn,2013).

Estudos sobre a diversidade nos recifes de coral costumam focar apenas os corais, sendo que poucas pesquisas relatam os outros grupo taxonômicos, incluindo os crustáceos nos corais. No Brasil, os crustáceos em corais foram estudados por Garcia *et al.* (2008) no recife de Maracajaú, Rio Grande do Norte. Estes autores identificaram e quantificaram a macrofauna em colônias vivas de *M. alcicornis*. E, entre os seis taxa encontrados, crustáceos foi o grupo que apresentou maior número de espécies e indivíduos. Também no recife de Maracajaú, Garcia *et al.* (2009) estudaram grupos taxonômicos em *M. alcicornis* e relataram a ocorrência dos crustáceos em 93% das amostras. Algumas espécies da fauna e flora em *M. alcicornis*, *M. braziliensis* e *M. nitida* foram listados por Amaral *et al.* (2008) e Santos *et al.* (2012) relataram a ocorrência de crustáceos decápodos em *M. alcicornis* viva e morta em seis áreas recifais no sul da Bahia e encontraram predominância de camarões Alpheidae e caranguejos Porcellanidae.

O objetivo desta pesquisa foi estudar a composição e o padrão de distribuição espacial dos crustáceos que utilizam a *Millepora alcicornis* como substrato. Analisando três diferentes estados do coral (colônia viva, colônia morta e biodetrito de coral), bem como verificar se há distribuição espacial das espécies de crustáceos encontradas, em relação á posição do banco recifal (interno, adjacente e isolado).

4.5 MATERIAIS E MÉTODOS

4.5.1 Área de Estudo

O Parque Municipal Marinho do Recife de Fora (Figura 2) está localizado no litoral norte do município de Porto Seguro, no sul do estado da Bahia. Foi transformado em Parque Municipal Marinho em 1997 (Seoane *et al.*, 2009). O banco recifal do local possui aproximadamente 17,5 km² e a profundidade varia entre 0,5 e 16 m. (Seoane *et al.*, 2009). É uma das sete unidades de conservação marinhas do litoral brasileiro que englobam relevantes comunidades recifais. Por localizar-se próximo à costa encontra-se em áreas altamente ameaçadas pela proximidade com grandes populações humanas e

grande visitação (Castro, 2000). O alto potencial turístico aliado à elevada biodiversidade motivaram a criação do parque (Seoane *et al.*, 2009).

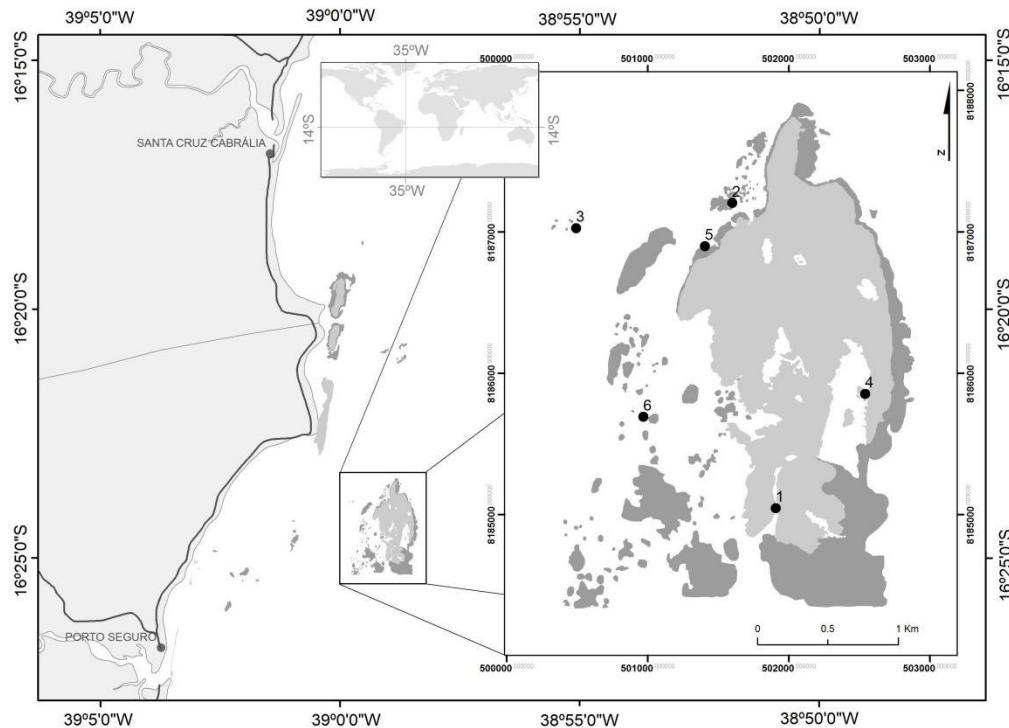


Fig. 2. Mapa da área de estudo, com localização dos pontos de amostragem. Pontos 1 e 4 internos, 2 e 5 adjacentes e 3 e 6 isolados no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia. A cor cinza claro representa os recifes rasos e cinza escuro recifes profundos. Fonte: Sensor Orbital GeoEye-1. Imagem adquirida em 05/12/2010. Datum: UTM 24S WGS 84. Elaborado por P.S.Santos.

4.5.2 Metodologia

As amostras foram coletadas em mergulhos autônomos realizados em abril de 2012 e maio de 2013. Os mergulhos ocorreram em seis pontos sendo dois internos (1 e 4), dois adjacentes (2 e 5) e dois isolados (3 e 6) em relação ao banco recifal (Figura 2). Os pontos internos estão localizados numa região mais abrigada em profundidades variando de 1 a 2 metros. Os pontos adjacentes, localizados entre os recifes internos e os isolados, apresentam profundidade variando de 4 a 6 metros e os pontos isolados entre 10 a 12 metros. Os mesmos pontos foram visitados nos dois anos de amostragem, em cada ponto foram coletados três tipos do substrato coralíneo: (1) porções vivas das colônias de *M. alcicornis* (colônia viva) (Figura 3A), (2) porções mortas, recobertas por outros organismos (algas e esponjas, por exemplo), porém ainda aderidas a colônias

vivas (Figura 3B) e (3) fragmentos mortos de *M. alcicornis* depositados no fundo próximo à base das colônias e parcialmente cobertos por sedimento (biodetrito de coral) (Figura 3C). Ao todo foram obtidas 36 amostras com aproximadamente 3,5kg cada.

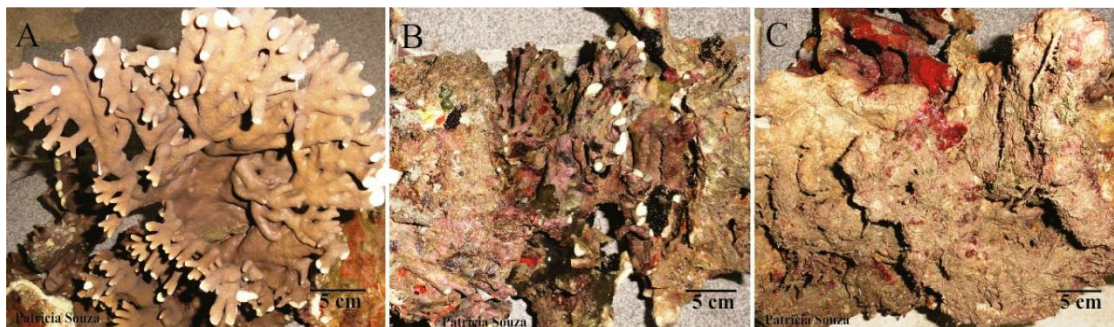


Fig. 3. Tipos de substratos do coral-de-fogo *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 coletados no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia: (A) Colônia viva; (B) Colônia morta; (C) Biodetrito de coral.

O procedimento de coleta consistiu no uso de martelo e talhadeira para retirada das amostras dos fragmentos. Após a remoção, estes foram envolvidos, individualmente, em sacos de tecido para evitar a fuga de possíveis organismos vágéis. Em laboratório, os fragmentos obtidos foram quebrados, cuidadosamente, com auxílio de martelo e talhadeira. Os crustáceos encontrados foram separados por grupos, anestesiados com gelo, fotografados e fixados em álcool a 70% para posterior identificação até o nível específico. Alguns espécimes que não se encontravam em condições morfológicas adequadas para chegar a este nível de identificação foram classificados até o menor nível taxonômico possível. A classificação dos espécimes seguiu a proposta de De Grave *et al.* (2009). Os exemplares estão depositados na coleção Carcinológica da Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC.

Para estimar o tamanho de cada amostra, o peso das colônias amostradas foi registrado. Para isso, os fragmentos esqueletais dos substratos foram separados, levados para o laboratório, secos em estufa a 200°C até atingirem peso constante e pesado em balança analítica.

4.5.3 Análise dos dados

Técnicas multivariadas de agrupamento (Cluster UPGMA) e de ordenação (análise de correspondência destendenciada-DCA) foram utilizadas para detectar

padrões de distribuição das espécies nos tipos de substrato e em relação à posição no banco recifal. Antes das análises as abundâncias foram padronizadas por quilograma de substrato coletado para minimizar o efeito da variação do tamanho da amostra, e matrizes de similaridades foram construídas utilizando o índice de similaridade de Morisita-Horn (Cluster) e de Bray-Curtis (DCA).

Anovas Bifatoriais com nível de significância de 5% foram utilizadas para comparar a abundância e a riqueza entre tipos de substrato (coral vivo, coral morto e biodetrito) e posição em relação ao banco recifal (interno, adjacente e isolado). Antes das análises, essas variáveis foram log-transformadas para atender a premissa de normalidade dos dados (Zar, 1999).

Os índices de riqueza de Margalef, de diversidade de Shannon-Weaner (H') e Simpson (1-D), de equabilidade de Pielou (J') e de dominância de Berger-Parker e o estimador da riqueza Chao1 foram utilizados para comparar as assembleias observadas. Para o cálculo do índice de Shannon-Weaner foi utilizado logaritmo de base neperiana.

Todas as análises foram feitas com uso do programa PAST (PAleontologicalSTatistics, versão 2.17). Para verificar a contribuição de cada espécie na discriminação de grupos relacionados aos estados dos substratos (colônia viva, colônia morta e cascalho de coral) e à posição em relação ao banco recifal (interno, adjacente e isolado) foi utilizado o percentual de similaridade (SIMPER) do pacote estatístico Primer 6, versão 6.1.6 (Clarke & Warwick, 1994).

4.6 RESULTADOS

Foram coletados 197 quilos do coral *Millepora alcicornis* sendo 72,7 Kg de biodetrito de coral (37%), 70,3 Kg de colônia viva (36%) e 53,9 Kg de colônia morta (27%). Em relação à posição recifal, 40% foi coletada na região isolada, 33% na adjacente e 27% na interna.

Um total de 375 crustáceos pertencentes a 50 espécies, 23 gêneros, 14 famílias e cinco infraordens foram obtidos. As famílias mais representativas foram Alpheidae (14 espécies), Porcellanidae (9 espécies), Majidae (8 espécies). As famílias com menor número de espécies foram Upogebiidae com quatro espécies, Panopeidae com três espécies, Epialtidae e Pilumnidae, com duas espécies cada e Ctenochelidae,

Hippolytidae, Menippidae, Palaemonidae, Portunidae, Processidae e Domeciidae com apenas uma espécie cada.

O maior número de indivíduos foi encontrado em colônia morta (n=194;52%). Em colônia viva foram encontrados 92 indivíduos (24%) e em biodetrito de coral, 89 (24%) (Tabela 1).

Tabela 1. Densidade média de indivíduos por quilo de substrato e abundância das espécies de crustáceos decápodos encontradas em associação com o coral-de-fogo *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia.

| ESPÉCIES | Colônia Morta | Colônia Viva | Biodetrito de coral | Total |
|---|---------------------------|----------------|---------------------|-------|
| | Média ± Desvio Padrão [N] | | | |
| CARIDEA | | | | |
| Palaemonidae | | | | |
| <i>Cuapetes americanus</i> | 0,1 ± 0,3 [1] | 0,2 ± 0,6 [2] | 0,2 ± 0,4 [2] | 5 |
| Alpheidae | | | | |
| <i>Alpheopsis</i> sp. | – | – | 0,1 ± 0,3 [1] | 1 |
| <i>Alpheus cristulifrons</i> | 0,3 ± 0,7 [4] | 0,6 ± 1,5 [7] | – | 11 |
| <i>Alpheus</i> cf. <i>floridanus</i> | – | – | 0,1 ± 0,3 [1] | 1 |
| <i>Alpheus formosus</i> | – | – | 0,1 ± 0,3 [1] | 1 |
| <i>Alpheus</i> cf. <i>packardii</i> | 0,1 ± 0,3 [1] | – | 0,6 ± 0,7 [7] | 8 |
| <i>Alpheus simus</i> | 0,2 ± 0,6 [2] | 0,2 ± 0,4 [2] | 0,1 ± 0,3 [1] | 5 |
| <i>Synalpheus antillensis</i> | 1,2 ± 1, [14] | 0,5 ± 1,2 [6] | – | 20 |
| <i>Synalpheus</i> cf. <i>brevicarpus</i> | 0,8 ± 2,5 [9] | 0,2 ± 0,4 [2] | – | 11 |
| <i>Synalpheus fritzmuelleri</i> | 5,1 ± 6,7 [61] | 1,6 ± 2,8 [19] | 0,3 ± 0,7 [4] | 84 |
| <i>Synalpheus scaphoceris</i> | 0,2 ± 0,4 [2] | 0,1 ± 0,3 [1] | – | 3 |
| <i>Synalpheus</i> sp. | 0,1 ± 0,3 [1] | – | – | 1 |
| <i>Synalpheus</i> sp. Grupo <i>S. pandionis</i> | – | 0,1 ± 0,3 [1] | – | 1 |
| <i>Synalpheus</i> cf. <i>townsendi</i> | 0,1 ± 0,3 [1] | 0,1 ± 0,3 [1] | – | 2 |
| <i>Synalpheus ul</i> | 0,3 ± 0,6 [3] | – | – | 3 |
| Hippolytidae | | | | |
| <i>Thor manningi</i> | – | 0,2 ± 0,6 [2] | 0,1 ± 0,3 [1] | 3 |
| Processidae | | | | |

| ESPÉCIES | Colônia Morta | Colônia Viva | Biodetrito de coral | Total |
|----------------------------------|---------------------------|----------------|---------------------|-------|
| | Média ± Desvio Padrão [N] | | | |
| <i>Processa fimbriata</i> | 0,3 ± 0,4 [3] | – | – | 3 |
| AXIIDEA | | | | |
| Ctenochelidae | | | | |
| <i>Ctenocheloides almeidai</i> | 0,1 ± 0,3 [1] | – | 0,3 ± 0,6 [3] | 4 |
| GEBIIDEA | | | | |
| Upogebiidae | | | | |
| <i>Pomatogebia operculata</i> | 0,3 ± 0,8 [3] | – | 0,8 ± 1,9 [10] | 13 |
| <i>Upogebia cf. vasquezi</i> | – | – | 0,1 ± 0,3 [1] | 1 |
| <i>Upogebia marina</i> | – | – | 0,3 ± 0,6 [3] | 3 |
| <i>Upogebia omissa</i> | – | – | 0,3 ± 0,5 [3] | 3 |
| ANOMURA | | | | |
| Porcellanidae | | | | |
| <i>Megalobrachium mortenseni</i> | – | – | 0,4 ± 1,4 [5] | 5 |
| <i>Megalobrachium roseum</i> | 0,3 ± 0,8 [3] | 0,3 ± 0,9 [4] | 0,2 ± 0,6 [2] | 9 |
| <i>Megalobrachium soriatum</i> | 0,3 ± 0,7 [4] | – | 0,3 ± 0,5 [3] | 7 |
| <i>Pachycheles greeleyi</i> | 0,7 ± 1,4 [8] | 0,4 ± 0,8 [5] | – | 13 |
| <i>Pachycheles monilifer</i> | 0,8 ± 3,5 [21] | 0,8 ± 1,6 [10] | – | 31 |
| <i>Pachycheles riisei</i> | – | 0,4 ± 0,8 [5] | – | 5 |
| <i>Petrolisthes galathinus</i> | 0,6 ± 1,7 [7] | 0,3 ± 0,6 [3] | – | 10 |
| <i>Petrolisthes marginatus</i> | 0,1 ± 0,3 [1] | – | – | 1 |
| <i>Petrolisthes rosariensis</i> | 0,1 ± 0,3 [1] | 0,1 ± 0,3 [1] | 0,5 ± 1,2 [6] | 8 |
| BRACHYURA | | | | |
| Menippidae | | | | |
| <i>Menippe nodifrons</i> | 0,1 ± 0,3 [1] | – | – | 1 |
| Epialtidae | | | | |
| <i>Pelia rotunda</i> | 0,1 ± 0,3 [1] | – | 0,1 ± 0,3 [1] | 2 |
| <i>Pitho lherminieri</i> | 0,1 ± 0,3 [1] | – | – | 1 |
| Majidae | | | | |
| <i>Microphrys antillensis</i> | – | 0,1 ± 0,3 [1] | – | 1 |
| <i>Microphrys bicornutus</i> | 0,8 ± 1,4 [10] | 0,1 ± 0,3 [1] | 0,3 ± 0,5 [3] | 14 |
| Mithracinae sp. 1 | 0,1 ± 0,3 [1] | 0,1 ± 0,3 [1] | – | 2 |

| ESPÉCIES | Colônia Morta Colônia Viva Biodetrito de coral | | | Total |
|-----------------------------------|--|---------------|----------------|------------|
| | Média ± Desvio Padrão [N] | | | |
| Mithracinae sp. 2 | 0,1 ± 0,3 [1] | – | – | 1 |
| <i>Mithraculus forceps</i> | 1,2 ± 1,5 [14] | 0,8 ± 1,4 [9] | 1,5 ± 2,1 [18] | 41 |
| <i>Mithrax braziliensis</i> | 0,2 ± 0,6 [2] | 0,5 ± 0,9 [6] | – | 8 |
| <i>Mithrax hemphilli</i> | – | 0,1 ± 0,3 [1] | 0,1 ± 0,3 [1] | 2 |
| <i>Teleophrys</i> sp.1 | 0,2 ± 0,4 [2] | – | – | 2 |
| Pilumnidae | | | | |
| <i>Pilumnus dasypodus</i> | 0,4 ± 0,8 [5] | – | – | 5 |
| <i>Pilumnus</i> sp. | 0,1 ± 0,3 [1] | – | – | 1 |
| Portunidae | | | | |
| <i>Cronius ruber</i> | 0,1 ± 0,3 [1] | – | – | 1 |
| Domeciidae | | | | |
| <i>Domecia acanthophora</i> | – | 0,1 ± 0,3 [1] | – | 1 |
| <i>acanthophora</i> | – | – | – | – |
| Panopeidae | | | | |
| <i>Acantholobulus bermudensis</i> | – | – | 0,2 ± 0,4 [2] | 2 |
| Panopeidae sp. 1 | – | – | 0,4 ± 0,9 [5] | 5 |
| Panopeidae sp. 2 | 0,3 ± 0,4 [3] | – | 0,4 ± 1,0 [5] | 8 |
| Xanthoidea sp. | – | 0,1 ± 0,3 [1] | – | 1 |
| TOTAL | 194 | 92 | 89 | 375 |

Em relação à posição do coral no banco recifal, nos recifes isolados foi encontrado o maior número de indivíduos (n=246; 66%), nos pontos internos foram encontrados 75 indivíduos (20%) e em recifes adjacentes, 54 indivíduos (14%) (Figura 4). A abundância relativa (n/kg de coral) exibiu resultados similares ao da abundância total, onde recifes isolados apresentaram 60% dos indivíduos coletados, recifes internos apresentaram 26% e recifes adjacentes 14% (Figura 5).

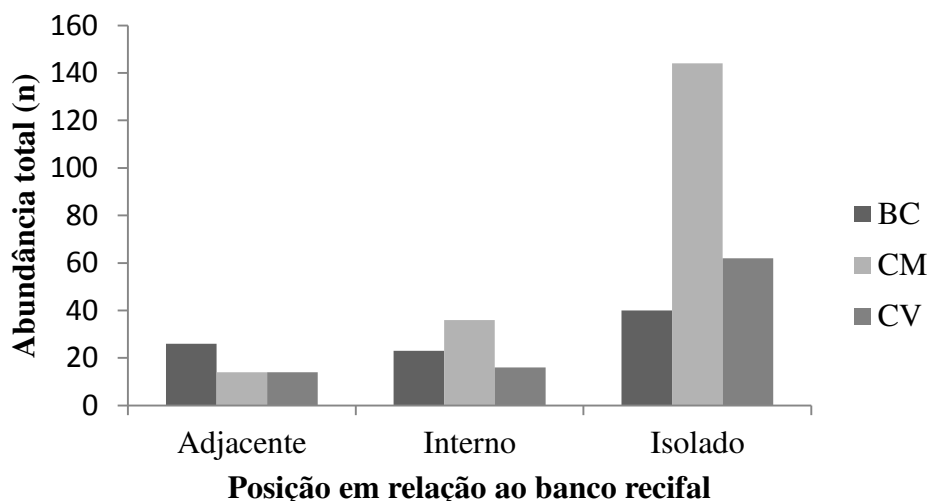


Fig. 4 Abundância total dos crustáceos encontrados no coral de fogo *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 coletados no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia. Posições em relação ao banco recifal (Adjacente, interno e isolado). Tipos de substrato. (BC) Biodetrito de coral; (CM) Colônia morta; (CV) Colônia viva.

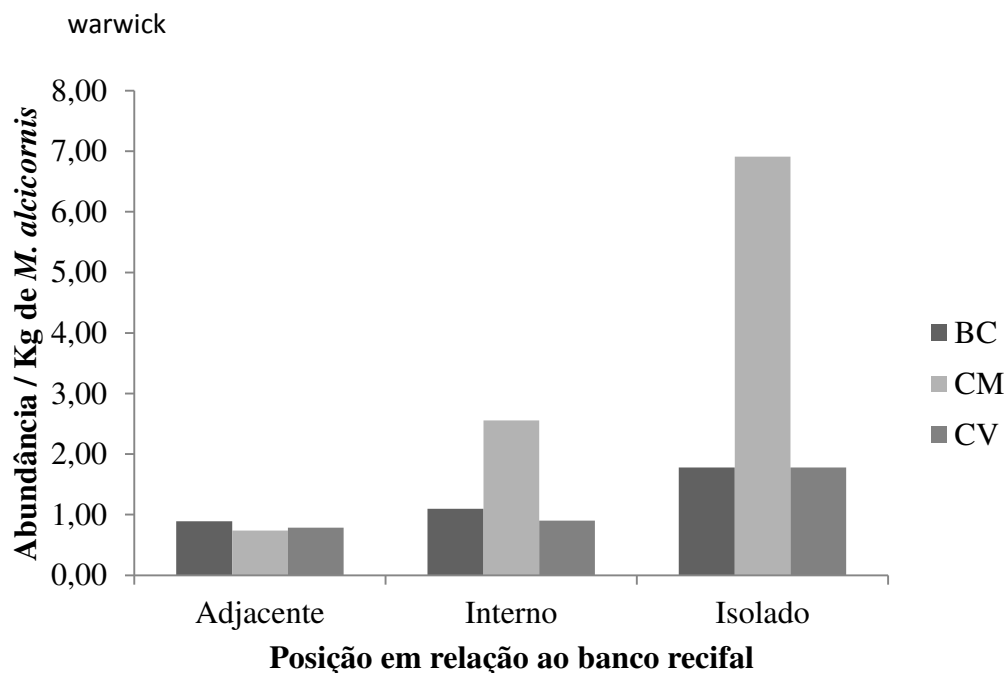


Fig. 5 Abundância relativa dos crustáceos encontrados no coral de fogo *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 coletados no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia. Posições em relação ao banco recifal (adjacente, interno e isolado). Tipos de substrato. (BC) Biodetrito de coral; (CM) Colônia morta; (CV) Colônia viva.

Colônias mortas exibiram maior riqueza, abundância relativa e dominância de espécies entre os substratos analisados. A maior diversidade e equabilidade foram observadas em biodetrito de coral (Tabela 2). A maior riqueza e abundância relativa foram encontradas nos recifes isolados. Maior diversidade e equabilidade em recifes adjacentes e maior dominância nos recifes internos (Tabela 3). Registrou-se variações nos resultados da estimativa da riqueza de espécies conforme o índice de Chao 1. Contudo, ao comparar as abundâncias e riquezas em relação à posição recifal foram observadas diferenças significativas (Tabela 4). Enquanto que, abundâncias e riquezas em relação aos três tipos de substrato, não foram observadas diferenças significativas (Tabela 5).

Tabela 2. Medidas e índices de diversidade, equabilidade e dominância nos três tipos de substrato do coral-de-fogo *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 coletados no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia. (CM) colônia morta; (CV) colônia viva; (BC) biodetrito de coral.

| | CM | CV | BC |
|--------------------|------|------|------|
| Riqueza | 34 | 24 | 24 |
| Abundância* | 7 | 3 | 2 |
| Simpson (1-D) * | 0,87 | 0,91 | 0,92 |
| Shannon (H) * | 2,67 | 2,74 | 2,81 |
| Equabilidade (J) * | 0,76 | 0,86 | 0,88 |
| Berger-Parker* | 0,32 | 0,20 | 0,20 |

*Indivíduos por quilo de *Millepora alcicornis*.

Tabela 3. Medidas e índices de diversidade, equabilidade e dominância nos três tipos de substrato do coral-de-fogo *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 coletados no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia. Posições em relação ao banco recifal (adjacente, interno e isolado).

| | Adjacente | Interno | Isolado |
|--------------------|-----------|---------|---------|
| Riqueza | 24 | 21 | 40 |
| Abundância* | 0,82 | 1,47 | 3,11 |
| Simpson (1-D) * | 0,94 | 0,84 | 0,89 |
| Shannon (H) * | 3,00 | 2,36 | 2,85 |
| Equabilidade (J) * | 0,95 | 0,77 | 0,77 |
| Berger-Parker* | 0,11 | 0,35 | 0,28 |
| Chao-1* | 42 | 35 | 55 |

*Indivíduos por quilo de *Millepora alcicornis*.

Tabela 4. Anova bifatorial comparando abundâncias em relação aos três tipos de substrato (colônia morta, colônia viva e biodetrimento de coral) e a posição recifal (interno, adjacente e isolado) de *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 coletados no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia.

| | SQ | Df | MSQ | F | p |
|-----------|---------|----|---------|--------|----------|
| Substrato | 0.1884 | 2 | 0.09422 | 3.326 | 0.05387 |
| Posição | 0.7111 | 2 | 0.3555 | 12.55 | 0.000207 |
| Interação | 0.06704 | 4 | 0.01676 | 0.5916 | 0.6721 |
| Dentro | 0.6516 | 23 | 0.02833 | | |
| Total | 1.508 | 31 | | | |

Tabela 5. Anova bifatorial comparando riquezas em relação aos três tipos de substrato (colônia morta, colônia viva e biodetrimento de coral) e a posição recifal (interno, adjacente e isolado) de *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 coletados no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia.

| | SQ | df | MSQ | F | p |
|-----------|--------|----|---------|--------|----------|
| Substrato | 0.1445 | 2 | 0.07224 | 1.488 | 0.2459 |
| Posição | 0.6004 | 2 | 0.3002 | 6.184 | 0.006823 |
| Interação | 0.138 | 4 | 0.0345 | 0.7108 | 0.5926 |
| Dentro | 1.165 | 24 | 0.04854 | | |
| Total | 2.054 | 32 | | | |

Tanto a análise de correspondência destendenciada - DCA (Figura 6A) quanto o cluster (Figura 6B) mostraram a segregação dos pontos amostrais em relação à posição no banco recifal. A DCA que agrupa os pontos em relação aos tipos de substrato distinguiu três grupos, formados por cada tipo de substrato (Figura 7).

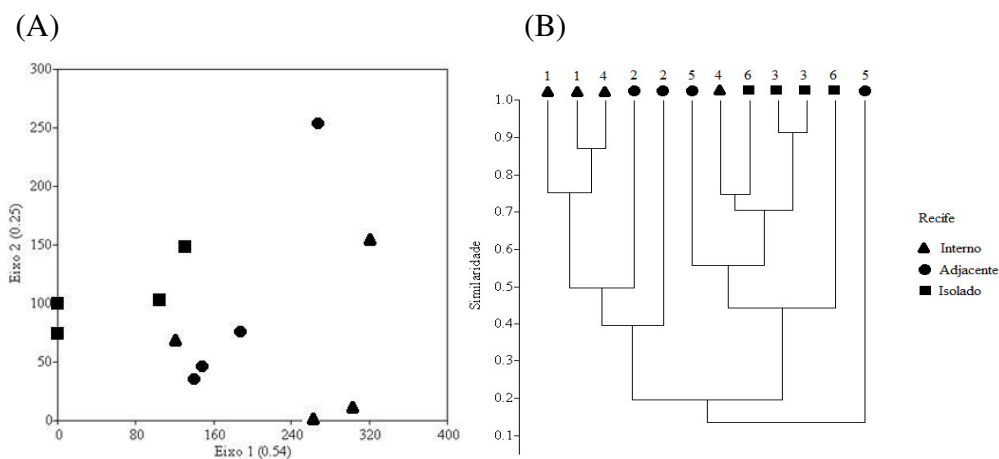


Fig. 6. Técnicas multivariadas de ordenação. (A) Análise de correspondência destendenciada (DCA); (B) Agrupamento Cluster UPGMA. Dos crustáceos encontrados no coral de fogo *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 coletados no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia. Cada símbolo corresponde a um ponto e uma posição em relação ao banco recifal (2 e 5 adjacente; 1 e 4 interno; 3 e 6 isolado).

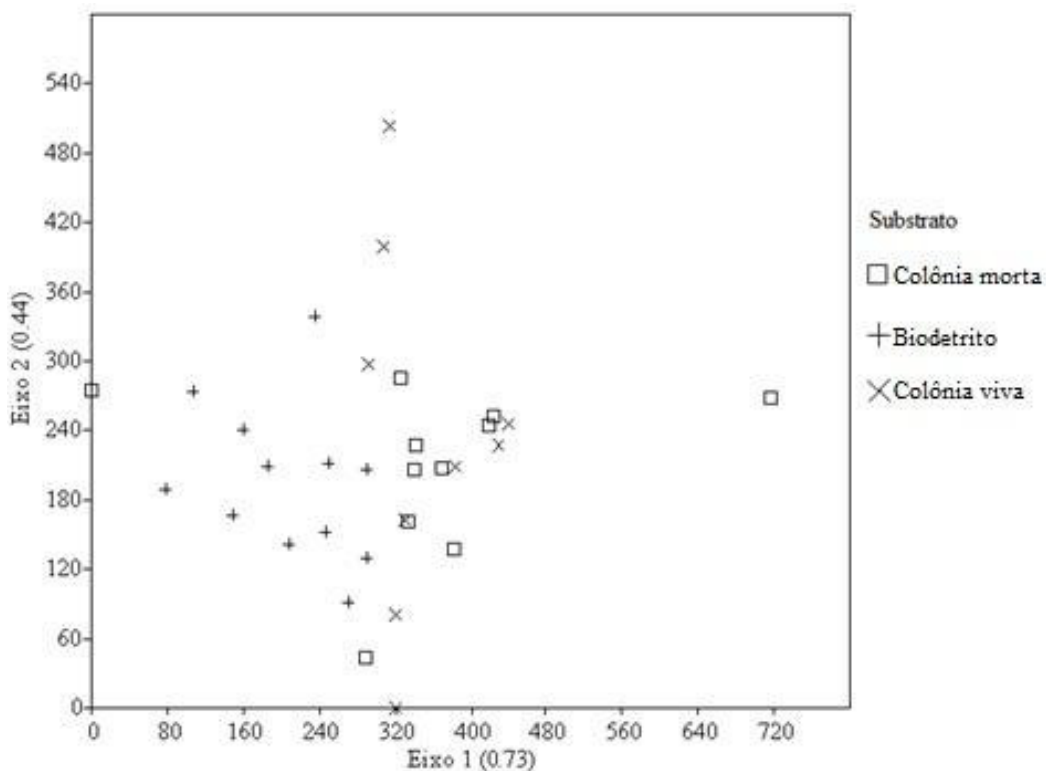


Fig. 7. Análise de correspondência destendenciada (DCA) dos crustáceos encontrados no coral de fogo *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 coletados no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia. Cada símbolo corresponde a um tipo de substrato. (CM) Colônia morta; (BC) Biodetrito de coral; (CV) Colônia viva.

Das 50 espécies encontradas, 16 acumularam 80% da abundância total e foram consideradas descritoras da comunidade (Figura 8). Dessas, seis são Porcellanidae, cinco Alpheidae, três Majidae, um Upogebiidae e um Panopeidae.

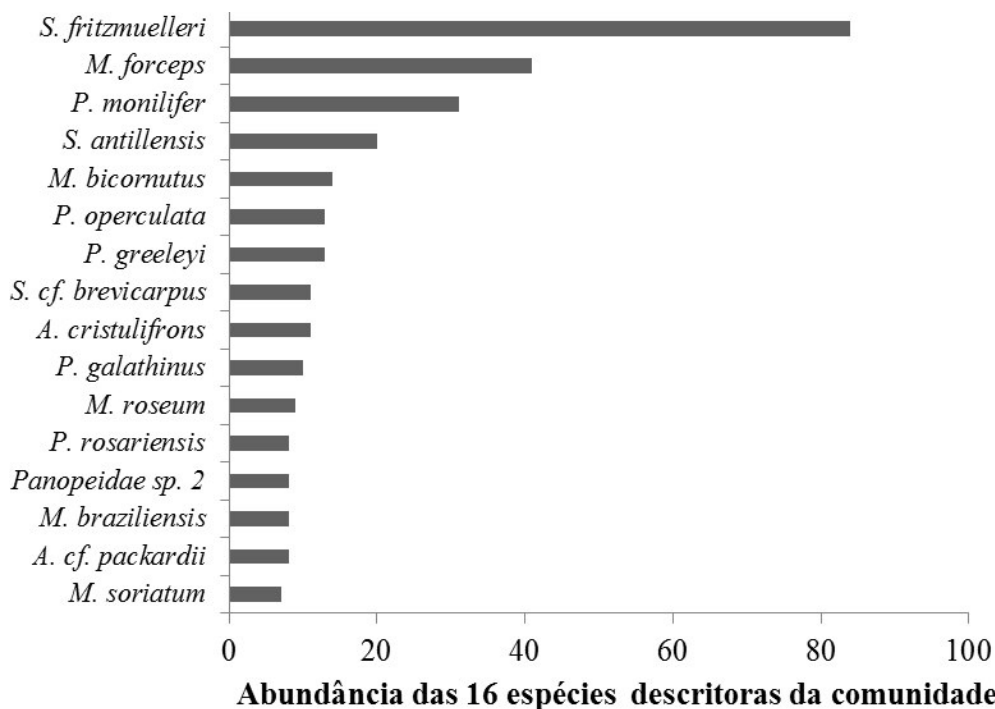


Fig. 8. Abundância das 16 espécies de crustáceos decápodos descritoras da comunidade encontrada no coral de fogo *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 coletados no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia.

4.7 DISCUSSÃO

Uma elevada heterogeneidade espacial em um habitat aumenta o número de abrigos e locais de alimentação, o que poderia resultar no aumento do número de espécies encontradas (Abele, 1974). Fragmentos de corais vivos e mortos são estruturas rugosas, ricas em fendas, sulcos e outros espaços estreitos, essa diversificação de substratos permite que mais espécies possam coexistir com o uso diferencial de cada substrato. Enquanto uma espécie pode utilizar um substrato como abrigo, outra pode utilizá-lo como local de alimentação e outra como fonte de nutrição.

Neste estudo é descrita, de forma inédita, a estrutura da comunidade de decápodos associada a três diferentes substratos coralíneos (colônia morta, viva e biodetrimento de coral) de *Millepora alcicornis*. Estudos quantitativos anteriores (e.g.,

Castro *et al.*, 2006; Garcia *et al.*, 2008;2009) consideraram comunidades associadas apenas a colônias vivas deste coral. Além disso, a definição de um grupo (decápodos) no presente estudo permitiu atingir uma maior resolução taxonômica.

As famílias Alpheidae e Porcellanidae foram predominantes nos três substratos estudados. Resultado semelhante foi obtido por Young (1986) em corais escleractíneos da Paraíba, nordeste do Brasil, onde o autor encontrou maior quantidade de espécies de Alpheidae e espécimes de Porcellanidae.

Camarões alfeídeos são relatados frequentemente como componentes da criptofauna em uma ampla variedade de microhabitats como esponjas, equinodermos e corais (Bauer, 2004). Vivem em fendas estreitas nos corais e geralmente apresentam corpo achatado dorsoventralmente ou comprimido lateralmente, o que permite um melhor deslocamento através dos espaços confinados nos hospedeiros (Bauer, 2004). Caranguejos porcelanídeos também são encontrados em diversos tipos de habitats como embaixo de rochas, em tubos de poliquetos e fendas em recifes de coral (Rodríguez *et al.*, 2005). Seu corpo achatado dorsoventralmente provavelmente os favorece na colonização destes habitats (Rodríguez *et al.*, 2005). No presente estudo, os alfeídeos mais abundantes foram *Synalpheus fritzmuelleri* Coutière, 1909 e *Synalpheus antillensis* Coutière, 1909. A dominância do camarão *Synalpheus fritzmuelleri* entre os decápodos coletados em *Millepora alcicornis*, foi relatada por Garcia *et al.* (2008) no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Entre os porcelanídeos as espécies mais abundantes foram *Pachycheles monilifer* (Dana, 1852) e *Pachycheles greeley* (Rathbun, 1900).

A maior riqueza de crustáceos foi encontrada em colônia morta de *M. alcicornis*. Decápodos estão aptos a viverem em corais mortos, pois, o fato destes não possuírem células de defesa (cnidócitos) e conterem incrustações por algas e esponjas, favoreceriam os processos de colonização. De acordo com Coles (1980), que estudou a diversidade de decápodos associados às porções vivas e mortas do coral *Pocillopora meandrina* Dana, 1846 em Oahu, no Haváí, parece existir uma fauna de decápodos altamente diversificada, menos específica e facultativamente associada ao coral morto. Por outro lado, em coral vivo obteve-se a menor riqueza, mas, uma maior especificidade. Algumas espécies utilizam o muco produzido pelos corais como fonte de alimento tal como *Domecia acanthophora acanthophora* (Desbonne & Schramm, 1867), (Patton, 1967), justificando a especificidade dessa por corais vivos. Essa espécie mantém uma relação específica com *Millepora alcicornis* (Garcia *et al.*, 2008; Giraldes *et al.*, 2012; Santos *et al.*, 2012) e possivelmente também se alimenta do seu muco.

As diferenças observadas nos descritores de comunidade não foram estatisticamente significativas entre os três tipos de substratos analisados, entretanto, a análise de correspondência destendenciada revelou a formação de grupos. Em biodetrito de coral observou-se uma assembleia distinta da que ocorre em colônias vivas e colônias mortas. De acordo com o SIMPER, as principais espécies diagnósticas em biodetrito de coral foram *Mithraculus forceps* (A. Milne-Edwards, 1875), *Pomatogebia operculata* (Schmitt, 1924) e *Alpheus* cf. *packardii* Kingsley, 1880 e em colônias vivas e mortas *Synalpheus fritzmuelleri*, *Pachycheles monilifer* e *Synalpheus antillensis*.

A estrutura da comunidade de decápodos varia em relação à sua localização no recife e a variação da profundidade. Nos recifes internos localizados em áreas mais rasas, *Mithraculus forceps* dominou. A dominância desta espécie entre caranguejos braquiúros foi relatada por Gaeta *et al.* (2011) nas ilhas costeiras de Santa Catarina. O estágio larval curto, alta taxa de sobrevivência de juvenis e crescimento rápido são alguns fatores que podem explicar o predomínio de *Mithraculus forceps* em áreas rasas (Rhyne *et al.*, 2005). O pequeno número de espécies e a elevada dominância podem estar relacionados com a turbulência gerada por ondas e marés em regiões rasas. Nos recifes isolados situados a maiores profundidades e condições menos energéticas, observou-se a maior riqueza e a maior abundância. As principais espécies encontradas foram *Synalpheus fritzmuelleri*, *Pachycheles monilifer* e *Pachycheles greeleyi*. Nos recifes adjacentes, localizado em profundidades intermediárias, observou-se a maior diversidade sendo *Mithraculus forceps*, *Panopeidae* sp. 2 e *Megalobrachium soriatum* (Say, 1818) as espécies mais representativas.

No presente estudo, *Ctenocheloides almeidai* Anker & Pachelle (2013) com distribuição conhecida apenas para a localidade-tipo, Maceió, Alagoas, nordeste do Brasil, teve sua distribuição ampliada para Porto Seguro.

A distribuição das espécies é influenciada por um complexo de variáveis difícil de descrever. Para decápodos em corais de *Millepora alcicornis*, a diferença morfológica dos substratos coralíneos, assim como a posição em relação ao banco recifal são fatores importantes. Contudo, no presente estudo, a distribuição espacial foi o fator que melhor permitiu distinguir grupos e analisar seus padrões de distribuição.

5. AGRADECIMENTOS

À Rede de pesquisa Coral Vivo, pela aprovação do projeto e por todo apoio logístico durante os trabalhos de campo. À FAPESB (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia) (PPP0073/2010) e à Universidade Estadual de Santa Cruz (00220.1100.590) pelo financiamento do projeto “Diversidade de Crustáceos Decápodos Marinhos e Estuarinos do Sul da Bahia, Brasil”. À Letícia Magalhães Fernandes, Irlanda Matos e Jemilli Castiglioni Viaggi pelo apoio durante as amostragens. À CAPES pela concessão das bolsas de estudos a P.S. Santos e G.O. Soledade. O material foi coletado com a permissão do ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade), Nº. 24408-1 MMA/IBAMA/SISBIO para AOA e da Prefeitura Municipal de Porto Seguro.

6. REFERÊNCIAS

- Abele L.G.** (1974) Species diversity of decapod crustaceans in marine habitats. *Ecology* 55, 156 – 161.
- Abele L.G. and Patton W.K.** (1976) The Size of Coral Heads and the Community Biology of Associated Decapod Crustaceans. *Journal of Biogeography* 3, 35 – 47.
- Alves D.F.R., Cobo V J and Melo G.A.S** (2006) Extension of the geographical distribution of some brachyuran and porcellanid decapods (Crustacea) to the coast of the State of São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 23, 1280 – 1283.
- Amaral F.M.D., Steiner A.Q., Broadhurst M. and Cairns S.D.** (2008) An overview of the shallow-water calcified hydroids from Brazil (Hydrozoa: Cnidaria), including the description of a new species. *Zootaxa* 1930, 56 – 68.
- Anker A. and Pachelle P.P.G.** (2013) *Ctenocheloides almeidai* sp. nov., a new ghost shrimp from Brazil (Decapoda, Ctenochelidae). *Zootaxa* 3613, 482 – 492.
- Bauer R.J.** (2004) *Remarkable shrimps: Adaptations and natural history of the carideans*. University of Oklahoma Press.
- Boschma H.** (1948) The species problem in *Millepora*. *Zoologische Verhandelingen* 1, 1 – 115.
- Castro, C.S., Monroy M.L. and Solano, O.D.** (2006) Estructura de la comunidade epifaunal asociada a colonias de vida libre Del hidrocoral *Millepora alcicornis* Linnaeus 1758 em Bahía Portete, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 35, 195– 206.
- Clarke K.R. and Warwick R.M.** (1994) *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory.
- Castro C.B.** (2000) Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha: Recifes de coral. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/parnaabrolhos/>. Acesso em: 16 jul. 2012.
- Coles S.L.** (1980) Species diversity of decapods associated with living and dead reef coral *Pocillopora meandrina*. *Marine Ecology Progress Series* 2, 281 – 291.
- Coni E.O.C., Ferreira C.M., Moura R.L., Meirelles P.M., Kaufman L. and Francini-Filho R.B.** (2012) An evaluation of the use of branching fire-corals (*Millepora* spp.) as refuge by reef fish in the Abrolhos Bank, eastern Brazil. *Environmental Biology of Fishes* 96, 45 – 55.

Costa Jr. O.S., Attrill M.J., Pedrini A.G. and De-Paula J.C. (2002) Spatial and seasonal distribution of seaweeds on coral reefs from Southern Bahia, Brazil. *Botanica Marina* 45, 346 – 355.

De Grave S., Pentcheff N.D., Ahyong S.T., Chan T.Y., Crandall K.A., Dworschak P.C., Felder D.L., Feldmann R.M., Franssen C.H.J.M., Goulding L.Y.D., Lemaitre R., Low M.E.Y., Martin J.W., Ng P.K.L., Schweitzer C.E., Tan S.H., Tshudy D. and Wetzer R. (2009) A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans *Raffles Bulletin of Zoology Supplement* 21, 1–109.

Edmunds P.J. (1999) The role of colony morphology and substratum inclination in the success of *Millepora alcicornis* on shallow coral reefs. *Coral Reefs* 18, 133 – 140.

Enochs I.C. and Hockensmith G. (2008) Effects of coral mortality on the community composition of cryptic metazoans associated with *Pocillopora damicornis*. *Proceedings of the Eleventh International Coral Reef Symposium, Ft. Lauderdale, Florida, 7 – 11 July, Session number 26*. Florida: pp. 1368–1372.

Gaeta J.C., Faria Jr E., Aguiar M.M. and Freire A.S. (2011) The use of a non-destructive method to estimate the abundance of brachyuran crabs (Crustacea, Decapoda) in coastal islands of a marine protected area. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 6, 264 – 272.

Garcia T.M., Matthews-Cascon H. and Franklin-Junior W. (2008) Macrofauna associated with branching fire coral *Millepora alcicornis* (Cnidaria: Hydrozoa). *Thalassas* 24, 11 – 19.

Garcia T.M., Matthews-Cascon H. and Franklin-Junior W. (2009) *Millepora alcicornis* (Cnidaria: Hydrozoa) as substrate for benthic fauna. *Brazilian Journal of Oceanography* 57, 153 – 155.

Giraldes B.W., Coelho Filho P.A. and Coelho P.A. (2012) Composition and spatial distribution of subtidal Decapoda on the “Reef Coast”, northeastern Brazil, evaluated through a low-impact visual census technique. *Nauplius* 20, 187 – 201.

Glynn P.W. (1976) Some physical and biological determinants of coral community structure in the eastern Pacific. *Ecology Monographs* 46, 431– 456.

Glynn P.W. (1991) Coral reef bleaching in the 1980s and possible connections with global warming. *Tree* 6, 175 – 179.

Glynn P.W. (2013) Fine-Scale Interspecific Interactions on Coral Reefs: Functional Roles of Small and Cryptic Metazoans. *Smithsonian Contributions to the Marine Sciences* 229 – 248.

Grajal A.P. and Laughlin R.G. (1984) Decapod crustaceans inhabiting live and dead colonies of three species of *Acropora* in the Roques Archipelago, Venezuela. *Bijdragen tot de Dierkunde* 54, 220 – 230.

Kelmo F. and Santa-Isabel L.M. (1998) The athecate hydroids (Cnidaria, Hydrozoa) from Northern Bahia, Brazil. *Revista de Biologia Neotropical* 5, 61 – 72.

Leão Z.M.A.N. (1994) Os recifes de coral do Sul da Bahia. In Hetzel, B. and Castro, C.B. (eds.) *Corais do Sul da Bahia*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, pp. 151– 160.

Leão Z.M.A.N. and Dominguez J.M.L. (2000) Tropical Coast of Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 41, p. 112 – 122.

Leão Z.M.A.N., Kikuchi R.K.P. and Testa V. (2003) Corals and coral reefs of Brazil. *Latin America Coral Reefs* 9 – 52.

Lewis J.B. (1989) The ecology of *Millepora*. *Coral Reefs* 8, 99 – 107.

Lewis J.B. (2006) Biology and ecology of the hydrocoral *Millepora* on coral reefs. *Advances in Marine Biology* 50, 1 – 55.

Martínez-Iglesias J.C. and J.E García-Raso (1999) The crustacean decapod communities of three coral reefs from the southwestern Caribbean Sea of Cuba: Species composition, abundance and structure of the communities. *Bulletin of Marine Science* 65, 539 – 557.

Patton W.K. (1967) Studies on *Domecia acanthophora*, a commensal crab from Puerto Rico, with particular reference to modifications of the coral host and feeding habits. *Biological Bulletin* 132, 56 – 67.

Pratchett M. and Vytopil E. (2000) Coral crabs influence the feeding patterns of crown-of-thorns starfish. *Coral Reefs* 19, 36.

Rhyne A.L., Penha-Lopes G. and Lin J. (2005) Growth, development, and survival of larval *Mithraculus sculptus* (Lamarck) and *Mithraculus forceps* (A. Milne Edwards) (Decapoda: Brachyura: Majidae): economically important marine ornamental crabs. *Aquaculture* 245, 183 – 191.

Rodríguez I.T., Hernández G. and Felder D.L. (2005) Review of the Western Atlantic Porcellanidae (Crustacea: Decapoda: Anomura) with new records, systematic observations, and comments on biogeography. *Caribbean Journal of Science* 41, 544 –582.

Santos P.S., Soledade G.O. and Almeida A.O. (2012) Decapod crustaceans on dead coral from reef areas on the coast of Bahia, Brazil. *Nauplius* 20, 145 – 169.

Seoane J.C.S., Arantes R.C.M., Castro C.B., Tedesco E.C. and Lopes L.S. (2009) Atlas Físico do Parque Municipal Marinho do Recife de Fora. Projeto

Coral Vivo/Associação Amigos do Museu Nacional, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://coralvivo.org.br/publicacoes/atlas-do-mapeamento-fisico-do-recife-de-fora/>. Acesso em: 05 jul. 2012.

Young P.S. (1986) Análise quantitativa e qualitativa da fauna associada a corais hermatípicos (Coelenterata, Scleractinia) nos recifes de João Pessoa, Paraíba. *Revista Brasileira de Biologia* 46, 99 – 126.

Zar J.H. (1999) *Biostatistical Analysis*. 4th ed. Prentice Hall, New Jersey.

7. Normas para submissão de manuscrito no Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom.