

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 04/06/2020.

HELLEN CERIELLO

Relações interespecíficas: diversidade, métodos de ancoragem e hábitos alimentares associados aos tubos de espécies de Ceriantharia (Cnidaria; Anthozoa)

**ASSIS
2018**

HELLEN CERIELLO

Relações interespecíficas: diversidade, métodos de ancoragem e hábitos alimentares associados aos tubos de espécies de Ceriantharia (Cnidaria; Anthozoa)

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Letras, Assis, para a obtenção do título de Mestra em Biociências (Área de Conhecimento: Caracterização e Aplicação da Diversidade Biológica).

Orientador: Sérgio Nascimento Stampar

Bolsista: FAPESP número de processo 2016/00689-7 e 2017/07870-1

**ASSIS
2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca da F.C.L. – Assis – Unesp

C415r	<p>Ceriello, Hellen</p> <p>Relações interespecíficas: diversidade, métodos de ancoragem e hábitos alimentares associados aos tubos de espécies de Ceriantharia (Cnidaria; Anthozoa) / Hellen Ceriello. Assis, 2018. 69p.: il.</p> <p>Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Letras, Assis Orientador: Dr. Sérgio Nascimento Stampar</p> <p>1.Simbiose. 2. Zoologia. 3. Invertebrados marinhos.4. Biodiversidade marinha. I. Título.</p> <p>CDD 592.092</p>
-------	---



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: RELAÇÕES INTERESPECÍFICAS: DIVERSIDADE, MÉTODOS DE ANCORAGEM E HÁBITOS ALIMENTARES ASSOCIADOS AOS TUBOS DE ESPÉCIES DE CERIANTHARIA (CNIDARIA; ANTHOZOA)

AUTORA: HELLEN CERIELLO

ORIENTADOR: SÉRGIO NASCIMENTO STAMPAR

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em BIOCÊNCIAS, área: CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. SÉRGIO NASCIMENTO STAMPAR
Depto. de Ciências Biológicas / UNESP/ASSIS



Prof. Dr. ANDRÉ CARRARA MORANDINI
Departamento de Zoologia / USP/SÃO PAULO



Prof. Dr. GUSTAVO MUNIZ DIAS
Universidade Federal do ABC / UFABC/SÃO PAULO

Assis, 04 de junho de 2018

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus Ophélios que tanto amo: “[...] talvez você não veja nada neles. E eu vejo tudo neles; e é quando a imagem deles não está por perto que eles se fazem mais presentes em meu trabalho.” (Oscar Wilde)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) por ter visto potencial em meu projeto de pesquisa e por tê-lo financiado tanto no Brasil quanto no exterior, auxiliando na busca por dados muito mais concisos que puderam ser adicionados a este trabalho, tornando-o melhor.

Agradeço muito ao meu orientador, Sérgio N. Stampar (Mestre dos Magos) por ter tido a enorme paciência em me orientar e por ter me orientado como só ele poderia: com bom humor, ótimas críticas, sinceridade, boa vontade e nunca permitindo que eu apresentasse ou entregasse um trabalho ruim ou meia-boca. Obrigada pelas paçocas que tanto adoçaram meus longos dias no laboratório, mas, principalmente pelos Pingos-de-leite. Obrigada por me incentivar e acreditar que eu poderia ir mais longe; bem mais longe (Noruêga).

Obrigada, Celine Lopes (Bad), por suas correções duras e sugestões chatas que muito melhoraram a qualidade de todos os capítulos contidos nessa dissertação. Obrigada pela paciência, por me ouvir e por me suportar em meio às minhas crises. Obrigada por ser minha irmã por escolha, minha mini família, por estar comigo na alegria e na tristeza, na pobreza e na pobreza, por dividir comigo seus ovos de codorna cozidos que eu aprendi a gostar, por seus escorregões durante as faxinas que muito animaram meus dias ao som de Tarraxinha, mas principalmente por me apresentar a doce e inebriante polpa de mangába.

Obrigada, Matheus Fitipaldi Batistela, pela nossa comunhão regada a assuntos muito pertinentes e relevantes para a minha distração em meio a loucura que é escrever uma dissertação.

Tioto, Gustavo, Petróquio, Déh, Guilherme, Maria, obrigada pelo amor e aconchego que me mantiveram serena para continuar quando as coisas ficaram difíceis. Obrigada pelas mensagens, vídeos e ligações que nos mantiveram próximos. Wilson, obrigada por me abrigar e por nunca deixar o Toddy e o leite faltarem nos cafés-da-manhã. Obrigada à Tia Jaci pelo carinho e pelas orações.

Gaby Brandão Sassoni, obrigada por ser a melhor amiga que eu poderia ter! Por se interessar pelo que eu faço, por aprontar comigo mesmo à distância, por não desistir de mim mesmo estando tão ausente fisicamente. Por sempre estar lá quando eu mais preciso ou só pelo fato de estar; precisando ou não.

Mãe e Pai, é por vocês que faço tudo que faço e este Mestrado não poderia ter sido diferente. Esta dissertação inteira é para vocês. Cada página, cada frase, cada palavra (até as que vocês não entenderem). Amo vocês.

MUITO OBRIGADA!

CERIELLO, Hellen. **Relações interespecíficas: diversidade, métodos de ancoragem e hábitos alimentares associados aos tubos de espécies de Ceriantharia (Cnidaria; Anthozoa)**. 2018. 69p. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Biociências). – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Letras, Assis, 2018.

RESUMO

O filo Cnidaria é caracterizado por animais em cujos tecidos encontram-se células tóxicas denominadas cnidócitos. Devido à liberação de substâncias tóxicas, os cnidários apresentam poucas associações com outras espécies, entretanto as associações mais conhecidas são frequentemente descritas como obrigatórias ou comensais facultativas. Um dos grupos deste filo, Ceriantharia, é representado por membros genericamente conhecidos por ceriantários ou anêmonas-de-tubo cuja característica mais marcante é a presença de uma secreção celular única (pticocisto) que auxilia na construção de um tubo, sintetizado pelo próprio animal, que fica inserido no substrato e abriga o animal. Embora existam estudos quanto ao histórico, taxonomia e posição sistemática, análises moleculares e morfológicas e ciclo de vida, estudos a respeito de associações interespecíficas ocorrendo em tubos de ceriantários são escassos. Logo, pouco se conhece sobre essas associações bem como os métodos que as espécies utilizam para se ancorarem aos tubos desses animais. Sendo assim, esse estudo elencou espécies que ocorrem em tubos de Ceriantharia, abordando principalmente os métodos de ancoragem e hábitos alimentares envolvidos nas relações observadas. Os tubos de 8 espécies de ceriantários foram analisados, fornecendo dados quanto a associações de Annelida, Crustacea e Mollusca aos tubos.

PALAVRAS-CHAVE: associações simbióticas. Simbiose. Invertebrados marinhos. Taxonomia.

CERIELLO, Hellen. **Interspecific relationships: diversity, anchoring methods and feeding habits associated to the tubes of Ceriantharia species (Cnidaria; Anthozoa)**. 2018. 69p. Dissertation (Masters in Biosciences). São Paulo State University (UNESP), School of Sciences, Humanities and Languages, Assis, 2018.

ABSTRACT

The phylum Cnidaria is characterized by animals that carry stinging cells named cnidocytes in their tissues. Due to the release of toxic substances, cnidarians have few associations with other species, however mostly known associations are often described as mandatory or optional commensalism. One of the groups in this phylum, Ceriantharia, is represented by members generally known as ceriantharians or tube-dwelling anemones whose most remarkable feature is the presence of a peculiar cell secretion (ptychocyst) that supports the construction of a tube, synthesized by the animal itself, and inserted into the substrate, lodging the animal. Although there are some studies concerning the history, taxonomy and systematic position, molecular and morphological analyzes and life-cycle, studies regarding interspecific associations occurring with ceriantharian tubes are scarce. Thus, little is known about these associations as well as the methods that the species use in order to anchor on these tubes. Thereby, this study listed species occurring in ceriantharian tubes mainly discussing the anchoring methods and feeding habits involved in the associations observed. The tubes of 8 Ceriantharia species were analyzed, yielding data about interactions with Annelida, Crustacea and Mollusca to the tubes.

KEYWORDS: marine invertebrates. Symbiosis. Symbiotic associations. Taxonomy.

SUMÁRIO

Introdução	12
Objetivos	15
Capítulo 1. CONCHAS DE MOLLUSCA EM TUBOS CERIANTÁRIOS (CNIDARIA; ANTHOZOA)	17
Resumo.....	17
Abstract.....	18
Introduction.....	19
Material and Methods.....	20
Results.....	20
<i>Gastropods</i>	22
<i>Bivalves</i>	25
Discussion.....	26
Acknowledgements.....	28
References.....	28
Capítulo 2. VIVENDO NO TUBO: PERACARIDA NOS TUBOS DE CERIANTHARIA (CNIDARIA; ANTHOZOA)	31
Resumo.....	31
Abstract.....	32
Introduction.....	33
Material and Methods.....	34
<i>Sampling and Preservation</i>	34
<i>Identification</i>	35
Results.....	35
<i>Description of the tubes and associations</i>	36
<i>Ceriantheomorphe brasiliensis</i>	36
<i>Ceriantheopsis lineata</i>	38
<i>Isarachnanthus nocturnus</i>	38
Discussion.....	38
Acknowledgements.....	41
References.....	41
Capítulo 3. COLONIALISMO EM CERIANTHARIA (CNIDARIA; ANTHOZOA)	44
Resumo.....	44
Abstract.....	45
Introduction.....	46
Material and Methods.....	46
Results and Discussion.....	47
Acknowledgements.....	49
References.....	49
Capítulo 4. VIVENDO NUMA CASA ARDENTE: POLIQUETA EM TUBOS CERIANTÁRIOS (CNIDARIA; CERIANTHARIA)	51
Resumo.....	51
Abstract.....	52
Introduction.....	53
Material and Methods.....	54

Results	56
Discussion	59
<i>Energetic cost to hard substrata specimens when associated with ceriantharian tubes</i>	59
<i>Mechanisms that enable the anchoring on the ceriantharian tube</i>	60
<i>Mobility in the tube</i>	60
<i>Ceriantharian tube as an alternative substrate</i>	60
<i>Tubicolous worms and ceriantharian tubes</i>	61
<i>Hiding, feeding and protection</i>	61
<i>Camouflage and mimicry</i>	62
<i>Symbiotic associations</i>	63
Acknowledgements	63
References	64
Conclusão geral	67
Referências	68

INTRODUÇÃO

O filo Cnidaria é caracterizado por animais em cujos tecidos encontram-se células urticantes denominadas cnidócitos. Esse filo é dividido em dois grandes subfilos, Anthozoa e Medusozoa, e nele são incluídas as hidras, águas-vivas, anêmonas-do-mar e corais (Daly et al. 2007; Stampar et al., 2014). A classe Anthozoa, único agrupamento no subfilo Anthozoa, é o maior grupo do filo, abrangendo mais de seis mil espécies de animais (Daly et al. 2007). Todos os representantes desse grupo apresentam formas polipoides sem estágio medusoide em seu ciclo de vida, podendo ser tanto coloniais quanto solitários. A história evolutiva dessa classe ainda é motivo de muita disputa, sendo que três grupos são claramente reconhecidos, Ceriantharia, Hexacorallia e Octocorallia (Kayal et al. 2013; Stampar et al. 2014).

Ceriantharia é representado por membros genericamente conhecidos por ceriantários ou anêmonas-de-tubo (Daly et al. 2007) que exibem formato corporal alongado, cilíndrico e levemente pigmentado. São solitários, semi-sésseis, hermafroditas com fecundação externa e habitam fundos marinhos onde seus corpos são alojados em tubos (secretados por eles mesmos) enterrados em meio aos sedimentos (Kim & Huys 2012) (Fig. 1). Atualmente, estima-se que esse grupo seja composto por 85 espécies (Molodtsova 2004; Stampar 2015a).

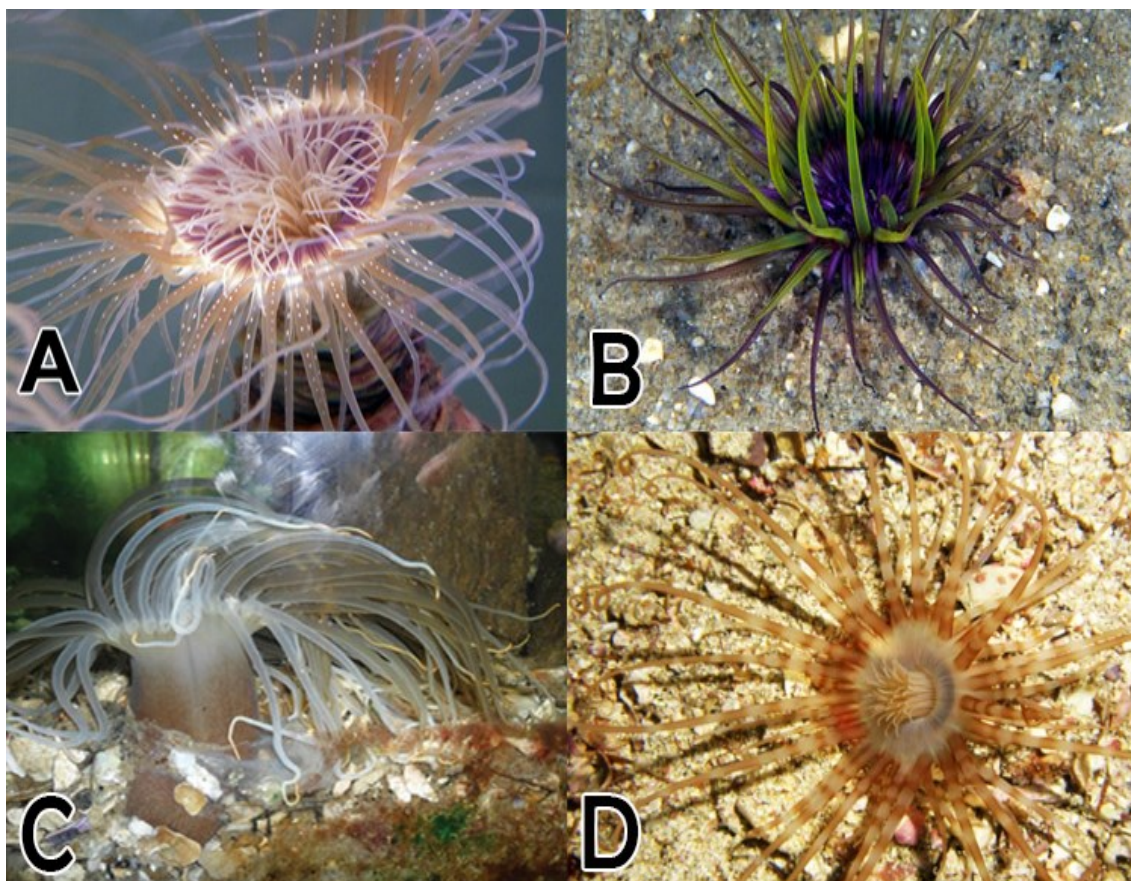


Fig 1. Alguns membros de Ceriantharia. **A.** *Pachycerianthus schlenzae* Stampar, Morandini and Silveira, 2014 (imagem: Sérgio N. Stampar). **B.** *Ceriantheopsis lineata* Stampar, Scarabino, Pastorino and Morandini, 2015 (imagem: Marcelo Krause). **C.** *Ceriantheomorpha brasiliensis* Carlgren, 1931 (imagem: Daphne Spier). **D.** *Isarachnanthus nocturnus* Hartog, 1977 (imagem: Arley Eishma).

Embora haja estudos sobre a taxonomia e sistemática deste grupo (ex. Stampar et al. 2014), as associações faunísticas com os tubos de Ceriantharia e os métodos necessários para ancoragem de outras espécies a eles são pouco conhecidos, assim como sua importância ecológica (Stampar et al. 2015a). Apesar disso, associações faunísticas com ceriantários não são incomuns (ex. Stampar et al. 2010; Kim & Huys 2012; Stampar et al. 2014; Vieira & Stampar 2014; Stampar et al. 2015b) e os compartes mais marcantes observados realizando essas associações são foronídeos, anfípodes e sipunculídeos (Tiffon 1987).

Associações simbióticas com cnidários nem sempre são bem definidas e suas categorias, tais como parasitismo, comensalismo, inquilinismo e mutualismo podem variar de acordo com os autores que as descreveram (Östlund-Nilsson et al. 2005; Anderson & Midgley 2007). Tais interações podem ser influenciadas tanto pela biologia dos organismos envolvidos quanto por

fatores ambientais que ao se alterarem podem impactar nas características da suposta interação (Miller et al. 2006; Schwanz 2006). Ainda assim, o hospedeiro é responsável por fornecer recursos como alimento, abrigo e proteção ao seu simbiote enquanto que esse não necessariamente lhe fornecerá algo em troca (Leung & Poulin 2008).

É comum observar invertebrados marinhos associados a estruturas rígidas que parecem ser muito adequadas às suas ancoragens (Farrapeira & Calado 2010). Entretanto, alguns estudos correlacionam o sucesso ou insucesso do estabelecimento do espécime não à estrutura em si, mas à região estrutural em que o espécime se encontra instalado (Bonaldo et al. 2004). Desta forma, a textura filamentosa e macia apresentada pelo tubo ceriantário não seria uma opção inviável para o estabelecimento de invertebrados marinhos.

A composição do tubo de Ceriantharia é essencialmente uma sobreposição de filamentos oriundos de organelas de células especializadas (pticocistos) sobrepostos e mesclados com muco aderente e, ocasionalmente, alguns sedimentos (Stampar et al. 2015a). Apesar de sua composição inconspícua, muitas espécies, tais como *Ancylomenes pedersoni* Chace, 1958 (Crustacea; Caridae), *Phoronis australis* Haswell, 1883 (Phoronida), *Stramonita brasiliensis* Claremont e D. G. Reid, 2011 (Mollusca; Gastropoda) e *Dragmacidon reticulata* Ridley e Dendy, 1886 (Porifera; Demospongiae) (Fig. 2) são encontradas nos tubos de Ceriantharia (Tiffon 1987). Consequentemente, para que essas interações ocorressem, foi necessário que as espécies associadas desenvolvessem estruturas especiais para a ancoragem (ex. Vieira & Stampar 2014).

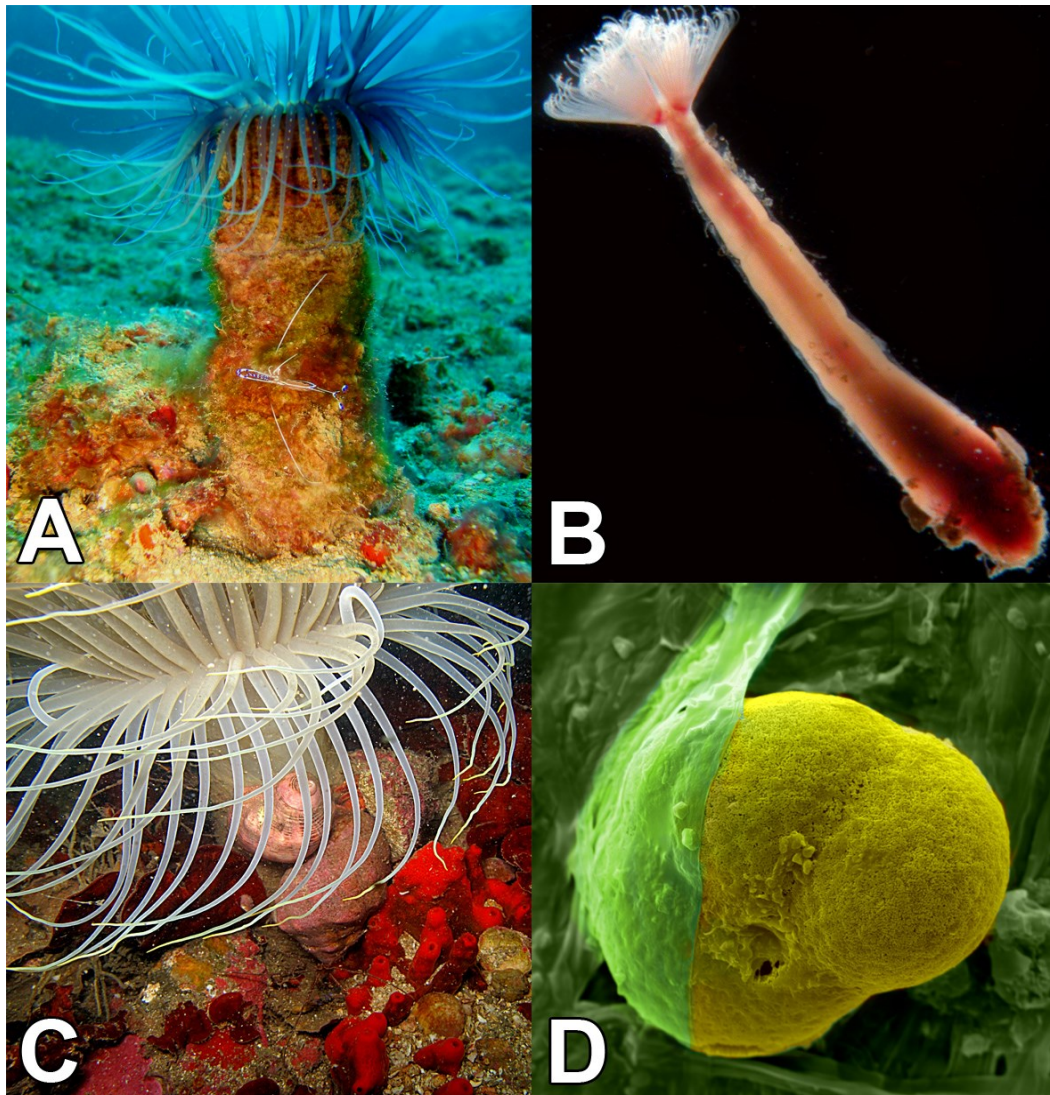


Fig 2. Organismos vivos nos tubos de Ceriantharia. **A.** *Ancylomenes pedersoni* encontrado sobre o tubo de *Pachycerianthus schlenzae*. **B.** *Phoronis australis* encontrado dentro do tubo de *Ceriantheomorphe brasiliensis* e *Ceriantheopsis lineata*. **C.** *Stramonita brasiliensis* e *Dragmacidon reticulate* encontrados sobre o tubo de *Ceriantheomorphe brasiliensis*. **D.** Foraminífero não-identificado encontrado sobre o tubo de *Pachycerianthus schlenzae*. (Imagens: Sérgio N. Stampar).

Desta forma, o foco principal neste estudo foi identificar as espécies que ocorrem em tubos de Ceriantharia e reconhecer possíveis padrões de alimentação e adaptações morfológicas que viabilizaram a ancoragem a tal estrutura.

OBJETIVOS

O objetivo geral nesse estudo foi reconhecer a diversidade e os padrões no uso dos tubos de Ceriantharia como substrato para a vida de outras espécies. De forma a atingir tal objetivo, foram delineados os seguintes objetivos específicos:

- Elencar as espécies de invertebrados que utilizam os tubos de Ceriantharia como substrato;
- Entender a forma de relação para cada espécie bem como sua maneira de ancoragem;
- Identificar a relação alimentar e/ou reprodutiva de cada espécie encontrada associada com tubos de ceriantários.

Os resultados obtidos foram organizados em capítulos que abordam as relações observadas entre grupos taxonômicos distintos encontrados associados ao tubo ceriantário.

CONCLUSÃO GERAL

Com base nos resultados obtidos, o aspecto inconspícuo e textura macia do tubo de *Ceriantharia* não aparentaram ser fatores limitantes para a ancoragem de invertebrados marinhos que, em sua grande parte, são geralmente encontrados aderidos a estruturas rígidas. Contrariamente, tal estrutura se mostrou propícia para o estabelecimento de certos grupos podendo os fornecer um substrato alternativo parcialmente livre de competição inter/intraespecífica.

Membros dos filos Annelida e Mollusca e do subfilo Crustacea possuem ou desenvolveram mecanismos de adaptação que os permitiram se ancorar ou habitar tubos ceriantários, além de também poderem utilizá-los como sítios de alimentação.

Além disso, os simbiossitos associados aos tubos podem adquirir possíveis benefícios como refúgio, abrigo, proteção e, por vezes, alimento. Em contrapartida, não foram observados ganhos ou prejuízos obtidos pelos hospedeiros ceriantários na maior parte das interações observadas. Ainda assim, a composição peculiar do tubo ceriantário lhe confere extrema maciez e flexibilidade o que o torna uma estrutura frágil e passível de sofrer danos. Contudo, a adição de conchas de moluscos às camadas do tubo o auxilia a obter maior resistência, garantindo sua integridade. Não obstante, a homocromia obtida a partir da adesão de conchas ao tubo contribui para que esse se assemelhe ao fundo marinho, permanecendo inconspícuo e praticamente imperceptível a predadores. Sendo assim, a adesão de conchas de moluscos em tubos ceriantários acarreta certos benefícios para o último.

Associar-se com o tubo de *Ceriantharia* pode ser favorável a animais que se alimentam por suspensão, como sugerido para interações envolvendo o tubo ceriantário, crustáceos e poliquetas. Os últimos podem adquirir recursos alimentares a partir de restos de comida provenientes da alimentação de seu hospedeiro ceriantário sem haver necessidade de forragearem pelo ambiente ao passo que se mantêm abrigados e protegidos.

De forma geral, ceriantários são classificados como solitários. Entretanto, em nosso estudo demonstramos que a espécie *Botrucnidifer norvegicus* é capaz de viver em colônia. Isto indica que o hábito solitário, embora aplicado para grande parte dos ceriantários, é uma exceção para *B. norvegicus*.

Ainda, por meio deste estudo foi possível realizar o primeiro registro de espécies de Crustacea e Mollusca em novas localidades antes não encontradas.

Registros como estes são importantes para auxiliar no conhecimento da biodiversidade de espécies em uma região assim como acrescentar informação quanto a disseminação de espécies.

Por fim, conclui-se que as associações mais comuns que ocorrem entre ceriantários e invertebrados marinhos tenham caráter de inquilinismo e/ou comensalismo.

REFERÊNCIAS

- Anderson B, Midgley JJ (2007) Density-dependent outcomes in a digestive mutualism between carnivorous *Roridula* plants and their associated hemipterans. *Oecologia* 152:115-120.
- Bonaldo RM, Krajewski JP, Sazima I (2004) Does the association of young fishes with jellyfishes protect from predation? A report on a failure case due to damage to the jellyfish. *Neotropical Ichthyology* 2:103-105
- Daly M, Brugler MR, Cartwright P, Collins AG, Dawson MN, Fautin DG, France SC, Mcfadden CS (2007) The phylum Cnidaria: A review of phylogenetic patterns and diversity 300 years after Linnaeus. *Zootaxa* 1668:127-182.
- Farrapeira CMR, Calado TCdS (2010) Biological features on epibiosis of *Amphibalanus improvisus* (Cirripedia) on *Macrobrachium acanthurus* (Decapoda). *Brazilian Journal of Oceanography* 58:15-22.
- Kayal E, Roure B, Philippe H, Collins AG, Lavrov DV (2013) Cnidarian phylogenetic relationships as revealed by mitogenomics. *BMC Evolutionary Biology* 13:5.
- Kim I-H, Huys R (2012) Sabelliphilidae (Copepoda: Cyclopoida) associated with the tube anemone *Pachycerianthus maua* (Carlgren) and the horseshoe worm *Phoronis australis* Haswell off New Caledonia. *Systematic parasitology* 83:51-64.
- Leung T, Poulin R (2008) Parasitism, commensalism, and mutualism: exploring the many shades of symbioses. *Vie et Milieu* 58(2):107-115.
- Miller MR, White A, Boots M (2006) The evolution of parasites in response to tolerance in their hosts: the good, the bad, and apparent commensalism. *Evolution* 60:945-956.
- Molodtsova TN (2004) On the taxonomy and presumable evolutionary pathways of planktonic larvae of Ceriantharia (Anthozoa, Cnidaria). *Hydrobiologia* 530(531): 261–266.
- Östlund-Nilsson S, Curtis L, Nilsson GE, Grutter AS (2005) Parasitic isopod *Anilocra apogonae*, a drag for the cardinal fish *Cheilodipterus quinquelineatus*. *Marine Ecology Progress Series* 287:209-216.
- Schwanz LE (2006) Schistosome infection in deer mice (*Peromyscus maniculatus*): impacts on host physiology, behavior and energetics. *Journal of Experimental Biology* 209:5029-5037.
- Stampar SN, Beneti JS, Acuña FH, Morandini AC (2015a) Ultrastructure and tube formation in Ceriantharia (Cnidaria, Anthozoa). *Zoologischer Anzeiger-A Journal of Comparative Zoology* 254:67-71.
- Stampar SN, Emig CC, Morandini AC, Kodja G, Balboni AP, Lang Da Silveira F (2010) Is there any risk in a symbiotic species associating with an endangered one? A case of a phoronid worm growing on a *Ceriantheomorpha* tube. *Cahiers de Biologie Marine* 51:205-211.
- Stampar SN, Maronna MM, Kitahara MV, Reimer JD, Morandini AC (2014) Fast-evolving mitochondrial DNA in Ceriantharia: a reflection of hexacorallia paraphyly? *PLoS One* 9:e86612.
- Stampar SN, Morandini AC, Branco LC, Da Silveira FL, Migotto AE (2015b) Drifting in the oceans: *Isarachnanthus nocturnus* (Cnidaria, Ceriantharia, Arachnactidae), an anthozoan with an extended planktonic stage. *Marine biology* 162(11):2161-9.

- Tiffon Y (1987) Ordre des Cérianthaires. In: P. Grassé (Ed), *Traité de Zoologie: Anatomie, Systematique, Biologie - Cnidaires / Anthozoaires*. pp. 211-257. (Masson, Paris).
- Vieira LM, Stampar SN (2014) A new *Fenestrulina* (Bryozoa, Cheilostomata) commensal with tube-dwelling anemones (Cnidaria, Ceriantharia) in the tropical southwestern Atlantic. *Zootaxa* 3780:365-374.