

HALINA LINZMEIER HEYSE

Briozoários como bioindicadores de qualidade ambiental na Baía da Babitonga, Santa  
Catarina

CURITIBA

2012

HALINA LINZMEIER HEYSE

Briozoários como bioindicadores de qualidade ambiental na Baía da Babitonga, Santa  
Catarina

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Ecologia e  
Conservação, Setor de Ciências  
Biológicas da Universidade Federal do  
Paraná, como requisito parcial da  
obtenção do grau de Mestre em Ecologia  
e Conservação.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rosana Moreira  
da Rocha

CURITIBA

2012



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Setor de Ciências Biológicas  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO



## PARECER

Os abaixo-assinados, membros da banca examinadora da defesa da dissertação de mestrado, a que se submeteu **Halina Linzmeier Heyse** para fins de adquirir o título de Mestre em Ecologia e Conservação, são de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do trabalho de conclusão da candidata.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

Curitiba, 13 de março de 2012.

BANCA EXAMINADORA:

Prof.<sup>a</sup>. Dra. Rosana Moreira Rocha  
Orientadora e Presidente

Prof.<sup>a</sup>. Dra. Therezinha Novais de Oliveira  
Membro

Prof. Dr. Paulo da Cunha Lana  
Membro

Visto:

Prof.<sup>a</sup>. Dra. Lucélia Donatti  
Coordenadora do PPG-ECO



## **Agradecimentos**

Primeiramente gostaria de agradecer à professora Rosana Rocha que desde o início, até mesmo antes de eu entrar no mestrado, sempre me incentivou a seguir a carreira acadêmica. Sua atenção, auxílio e as sugestões em todas as etapas do desenvolvimento do projeto foram essenciais para o trabalho. Posso dizer que tive uma orientadora que além de cumprir seu papel (e muito bem) da orientação acadêmica também proporcionou diversas conversas e bate-papos agradáveis que certamente contribuirão para minha formação como pessoa.

Este trabalho aconteceu na Baía da Babitonga principalmente pelo auxílio da professora Therezinha Maria Novais Oliveira (Universidade da Região de Joinville –UNIVILLE) que nos atendeu atenciosamente e com muita disposição quando decidimos realizar o projeto e aparecemos em sua sala como desconhecidas. Agradecemos por todo o apoio logístico para a realização do trabalho, desde a disponibilização do barco, barqueiro, dos dados ambientais e também da sugestão dos locais da amostragem.

E o que falar da Renata Storch (UNIVILLE) que nos acompanhou em praticamente todas as coletas... Além de ser uma ótima companhia, estava sempre animada e disposta a encarar um friozinho no barco para nos auxiliar realizando as medições dos parâmetros ambientais.

Além disso, gostaria de agradecer a todos que participaram das coletas: Ana Caroline Cabral (UFPR), Rafael Kawano (UFPR), Elaine Cristine Spitzner (UNIVILLE) e Tamila Kleine (UNIVILLE). Em especial a Ana Caroline sempre muito querida com quem pude compartilhar sobre os assuntos da dissertação. Também agradeço ao Edinho, o barqueiro que nos conduziu na Baía da Babitonga e ao bom tempo em todas as coletas!

Agradeço aos professores Paulo Lana e Therezinha Oliveira por terem aceitado o convite para a participação da banca.

Ao professor André Padiãl por toda a atenção e paciência com o auxílio com a estatística.

Ao Leandro Manzoni Vieira (USP) pelo auxílio constante na identificação dos briozoários estando sempre disposto a discutir sobre a taxonomia e pelas sugestões ao trabalho.

Aos amigos e professores do PPGECO, do Laboratório de Ecologia e Ascidiacea e todos aqueles que de alguma maneira participaram na dissertação e em minha formação.

À bolsa concedida pela CAPES e CAPES/Reuni.

Às pessoas que amo, essenciais na minha vida e nesta etapa através do incentivo e compreensão constantes: pai, mãe, Amanda e Raul.

Muito obrigada!

## **Sumário**

Resumo .....	1
Abstract .....	3
Prefácio .....	5
Referências bibliográficas .....	7

### **Capítulo I – Diversidade de briozoários na Baía da Babitonga, Santa Catarina ..**

Resumo .....	10
Introdução .....	10
Material e Métodos .....	15
1. Área de estudo .....	15
2. Amostragem .....	15
3. Análise do material biológico .....	15
Resultados .....	16
Discussão .....	35
Referências Bibliográficas .....	38
Prancha 1 .....	46
Prancha 2 .....	47
Prancha 3 .....	48
Prancha 4 .....	49

### **Capítulo II - Bioindicadores na Baía da Babitonga: a variabilidade espacial dos briozoários relacionada com as condições ambientais .....**

Resumo .....	50
1. Introdução .....	50
2. Material e Métodos .....	55

2.1.	Área de estudo .....	55
2.2.	Amostragem .....	55
2.3.	Análise do material biológico .....	57
2.4.	Análise dos dados .....	59
3.	Resultados .....	61
3.1.	Inverno .....	69
3.2.	Verão .....	76
4.	Discussão .....	84
5.	Referências Bibliográficas .....	97
	Apêndice 1 .....	105
	Apêndice 2 .....	106

## Resumo

Espécies indicadoras podem ser definidas como aquelas características de um local e são empregadas para fornecer informações sobre as condições de um ecossistema. Os briozoários, ainda pouco conhecidos tanto em Santa Catarina quanto no Brasil, podem ser utilizados como indicadores. O objetivo deste trabalho foi identificar os briozoários da Baía da Babitonga sinalizando possíveis introduções e também as espécies indicadoras de condições ambientais peculiares através da relação entre a variabilidade espacial da abundância e as características ambientais dos locais de ocorrência das espécies. A Baía da Babitonga foi escolhida por ser o maior estuário de Santa Catarina e local de elevada biodiversidade e produtividade, que vem sofrendo com a degradação ambiental decorrente da ocupação humana e das atividades relacionadas à urbanização. Durante o inverno e verão, conjuntos experimentais compostos por seis pares de placas de polietileno de dimensões 12x12 cm foram submersos por três meses em onze locais. Para cada local foram registradas variáveis ambientais relacionadas à água, ao sedimento e à urbanização. Foram identificados 19 táxons de briozoários, sendo que 15 correspondem a novas ocorrências para o estado de Santa Catarina e quatro também são novas ocorrências para a região Sul. Somente *Amathia brasiliensis* foi considerada nativa, *Hippoporina indica* é provavelmente introduzida na costa brasileira e as demais espécies são criptogênicas. A Análise de Correspondência – DCA evidenciou uma separação entre os locais do inverno e verão em relação à abundância dos briozoários. Para o inverno foram consideradas indicadoras de abundância *Bugula neritina* e *Bugula stolonifera* e para o verão *Alcyonidium* sp., *Victorella* sp. e *Hippoporina indica*. No inverno a riqueza foi maior na entrada da Baía enquanto no verão, na região intermediária, sendo menor no interior da baía em ambos os períodos. A maioria dos táxons de briozoários encontrados foi considerada generalista em relação às condições ambientais, por estar bem distribuída ao longo da baía. Considerando as características ambientais e a abundância dos briozoários, foram encontrados três táxons indicadores. *Victorella* sp. foi considerada indicadora para o interior da baía que apresenta, principalmente, baixa salinidade e alta contaminação por metais pesados. Somente no verão, *Electra tenella* esteve associada a três locais da região intermediária da baía que apresentam características como a alta concentração de nitrato, baixas concentrações de alguns metais, dentre outras. *Hippoporina indica* foi considerada indicadora devido à sua intolerância às características ambientais do interior da baía, sendo ausente nesta região. Este estudo representa uma linha de base para avaliações dos efeitos das alterações ambientais futuras na Baía da Babitonga, sendo que a utilização de briozoários como indicadores pode ser uma ferramenta útil nos monitoramentos. Estudos que avaliem

experimentalmente em campo e em laboratório a tolerância dos táxons indicadores a condições ambientais específicas seriam a próxima etapa no entendimento dos motivos da distribuição espacial dos briozoários observada na baía da Babitonga.

## Abstract

Indicators can be defined as those species characteristic of a site which provide information on the environmental conditions of an ecosystem. Bryozoans are still little known both in the state of Santa Catarina and Brazil and can be used as bioindicators. The aim of the study was to identify bryozoans in Babitonga Bay checking possible introductions and indicator species of peculiar environmental conditions linking spatial variability of abundance and the environmental characteristics of the sites where the species occurred. We chose Babitonga Bay because it is the largest estuary in Santa Catarina with high biodiversity and productivity, and has suffered from environmental degradation resulting from human occupation and activities related to urbanization. Experimental sets consisting of six pairs of black polyethylene plates (12 x 12 cm) were submerged for three months across eleven sites, during winter and summer. In each site environmental variables related to water, sediment and urbanization were recorded. Nineteen taxa of bryozoans were identified, fifteen of them new records for Santa Catarina and four also new records for south Brazil. Only *Amathia brasiliensis* was considered native, *Hippoporina indica* is probably introduced on the Brazilian coast and the other species are cryptogenic. Winter and summer plates were separated by the correspondence analysis. During winter, *Bugula neritina* e *Bugula stolonifera* were main indicators and during summer, *Alcyonidium* sp., *Victorella* sp. and *Hippoporina indica*. In winter, species richness was greater in the entrance region while in summer, in the intermediate region, and richness was always low in the back of the bay. bryozoans abundance which was explained by spatial variables only in summer and in both periods was significantly influenced by environmental data. Most of the taxa found was considered generalist in relation to environmental conditions, being well distributed throughout the bay. Considering environmental characteristics and bryozoans abundance, three indicators species taxa were found. *Victorella* sp. was an considered indicator in both two periods of to the bottom conditions in the back of the bay, such as that has low salinity and high heavy metal contamination. Only during for summer, *Electra tenella* was associated with three sites in the intermediate region of the bay which have high nitrate concentration and low concentrations of some metals, among others. *Hippoporina indica* was considered indicator due to its intolerance to the condition in the back of the bay. This study provides the baseline for future assessments of the effects of environmental changes in Babitonga Bay where the use of bryozoans as bioindicators can be a useful tool in monitoring. Experimental studies in field and in laboratory to evaluate the tolerance of the indicator taxa to specific environmental conditions are the next step in

understanding the driving forces causing the observed spacial distribution of bryozoans in Babitonga Bay.

## **Prefácio**

A palavra indicador é muito ampla, com várias definições, sendo que é de suma importância a determinação do conceito a ser utilizado pelos estudos (Heink e Kowarik, 2010). A abordagem pode ocorrer desde o nível infra-celular até um nível mais amplo, de ecossistema (Dauvin et al., 2010). Devido à sua alta abrangência, são realizadas pontes com diferentes campos do conhecimento, pois a palavra indicador é facilmente combinada a outras, como ocorre em indicadores ecológicos, econômicos e de sustentabilidade (Heink e Kowarik, 2010).

Uma vez que as relações entre os parâmetros ambientais e as distribuições das espécies são temas centrais nos estudos ecológicos (Carballo et al., 1996), a detecção de táxons característicos de condições ambientais específicas, os bioindicadores, constitui-se um passo importante na compreensão da ecologia das comunidades (Podani e Csányi, 2010). Porém, estabelecer as relações entre as espécies e as mudanças ambientais não é tarefa fácil, pois os impactos destas mudanças são complexos (Goodsell et al., 2009) e atuam tanto sobre os aspectos abióticos quanto bióticos (Dauvin et al., 2010). Se utilizados de acordo com o propósito pelo qual foram definidos, ou seja, para indicar uma condição específica, os bioindicadores podem figurar como importantes ferramentas em monitoramentos ambientais, planejamentos e também na tomada de decisão (Salas et al., 2006). Os bioindicadores ideais são unidades operacionais de fácil entendimento nestes monitoramentos e em atividades de manejo permitindo que o público em geral entenda a condição ambiental de uma determinada área (Hakanson e Blenckner, 2008).

Os táxons considerados indicadores apontam condições ambientais particulares (Bandelj, et al., 2009), sendo frequentemente utilizados para monitorar as mudanças em um habitat (McGeoch e Chown, 1998). No ambiente marinho, os bioindicadores ideais, além de serem sésseis, abundantes e de fácil identificação (Rainbow, 2006) são aqueles que estão intimamente relacionados às condições ambientais indicadas de maneira causal, direta e previsível (Goodsell et al., 2009). Os briozoários, por exemplo, podem ser utilizados como indicadores, pois são sésseis e filtradores e tem sua distribuição regida pelas condições ambientais dos habitats além da disponibilidade de substrato (Winston, 1982). Desta maneira respondem às alterações ambientais como a eutrofização e a contaminação por metais pesados (Breves-Ramos et al., 2005; Mayer-Pinto e Junqueira, 2003; Piola e Johnston, 2006a, 2006b) e também às flutuações nas condições abióticas como a salinidade (Winston, 1982), temperatura e presença de nutrientes (O’Dea e Okamura, 1999).

Além dos costões rochosos que propiciam amplos substratos naturais para colonização de briozoários, Santa Catarina ainda tem a maricultura como uma atividade de grande sucesso (Marenzi e Branco, 2005). Os extensos sistemas de cultivo de mexilhões e também de ostras, abrigam uma rica flora e fauna sésil, associada às conchas e às suas estruturas, que são intensamente colonizadas por briozoários. Ademais, espécies de Bryozoa podem também colonizar substratos artificiais (Winston, 1982), o que pode facilitar a ocorrência de espécies exóticas no estado, tendo-se em vista a grande quantidade de substratos artificiais em portos, marinas e nos sistemas de cultivo de bivalves. Apesar da grande quantidade de substratos disponíveis para a ocorrência de briozoários, somente 13 espécies são citadas na literatura para Santa Catarina (Fehlauer-Ale et al., 2011; Müller, 1860; Vieira et al., 2008, 2010) demonstrando a lacuna do estudo de Bryozoa neste estado que apresenta diversas condições propícias para a ocorrência destes animais.

A Baía da Babitonga localizada no norte do estado de Santa Catarina abrange seis municípios incluindo Joinville que é a maior cidade e polo industrial do estado (Ibama, 2007). A região é uma área característica da ocorrência de botos, toninhas e meros (Ibama, 2007) além de conter a última grande porção de manguezal do hemisfério sul (Cremer, 2006). Apresenta uma alta taxa de ocupação humana (IBGE, 2007) e recebe todo o aporte dos rios da região, sendo que os rios Cachoeira e Cubatão são responsáveis pelo recebimento de grandes quantidades de efluentes domésticos e industriais, bem como de pesticidas e fertilizantes utilizados na agricultura. Além disso, há presença de terminais portuários nas cidades de São Francisco do Sul e Itapoá e estes geralmente são associados a impactos ambientais como a perda de habitat, poluição, perda da qualidade da paisagem local e introdução de espécies (SOS Mata Atlântica e ICMBio, 2009).

O objetivo do trabalho no primeiro capítulo foi realizar um levantamento dos briozoários da Baía da Babitonga sinalizando as novas ocorrências de briozoários para o estado e também as possíveis introduções. Este estudo foi realizado por meio de placas experimentais dispostas ao longo da baía em locais de diferentes condições ambientais. Estas placas foram preservadas, possibilitando o estudo posterior de outros grupos taxonômicos como hidrozoários, ascídias e cracas. Aumentando, portanto, o conhecimento da fauna de invertebrados incrustantes de uma região que é conhecida pela grande diversidade de espécies de grupos já estudados como a macrofauna bentônica de substratos inconsistentes como os poliquetos, bivalves, gastrópodos, isópodos, anfípodos e nematódeos (Lorenzi et al., 2006; Pagliosa, 2006), a ictiofauna (Corrêa et al., 2006) e também o ictioplâncton (Costa e Souza-Conceição, 2009). Este levantamento resultou

em um panorama geral da fauna de Bryozoa de Santa Catarina que foi comparado ao conhecimento pré-existente dos briozoários no Brasil.

No segundo capítulo foram identificados os potenciais bioindicadores a serem utilizados em monitoramentos ambientais na Baía da Babitonga. Isto foi realizado estabelecendo-se relações entre a variabilidade espacial da abundância dos briozoários e as condições ambientais dos locais de amostragem. Estas relações contribuíram também para o melhor entendimento da distribuição espacial dos briozoários, sendo possível identificar táxons generalistas e especialistas a uma dada condição ambiental. Desta maneira, a abordagem da bioindicação emerge como um conceito importante na identificação de condições ambientais adversas em monitoramentos.

### **Referências Bibliográficas**

Bandelj, V., Curiel, D., Lek, S., Rismondo, A., Solidoro, C., 2009. Modelling spatial distribution of hard bottom benthic communities and their functional response to environmental parameters. *Ecol. Model.* 220, 2838-2850.

Breves-Ramos, A., Lavrado, H.P., Junqueira, A.O.R., Silva, S.H.G., 2005. Succession in rocky intertidal benthic communities in areas with different pollution levels at Guanabara Bay (RJ-Brazil). *Braz. Arch. Biol. Technol.* 48, 951- 965.

Carballo, J.L., Naranjo, S.A., García-Gomez, J.C., 1996. Use of marine sponges as stress indicators in marine ecosystems at Algeciras Bay (Southern Iberian Peninsula). *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 135, 109-122.

Corrêa, M.F.M., Pinheiro, P.C., Almeida, H.K., Kersten, M., Lienstadt, J., Vollrath, F. 2006. Diagnóstico ambiental da ictiofauna, In: Cremer, M.J., Morales, P.R.D., Oliveira, T.M.N (Eds.), *Diagnóstico Ambiental da Baía da Babitonga*. Editora Univille, Joinville.

Costa, M.D.P., Souza-Conceição, J.M., 2009. Composição e abundância de ovos e larvas de peixes na baía da Babitonga, Santa Catarina, Brasil. *Panam. J. Aquat. Sci.* 4, 372-382.

Cremer, M.J., 2006. O estuário da Baía da Babitonga, in: Cremer, M.J., Morales, P.R.D., Oliveira, T.M.N (Eds.), *Diagnóstico Ambiental da Baía da Babitonga*. Editora Univille, Joinville, pp. 15-19.

Dauvin, J.C., Bellan, G., Bellan-Santini, D., 2010. Benthic indicators: from subjectivity to objectivity – Where is the line? *Mar. Pollut. Bull.* 60, 947-953.

Fehlauer-Ale, K.H.; Vieira, L.M.; Winston, J.E. 2011. Molecular and morphological characterization of *Amathia distans* Busk and *Amathia brasiliensis* Busk (Bryozoa: Ctenostomata) from the tropical and subtropical Western Atlantic. *Zootaxa* 2962, 49-62.

Goodsell, P.J., Underwood, A.J., Chapman, M.G., 2009. Evidence necessary for taxa to be reliable indicators of environmental conditions or impacts. *Mar. Pollut. Bull.* 58, 323-331.

Hakanson, L., Blenckner, T., 2008. A review on operational bioindicators for sustainable coastal management – Criteria, motives and relationships. *Ocean and Coast. Manag.* 51, 43-72.

Heink, U., Kowarik, I., 2010. What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. *Ecol. Indic.* 10, 584-593.

Ibama – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis. 2007. Reserva de fauna Baía da Babitonga. 25p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2007. Contagem da População. <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/default.shtm>>.

Lorenzi, L.; Bachtold, A.; Manke, E.P.; Goetsch, G.P.; Boing, S. 2006. A macrofauna bentônica de substrato inconsolidado do Canal do Linguado. in: Cremer, M.J., Morales, P.R.D., Oliveira, T.M.N (Eds.), *Diagnóstico Ambiental da Baía da Babitonga*. Editora Univille, Joinville.

Marenzi, A.W.C.; Branco, J.O. 2005. O mexilhão *Perna perna* (Linnaeus) (Bivalvia, Mytilidae) em cultivo na Armação do Itapocoroy, Santa Catarina, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 22, 394-399.

Mayer-Pinto, M., Junqueira, A.O.R., 2003. Effects of organic pollution on the initial development of fouling communities in a tropical bay, Brazil. *Mar. Pollut. Bull.* 46, 1495- 1503.

McGeoch, M.A., Chown, S.L., 1998. Scaling up the value of bioindicators. *Trends Ecol. Evol.* 13, 46-47.

Müller, F. 1860. Das Kolonialnervensystem der Moosthiere, nachgewiesen an *Serialaria Coutinhii*. *Arch. Naturgesch.* 26, 311-318.

O'Dea, A., Okamura, B., 1999. Influence of seasonal variation in temperature, salinity and food availability on module size and colony growth of estuarine bryozoan *Conopeum seurati*. Mar. Biol. 135, 581-588.

Pagliosa, P. R. 2006. Distribuição da macrofauna bêntica do entremarés ao sublitoral em uma praia estuarina da Baía da Babitonga, Sul do Brasil. Biotemas 19, 25-33.

Piola, R.F., Johnston, E.L., 2006a. Differential resistance to extended copper exposure in four introduced bryozoans. Mar Ecol Progr. Ser. 311, 103-114.

Piola, R.F., Johnston, E.L., 2006b. Differential tolerance to metals among populations of the introduced bryozoan *Bugula neritina*. Mar. Biol. 148, 997-1010.

Podani, J., Csányi, B., 2010. Detecting indicator species: some extensions of the IndVal measure. Ecol. Indic. 10, 1119-1124.

Rainbow, P.S., 2006. Biomonitoring of trace metals in estuarine and marine environments. Australas. J. Ecotoxicol. 12, 107-122.

Salas, F., Marcos, C., Neto, J.M., Patrício, J., Pérez-Ruzafa, A., Marques, J.C., 2006. User-friendly guide for using benthic ecological indicators in coastal and marine quality assessment. Ocean and Coast. Manag. 49, 308-331.

SOS Mata Atlântica, ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2009. Relatório técnico socioeconômico para a criação de unidade de conservação de uso sustentável na região da Baía da Babitonga Estado de Santa Catarina.

Vieira, L.M., Migotto, A.E., Winston, J.E. 2008. Synopsis and annotated checklist of Recent marine Bryozoa from Brazil. Zootaxa 1810, 1-39.

Vieira, L.M., Migotto, A.E.; Winston, J.E. 2010. Shallow-water species of *Beania* Johnston, 1840 (Bryozoa, Cheilostomata) from the tropical and subtropical Western Atlantic. Zootaxa. 2550, 1-20.

Winston, J.E., 1982. Marine bryozoans (Ectoprocta) of the Indian River Area (Florida). Bull. American Mus. Nat. Hist. 173, 99-176.

## Capítulo I - Diversidade de briozoários na Baía da Babitonga, SC\*

### Resumo

Os briozoários são organismos comuns do *fouling*, sendo relatados para todas as latitudes do globo. O estado de Santa Catarina conta com o registro de apenas 13 espécies de briozoários. O objetivo deste trabalho foi realizar o levantamento dos briozoários da Baía da Babitonga, Santa Catarina e, adicionalmente, apresentar comentários taxonômicos, de distribuição geográfica e do *status* das espécies, se nativa ou introduzida. Conjuntos amostrais compostos por seis pares de placas de polietileno de dimensões 12x12 cm foram submersos por três meses durante o inverno e verão em onze pontos ao longo da Baía. Foram encontrados 19 táxons de briozoários, dos quais 15 são novas ocorrências para o estado de Santa Catarina, sendo quatro também novas ocorrências para a região Sul. Das espécies encontradas, cinco são características do *fouling*, três são cosmopolitas, três têm ampla distribuição em áreas tropicais a subtropicais, duas são distribuídas no Atlântico e Pacífico e duas são restritas ao Atlântico. *Amathia brasiliensis* foi a única espécie encontrada considerada nativa, *Hippoporina indica* constitui-se de uma possível introdução na costa brasileira e as demais espécies são criptogênicas. A grande quantidade de novas ocorrências e de espécies criptogênicas evidencia o conhecimento incipiente do grupo na região.

Palavras-chave: Bryozoa, novas ocorrências.

\*formatado para a revista Biota Neotropica

### Introdução

O filo Bryozoa é composto por invertebrados bentônicos, geralmente coloniais, marinhos e sésseis que podem habitar desde regiões entremarés até grandes profundidades, em todas as latitudes. As colônias apresentam uma grande variedade de formas e hábitos, entre incrustantes, foliáceas, arborescentes ou estolonais. Devido à sua morfologia, muitas vezes os briozoários são confundidos com algas, corais e hidróides, porém, uma análise mais detalhada da colônia evidencia as características peculiares destes animais (Cook 1985).

Os briozoários são micrófagos filtradores e o lofóforo, órgão responsável pela filtração, é formado por um anel de tentáculos ciliados que circunda a boca com a capacidade de protrusão através do orifício (Cook 1985). As partículas alimentares – bactérias, alguns flagelados, diatomáceas, silicoflagelados e cocolitóforos – são direcionadas à boca através da corrente de água gerada pelo batimento ciliar. A digestão é intra e extracelular. O ânus está localizado na porção

externa ao lófóforo (origem do nome Ectoprocta, utilizado durante vários anos para designar o grupo), principal característica morfológica que os distingue do Filo Entoprocta (Rocha & Haddad 2006).

Os briozoários são organismos modulares (McKinney & Jackson 1989) e excelentes modelos de organismos coloniais. A unidade formadora das colônias é constituída pelos zooides que consistem em uma região delimitada pela parede do corpo onde estão contidos os órgãos internos, o fluido celômico e uma porção do polípídeo extensível (Winston 2010). Cada zoide corresponde a um pequeno indivíduo, que dificilmente ultrapassa 1 mm e apresenta uma função na colônia (McKinney & Jackson 1989). O zoide responsável pela alimentação é o autozoide, constituído por duas porções: o zoécio, que é o envoltório em forma de caixa ou vaso de composição calcária ou quitinosa (McKinney & Jackson 1989); e o polipídio, localizado no interior do zoécio e constituído pelo lófóforo, sistema digestivo em forma de “U”, músculos e sistema nervoso (Winston 2010). Os zooides subseqüentes são separados pelas paredes laterais do zoécio e por uma cutícula orgânica. A circulação dos nutrientes é realizada pelo funículo; este tecido conecta os zooides através de poros septulares compostos de células especializadas presentes nas paredes laterais (Bock 1982).

Muitas colônias são polimórficas, ou seja, apresentam heterozooides, além dos autozooides. Os heterozooides são indivíduos modificados, geralmente sem polipídio, desempenhando funções distintas, pois não são responsáveis pela alimentação (McKinney & Jackson 1989). Exemplos de heterozooides são os aviculários, vibráculos e cenozooides. Os aviculários geralmente responsáveis pela defesa da colônia contra predadores como crustáceos, poliquetos, picnogônidos e nudibrânquios, e também evitam o assentamento de larvas de briozoários ou outros organismos epifaunais sobre a colônia. Podem posicionar-se em várias partes da colônia podendo ser adventícios, interzoidais ou vicariantes (Winston 1984a, Winston 2010). Os oécios e gonozooides atuam na incubação do embrião em diversas espécies de briozoários, localizando-se próximos ao orifício ou adjacentes ao autozoide (McKinney & Jackson 1989). Os vibráculos (aviculários modificados, com mandíbula alongada) são responsáveis pela limpeza da colônia, retirando partículas que ficam sobre a mesma, e também promovendo o suporte e a locomoção de algumas colônias que habitam o sedimento no fundo marinho (Winston 1984a, Winston 2010). Os cenozooides são autozooides sem opérculo, com funções de adesão da colônia ao substrato, preenchimento de espaços entre os autozooides, ou sustentação (McKinney & Jackson 1989).

Em briozoários, a superfície frontal pode ser calcificada ou não. A área dessa superfície que permanece não-calcificada é denominada opésio. A calcificação da superfície frontal do autozoóide pode ocorrer basicamente de duas maneiras: a partir da membrana frontal, que é uma cutícula acima da epiderme, que se calcifica e forma o gimnocisto, contínuo à membrana frontal e externa à epiderme; ou pela formação de uma camada calcificada abaixo da membrana frontal, que é denominada de criptocisto (Ryland & Hayward 1977). Em alguns grupos, a parede frontal também pode ser formada a partir da fusão de espinhos frontais (McKinney & Jackson 1989).

De acordo com McKinney & Jackson (1989), o Filo Bryozoa é representado por três classes. Na primeira, Stenolaemata, a grande maioria das espécies é fóssil, sendo Cyclostomata a única ordem com espécies viventes. As outras duas são basicamente representadas por espécies não fósseis: Phylactolaemata, exclusivamente de água doce e Gymnolaemata, que compreende animais marinhos de maior representatividade atual, com duas ordens, Ctenostomata e Cheilostomata. O polípídeo pode estar completamente alocado no interior do zooide, que é cerrado por um diafragma em Cyclostomata, por uma constrição muscular em Ctenostomata e por um opérculo em Cheilostomata (Winston 2010). Nas espécies da ordem Ctenostomata, as paredes dos zooides são membranosas ou gelatinosas, o orifício é terminal e os heterozooides estão ausentes (exceto pela presença de cenozooides em algumas poucas espécies). As espécies da ordem Cheilostomata apresentam zooides com paredes calcificadas, flexíveis ou rígidas, orifício frontal fechado por um opérculo e heterozooides geralmente presentes. O registro fóssil do grupo é extenso, existindo aproximadamente 15.000 espécies descritas (Rocha & d'Hondt 1999). A fossilização foi possível devido à calcificação do esqueleto do animal, havendo um rico registro a partir do início do Paleozóico (Ryland 1970). Os fósseis mais antigos datam do Ordoviciano (McKinney & Jackson 1989).

A maioria das espécies marinhas e todas as espécies de água doce são hermafroditas com tendência à protandria (Nielsen 1981). A reprodução sexuada origina uma nova colônia através de uma larva e a reprodução assexuada conduz ao crescimento da colônia. Em muitos Cheilostomata, as larvas são liberadas em um estágio avançado de desenvolvimento com um curto período de existência no plâncton, pois não se alimentam (Ryland & Hayward 1977). Antes do assentamento, a larva explora a superfície e pode ser positivamente influenciada pela textura, natureza química e pela presença de uma película bacteriana, o biofilme (Ryland 1976). Após o assentamento ocorre o crescimento da colônia (a partir da ancéstrula, ou seja, o primeiro zooide formado) através da proliferação de novos zooides e o formato da colônia é determinado pela posição, orientação e taxa de adição de novos zooides (McKinney & Jackson 1989).

No mundo o número de espécies de briozoários recentes é de aproximadamente 5.500 (Amaral & Jablonski 2005) e o Brasil apresenta 346 espécies, ou seja, somente 6,3% da diversidade mundial (Vieira et al. 2008). A região Sul do Brasil figura dentre uma das menos estudadas quanto aos Bryozoa, apresentando 45 espécies e desta forma fica à frente apenas da região Norte que conta com quatro espécies (Vieira et al. 2008).

A costa rochosa do Estado de Santa Catarina está entre as mais extensas e recortadas do Brasil apresentando também numerosas ilhas costeiras e, no entanto, apenas 13 espécies de briozoários foram registrados para o litoral catarinense (Müller 1860, Vieira et al. 2008, 2010, Fehlauer-Ale et al. 2011). As espécies relatadas para o litoral de Santa Catarina são: *Amathia brasiliensis* Busk, 1886; *Zoobotryon verticillatum* della Chiaje, 1828; *Biflustra denticulata* (Busk, 1856); *Biflustra arborescens* (Canu & Bassler 1928); *Conopeum reticulum* (Linnaeus, 1767); *Membraniporopsis tubigera* (Osburn, 1940); *Copidozoum tenuirostre* (Hincks, 1880); *Discoporella umbellata* (Defrance, 1823); *Beania mirabilissima* Vieira, Migotto & Winston 2010; *Beania metrii* Vieira, Migotto & Winston 2010; *Exochella longirostris* Jullien, 1888; *Bryopesanser pesanseris* (Smitt, 1873) e *Celleporina langei* (Marcus, 1939).

O relato de *Amathia brasiliensis* é proveniente de São Francisco do Sul, onde a espécie foi coletada para análises moleculares e morfológicas (Fehlauer-Ale et al. 2011). *Zoobotryon verticillatum* foi citada anteriormente para Santa Catarina como *Serialaria coutinhii* Müller, 1860, um sinônimo (Vieira et al. dados não publicados). *Beania mirabilissima* e *Beania metrii* foram relatadas para a Ilha do Arvoredo; *B. mirabilissima* é uma redescoberta de outra espécie e *B. metrii* é uma espécie nova para a ciência (Vieira et al. 2010). *Membraniporopsis tubigera* foi encontrada em substrato artificial e capturada em redes de pesca de camarão, no norte do Estado de Santa Catarina, a partir de 1997, sendo provavelmente uma espécie invasora (Gordon et al. 2006). *Discoporella umbellata* é uma espécie sedentária e não fixada, encontrada sobre o substrato (geralmente grãos de areia); foi relatada para diversas regiões do Brasil, inclusive para a foz do rio Amazonas (Vieira et al. 2008). As demais espécies são todas provenientes da coleção de conchas do Sr. Lange de Morretes analisadas por Marcus (1939), cujo limite meridional de coleta se deu na Ilha de São Francisco do Sul, localizada na Baía da Babitonga.

Os briozoários são organismos comuns do *fouling* (Key et al. 1995, Abdel-Salan & Ramadan 2008), uma vez que podem ser encontrados em diversos tipos de substratos desde naturais a artificiais, vivos ou não, duros ou flexíveis (McKinney & Jackson 1989). Os cascos de embarcações estão dentre os principais substratos de origem antropogênica utilizados pelos organismos marinhos

e, portanto, figuram como importantes vetores de transporte dos mesmos pelos oceanos criando novas rotas de dispersão das espécies através das barreiras biogeográficas (Lewis et al. 2005, Neves et al. 2007). As espécies características do *fouling* apresentam, portanto, maior predisposição ao transporte inter-regional (Carlton 2003). Também a existência de detritos de plásticos proporciona uma superfície disponível ao assentamento de organismos que têm então seu transporte pelo oceano facilitado (Lewis et al. 2005). Outros substratos utilizados são as redes de pesca, cordas e flutuadores de cultivos de bivalves, que em Santa Catarina constituem-se de um agravante, pois o Estado tem na maricultura uma atividade de grande sucesso. Santa Catarina é responsável por aproximadamente 95% da produção nacional de mexilhões (Marenzi & Branco 2005).

A introdução de espécies, uma séria ameaça aos ecossistemas, é acentuada com o aumento da dispersão e colonização dos organismos devido à combinação do transporte de animais nos cascos de embarcações e da habilidade de incrustação em diversos tipos de substratos (Neves et al. 2007) características das espécies do *fouling*. Outro fator que influencia nas dinâmicas de introdução de espécies é concernente às alterações das condições abióticas dos sistemas ocasionadas pelo homem e, portanto, estratégias que visam à redução de introduções devem levar em conta a melhora das condições ambientais locais (Crooks et al. 2010).

De acordo com Carlton (1996), uma espécie é nativa quando está distribuída dentro dos limites de sua região de origem, e espécie introduzida é aquela proveniente de outra região e que foi transportada devido a atividades antropogênicas. O mesmo autor apresenta ainda o termo criptogênica para aquelas espécies cujo *status* de nativa ou introduzida não pode ser determinado. Identificar se uma espécie é introduzida ou nativa geralmente é uma tarefa difícil devido à falta de estudos pretéritos no local e ao desconhecimento da fauna nativa (Neves et al. 2007). A detecção do *status* da espécie depende também da escala temporal dos estudos. O recomendado é que os locais sejam monitorados pelo menos duas vezes ao ano para que seja incluída a variável da sazonalidade nesta análise, principalmente em ambientes subtropicais (Cangussu et al. 2010), como é o caso da Baía da Babitonga.

O objetivo deste estudo foi realizar o levantamento das espécies de briozoários da Baía da Babitonga, Santa Catarina bem como tecer alguns comentários relativos à taxonomia recente do grupo, à distribuição geográfica e ao *status* das espécies.

## **Material e Métodos**

### *1. Área de estudo*

A Baía da Babitonga (26°02' – 26°28' S e 48°28' – 48°50' W) estende-se por seis municípios do Estado de Santa Catarina (Araquari, Balneário Barra do Sul, Garuva, Itapoá, Joinville e São Francisco do Sul) apresentando aproximadamente 160 km<sup>2</sup> de área, sendo considerada o estuário mais importante do Estado e com um manguezal expressivo (Cremer 2006). Os manguezais são responsáveis pela riqueza de nutrientes e a grande variedade de habitats na região, aliada a diversas fontes de produção primária, resultam em altos valores de produtividade e de biodiversidade, além de uma rica fauna (Ibama 2007). Estas condições tornam a Baía propícia ao cultivo de mexilhões (Ibama 2007) e à presença de um criadouro de espécies de peixes estuarinas e oceânicas (Costa & Souza-Conceição 2009). A Baía ainda abriga espécies ameaçadas como os meros, que se encontram em agregados reprodutivos, e os botos e toninhas que vem sendo vítimas de capturas incidentais (Ibama 2007).

### *2. Amostragem*

Foram submersas placas de polietileno escuro de dimensões 12x12 cm que ficaram presas a colunas de trapiches, boias de sinalização ou cordas de cultivos em 11 locais ao longo do setor principal da Baía da Babitonga. A descrição e localização dos pontos de coleta estão no capítulo II. Os conjuntos experimentais em cada ponto foram compostos por seis pares de placas montados como “sanduíches” com aproximadamente dois centímetros de distância entre elas a fim de criar microhabitats que favorecem a amostragem de espécies com diferentes sensibilidades à quantidade de luz e predação. As placas ficaram submersas por três meses durante o período de inverno (junho – setembro/2010) e verão (dezembro/2010 – março/2011). Neste intervalo de tempo já há um desenvolvimento suficiente das colônias para a observação de seu formato geral e, em alguns grupos, os ovicelos (estruturas reprodutivas) já estão evidentes. Estas são características importantes para a identificação dos briozoários.

### *3. Análise do material biológico*

As placas foram observadas sob o microscópio estereoscópico e os briozoários identificados até o menor nível taxonômico possível com auxílio de fotografias em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), microscópio estereoscópico e bibliografia especializada.

As colônias de briozoários não foram retiradas das placas, pois as mesmas estão sendo utilizadas em outro estudo que aborda a riqueza e abundância de hidrozoários. Qualquer interferência na integridade das placas poderia alterar os resultados acerca da abundância. Porém, nos mesmos pontos de coleta foi também realizado um estudo que analisou amostras provenientes de raspagens de píeres e flutuadores (Kauano 2012). A partir deste material e de outras raspagens realizadas durante as coletas é que foi possível realizar as fotografias em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e também as demais fotografias realizadas sob lupa.

Algumas colônias foram fotografadas sob o microscópio estereoscópico Leica MZ16 acoplado à câmera Leica DFC500 da Rede Paranaense de Coleções Biológicas (projeto Taxonline). As imagens foram tratadas com o software Auto-Montage-Pro 5.03 Syncrosopy.

Para MEV, espécimes em bom estado de conservação foram selecionados e limpos, sob lupa, com pincel embebido em solução de hipoclorito de sódio e jatos de água para a remoção das estruturas orgânicas. Posteriormente as colônias foram secas em estufa e o material foi montado sobre *stubs* de alumínio. No Centro de Microscopia Eletrônica da UFPR ocorreu a metalização do material com ouro para análise e fotografias em MEV (JEOL modelo JSM 6360 LV).

## **Resultados**

Foram encontrados 19 táxons de briozoários na Baía da Babitonga (Tabela 1). Estes briozoários, todos da Classe Gymnolaemata, estão distribuídos nas ordens Ctenostomata (9) e Cheilostomata (10). Na ordem Ctenostomata foram encontradas cinco famílias (Alcyonidiidae, Victorellidae, Vesiculariidae, Aeverrillidae e Arachnidiidae) para as quais foram identificados nove táxons, sendo quatro até o nível específico, quatro até gênero e um até família. Na ordem Cheilostomata foram encontradas oito famílias (Membraniporidae, Electridae, Flustridae, Bugulidae, Beaniidae, Candidae, Bitectiporidae e Schizoporellidae), as quais foram identificados 10 táxons, sendo seis até o nível específico e quatro até gênero.

Tabela 1. Lista dos briozoários encontrados na Baía da Babitonga, SC.

---

**Filo BRYOZOA**

---

**Classe Gymnolaemata** Allman, 1856

**Ordem Ctenostomata** Busk, 1852

Família Alcyonidiidae Johnston, 1838

*Alcyonidium* sp.\*

Família Victorellidae Hincks, 1880\*\*

*Victorella* sp.\*\*

Família Vesiculariidae Hincks, 1880

*Bowerbankia* cf. *gracilis* Leidy, 1855\*

*Bowerbankia* sp.1\*

*Bowerbankia* sp.2\*

*Amathia brasiliensis* Busk, 1886

*Zoobotryon verticillatum* della Chiaje, 1828

Família Aevevilliidae Jebram, 1973\*\*

*Aevevillia setigera* (Hincks, 1887)\*\*

Família Arachinidiidae Hincks, 1880\*

**Ordem Cheilostomata** Busk, 1852

Família Membraniporidae Busk, 1852

*Biflustra* sp.

Família Electridae d'Orbigny, 1851

*Conopeum* sp.

*Electra tenella* (Hincks, 1880)\*

Família Flustridae Fleming, 1828

*Sinoflustra annae* (Osburn, 1953)\*

Família Bugulidae Gray, 1848\*

*Bugula neritina* (Linnaeus, 1758)\*

*Bugula stolonifera* Ryland, 1960\*\*

Família Beaniidae Canu & Bassler 1927\*

*Beania klugei* Cook, 1968\*

Família Candidae d'Orbigny, 1851\*\*

*Scrupocellaria* sp.\*\*

Família Bitectiporidae MacGillivray, 1895\*

*Hippoporina indica* Pillai, 1978\*

Família Schizoporellidae Jullien, 1883\*

*Schizoporella* sp.\*

---

\* Nova ocorrência para o Estado de SC.

\*\* Nova ocorrência para SC e Região Sul do Brasil.

Algumas espécies tiveram uma ampliação de seu limite de distribuição no Brasil. No total foram 15 novas ocorrências de briozoários para Santa Catarina (Tabela 1). Destas, quatro táxons foram novas ocorrências também para a Região Sul (Tabela 1): *Victorella* sp., *Aeverrillia setigera*, *Bugula stolonifera*; e *Scrupocellaria* sp. Onze táxons foram novas ocorrências para Santa Catarina, porém já haviam sido citados anteriormente para a Região Sul (Tabela 1): *Alcyonidium* sp., *Bowerbankia gracilis*, *Bowerbankia* sp.1, *Bowerbankia* sp.2, Arachnidiidae, *Electra tenella*, *Sinoflustra annae*, *Bugula neritina*, *Beania klugei*, *Hippoporina indica* e *Schizoporella* sp.

Os táxons serão apresentados a seguir seguindo a ordem taxonômica do texto *Interim Classification* (Gordon 2009). Para cada táxon será apresentada uma breve diagnose com comentários taxonômicos, dados de distribuição geográfica e também o *status* da espécie para a região Sul do Brasil (nativa, criptogênica ou introduzida). Em seguida há uma discussão geral a respeito das novas ocorrências, da temática dos organismos do *fouling* e também em relação ao *status* das espécies.

Classe Gymnolaemata Allman, 1856

Ordem Ctenostomata Busk, 1852

Subordem Alcyonidiina

Família Alcyonidiidae Johnston, 1838

*Alcyonidium* sp.

Prancha 1, Figuras A-B

**Diagnose.** Colônia incrustante, gelatinosa, de coloração esbranquiçada a marrom, formando uma massa aderida ao substrato. Autozooides de formato hexagonal a poligonal irregular, podendo apresentar margens curvas. Parede frontal transparente a opaca. Saliência orifical pode estar presente.

**Comentários.** *Alcyonidium* sp. assemelha-se a *Alcyonidium polyoum* (Hassall, 1841) que é caracterizado pelos zooides de formato hexagonal a poligonal irregular e pela parede frontal transparente, cujas dimensões aproximadas são: 0,46 x 0,22 mm (Winston 1982). Esta espécie utiliza as ramificações de algas como cernes para o crescimento da colônia (Rogick & Croasdale 1949). Para o Brasil são citadas 5 espécies do gênero *Alcyonidium* (Vieira et al. 2008): *Alcyonidium gelatinosum* (Linnaeus, 1761) para o Rio Grande do Sul, *Alcyonidium hauffi* Marcus, 1939 para

São Paulo, *Alcyonidium mamillatum* Alder, 1857 para São Paulo e Paraná, *Alcyonidium polyoum* (Hassall, 1841) para o Espírito Santo, São Paulo e Paraná e *Alcyonidium polypylum* Marcus, 1941b para São Paulo e Paraná. O gênero *Alcyonidium* Lamouroux, 1813 é encontrado em águas temperadas e polares nos dois hemisférios (Porter et al. 2002) e, mesmo tendo sido muito estudado, sua taxonomia é dificultada principalmente devido à ausência de estruturas calcificadas (Porter et al. 2002; Porter & Hayward 2004) aumentando a tendência de existência de espécies crípticas (Porter et al. 2002). Dados de reprodução, número e forma dos tentáculos e preferências de habitat são importantes e essenciais na identificação das espécies porém, nem sempre tais dados estão incluídos nas descrições (Porter et al. 2002). A espécie *Alcyonidium* sp. encontrada na Baía da Babitonga faz parte do grupo de *Alcyonidium polyoum* pela forma da colônia e dos zooides (L. M. Vieira comunicação pessoal 2011). É possível que *Alcyonidium polyoum* ocorra restritamente no Reino Unido e que os relatos da espécie para a costa oeste do Atlântico (Estados Unidos e Brasil) representem ao menos duas espécies distintas (L. M. Vieira comunicação pessoal 2011). Estudos morfológicos do material *in vivo* ou estudos com biologia molecular são necessários para a confirmação do material (L. M. Vieira comunicação pessoal 2011).

**Distribuição.** No Brasil, as espécies do gênero *Alcyonidium* são citadas para o Espírito Santo, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul (Vieira et al. 2008), Santa Catarina (presente estudo).

Subordem Victorellina Jebram, 1973

Família Victorellidae Hincks, 1880

*Victorella* sp.

Prancha 1, Figura C

**Diagnose.** Colônia quitinosa, com estolões rasteiros, geralmente formando “tapetes” sobre o substrato. Autozooides cilíndricos, alongados, com o estolão brotando a partir da sua base. Colônias frequentemente recobertas por sedimento. Embriões não observados.

**Comentários.** *Victorella* é um gênero comumente encontrado em locais de baixa salinidade (Osburn 1932, Winston 1982). O material da Baía da Babitonga é semelhante à *Victorella pavidia* Saville Kent, 1870 citado unicamente para o Rio de Janeiro no Brasil (Vieira et al. 2008). Esta espécie é considerada verdadeiramente estuarina por ser encontrada em ambientes onde a salinidade é predominantemente baixa (Winston 1995). Atualmente acredita-se que o material

brasileiro citado como *V. pavidata*, e o material da Flórida, pertençam a duas espécies distintas, caracterizadas pela coloração do embrião e tamanho dos zooides e tentáculos (L. M. Vieira comunicação pessoal 2011). Para a identificação de organismos do gênero *Victorella* são necessários espécimes vivos e sexualmente maduros (Jebram & Everitt 1982) a fim de que sejam observadas a cor e posição dos embriões, por isso na Baía da Babitonga o táxon foi identificado somente até gênero.

**Distribuição.** A única espécie do gênero *Victorella* citada para o Brasil (*Victorella pavidata*) ocorre no Rio de Janeiro (Vieira et al. 2008). Santa Catarina (presente estudo).

Subordem Vesicularina Johnston, 1847

Família Vesiculariidae Hincks, 1880

*Bowerbankia* cf. *gracilis* Leidy, 1855

Prancha 1, Figura D

*Bowerbankia gracilis*: Marcus 1938, p. 56; 1941a, p. 29; Osburn 1950, p. 743; Winston 1982, p. 110; Florence et al. 2007, p. 10; Vieira et al, 2008, p. 10.

**Diagnose.** Colônia quitinosa, com estolões rasteiros e ramificados, de coloração amarelada. Autozooides tubulares com estreitamento da porção distal ou saculares aderidos ao estolão pela base, dispostos em grupos, pareados ou solitários. Lofóforo não pigmentado. Embriões não observados.

**Comentários.** Vieira et al. (2008) sugerem que o material brasileiro identificado como *B. gracilis* compreende uma ou mais espécies, distintas pela coloração dos embriões, tamanho dos zooides e diâmetro do estolão (L. M. Vieira comunicação pessoal 2011). No Mediterrâneo acredita-se que o complexo de espécies existente em *B. gracilis* compreenda no mínimo três espécies (d'Hondt & Gusso 2006 *apud* Abdel-Salam & Ramadan 2008). Por não terem sido observados embriões ou ovos, a identificação como *B. gracilis* Leidy, 1855, portanto, não pode ser confirmada. *Bowerbankia gracilis* tolera uma grande amplitude de salinidade e sua habilidade incrustante é bem conhecida, sendo considerada uma espécie do *fouling* (Florence et al. 2007).

**Distribuição.** Amplamente relatada no Atlântico. Brasil: São Paulo e Paraná (Vieira et al. 2008). Santa Catarina (presente estudo).

*Bowerbankia* sp.1

Prancha 1, Figura E

**Diagnose.** Colônia quitinosa, translúcida, com estolões rasteiros, ramificados. Autozooides tubulares, estreitos e longos aderidos ao estolão pela base, geralmente dispostos aos pares, sendo que cada zooide do par fica de um lado do estolão. Lofóforo não pigmentado. Embriões não observados.

**Comentários.** As principais características de *Bowerbankia* sp.1 são os zooides tubulares estreitos e longos que geralmente estão dispostos aos pares. De acordo com o *checklist* de Vieira et al. (2008), são citadas duas espécies do gênero *Bowerbankia* para o Brasil: *Bowerbankia gracilis* Leidy, 1855 para os estados de São Paulo e Paraná e *Bowerbankia maxima* Winston, 1982 para o Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná. Porém, existem mais de seis espécies em toda a costa brasileira que ainda necessitam ser descritas (L. M. Vieira comunicação pessoal 2011). A espécie encontrada na Baía da Babitonga certamente corresponde ao gênero *Bowerbankia*, porém é diferente de *Bowerbankia* cf. *gracilis* e de *Bowerbankia* sp.2 também encontradas na região de estudo e também de *B. maxima*, que apresenta características dos zooides e arranjo da colônia diferenciados. Em *B. cf. gracilis* os zooides, além de apresentarem um estreitamento na porção distal, podem estar distribuídos em grupos, pareados ou sozinhos; já em *B. maxima* os zooides são saculares, longos e estão dispostos de maneira irregular (Winston 1982).

**Distribuição.** No Brasil as espécies do gênero *Bowerbankia* são citadas para Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná (Vieira et al. 2008). Santa Catarina (presente estudo).

*Bowerbankia* sp.2

Prancha 1, Figura F

**Diagnose.** Colônia quitinosa, de coloração amarelada, com estolões rasteiros que podem se elevar do substrato. Autozooides tubulares com extremidade distal mais estreita aderidos ao estolão aos pares. Quando o estolão é rasteiro, os autozooides estão aderidos pela base e na porção ereta a

inserção dos mesmos se dá lateralmente ocasionando um achatamento na parede do zooide. Embriões não observados.

**Comentários.** Em sua porção rasteira, as colônias de *Bowerbankia* sp.2 assemelham-se às de *Bowerbankia* sp.1. Nesta espécie os autozooides são tubulares e delgados ao contrário dos autozooides robustos e estreitos distalmente de *Bowerbankia* sp.2. A principal característica do táxon é o fato de suas colônias elevarem-se do substrato passando a apresentar um crescimento ereto no qual os zooides estão pareados. O formato dos zooides e o tipo de crescimento da colônia são semelhantes ao de *Buskia socialis* Hincks, 1887. Nas colônias de *B. socialis* do Rio de Janeiro os zooides estão agrupados em duas séries longitudinais praticamente contínuas (Marcus 1937), assim como no material da Baía da Babitonga. Porém, são necessárias observações mais refinadas de características dos zooides como a presença de prolongamentos do cistídeo e número de tentáculos do lofóforo (Marcus 1937) para que a identificação de *Bowerbankia* sp.2 seja elucidada.

**Distribuição.** No Brasil as espécies do gênero *Bowerbankia* são citadas para Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná (Vieira et al. 2008). Santa Catarina (presente estudo).

*Amathia brasiliensis* Busk, 1886

Prancha 1, Figura G

*Amathia brasiliensis* Busk 1886, p. 34, pl. 7, fig. 2. Fehlaue-Ale et al. 2011, p. 6, figs. 5, 7, 9.

*Amathia distans* Marcus 1937, p. 134, pl. 27, fig. 72.

**Diagnose.** Colônia amarelada, delicada e translúcida. Estolão robusto de ramificação irregular. Autozooides saculiformes não aderidos pela parede do corpo e com extremidades livres. Séries de até 10 pares de zooides geralmente ocupam a metade distal do estolão e realizam uma espiral parcial ou completa ao redor do mesmo, tanto em sentido horário quanto anti-horário. Esta direção da espiral se mantém ao longo de toda a colônia.

**Comentários.** *Amathia brasiliensis* Busk, 1886 é muito semelhante à *Amathia distans* Busk, 1886, tanto que alguns autores como Marcus (1937) e Hastings (1927) consideram-na como uma variação de *A. distans*, unindo as duas espécies. Os caracteres responsáveis pela diferença das duas espécies utilizados por Busk foram o tamanho e forma dos zooides, diâmetro do estolão e a maneira como os zooides se distribuem no estolão (Fehlaue-Ale et al. 2011). Em um estudo recente, Fehlaue-Ale et al. (2011) caracterizaram *A. distans* e *A. brasiliensis* por meio de análises

moleculares que evidenciaram uma alta divergência genética entre as espécies, confirmando a separação das mesmas, assim como a análise morfológica também realizada pelos autores. Diversos tipos de substratos são utilizados por *A. brasiliensis* como algas, outros briozoários e superfícies oriundas de atividades humanas (Fehlauer-Ale et al. 2011).

**Distribuição.** Atlântico Oeste. Brasil: Arquipélago de Fernando de Noronha, Bahia (Vieira et al. 2008), Alagoas, São Paulo e Santa Catarina (Fehlauer-Ale et al. 2011).

**Status.** Nativa.

*Zoobotryon verticillatum* della Chiaje, 1828

Prancha 1, Figura H

*Zoobotryon pellucidum* Marcus 1937, p. 139; 1938a, p. 3.

*Zoobotryon verticillatum* Soule 1963, p. 18; Winston 1982, p. 114; Winston 1984b, p. 6.

**Diagnose.** Colônia quitinosa, translúcida, com estolões robustos ramificados que geralmente formam tufos. Autozooides saculares aderidos ao estolão pela base formando grupos. Lofóforos com oito tentáculos.

**Comentários.** *Zoobotryon verticillatum* della Chiaje, 1828 é uma espécie comum do *fouling* de regiões de marinas e portos, sendo relatada em águas temperadas a quentes (Winston 1984b, Brock 1985, Abdel-Salam & Ramadan 2008, Farrapeira 2011). Apresenta uma capacidade de dispersão rápida no ambiente e também propensão para a bioinvasão (Farrapeira 2011). É relatado o acúmulo de sedimento e algas sobre as colônias de *Z. verticillatum* tornando-a mais opaca (Winston, 1984b). As colônias assemelham-se a algas, tanto que a espécie foi originalmente descrita como tal (Winston 2004); podem atingir aproximadamente 70 cm de comprimento e quando aderidas a um substrato artificial, ampliam a área disponível para o assentamento de outros organismos do *fouling* como outros briozoários, tunicados e anfípodos (Farrapeira 2011).

**Distribuição.** Ampla distribuição em águas tropicais e subtropicais. Brasil: Rio Grande do Norte (Farrapeira 2011), Bahia (Kelmo et al. 2004), Rio de Janeiro e São Paulo (Vieira et al. 2008). Santa Catarina (Müller 1860, como *Serialaria coutinhii* Müller, 1860; presente estudo).

**Status.** Criptogênica.

Subordem Stoloniferina Ehlers, 1876

Família Aeverrilliidae Jebram, 1973

*Aeverrillia setigera* (Hincks, 1887)

Prancha 1, Figura I

*Buskia setigera*: Marcus 1937, p. 142.

*Aeverrillia setigera*: Rogick & Croasdale 1949, p. 45; Osburn 1950, p. 745; Soule 1963, p. 20; Vieira et al. 2008, p. 10.

**Diagnose.** Colônia quitinosa, com estolões rasteiros muito finos, regularmente ramificados, de coloração marrom translúcida. Autozooides saculares, dilatados em direção à base, geralmente com quatro espinhos pontiagudos e compridos ao redor do orifício, aderidos pareados ao estolão através de pedúnculos. Presença de processos basais em forma de gancho nos zoécios. Embriões não observados.

**Comentários.** *Aeverrillia setigera* é muito semelhante à *Aeverrillia armata* (Verrill, 1873), a outra espécie da família Aeverrilliidae citada para o Brasil (Vieira et al. 2008). As duas espécies são distintas pela presença dos processos basais em forma de gancho, característicos de *A. setigera* (Rogick & Croasdale 1949). Alguns substratos utilizados pela espécie são algas (Rogick & Croasdale 1949), hidrozoários, corais, briozoários e conchas (Marcus 1937).

**Distribuição.** Cosmopolita, amplamente relatada para águas tropicais e subtropicais. Brasil: São Paulo (Vieira et al. 2008). Santa Catarina (presente estudo).

**Status.** Criptogênica.

Família Arachnidiidae Hincks, 1880

**Diagnose.** Colônia incrustante, reticular, translúcida, com deposição de sedimento nas paredes laterais dos zooides. Autozooides de formato poligonal com as margens curvas que se conectam por estolões rasteiros de número variável e cuja ramificação é irregular. As margens dos autozooides podem apresentar pequenos apêndices cuticulares. Orifício arredondado, introverte e tentáculos não observados.

**Comentários.** Os exemplares de Arachnidiidae Hincks, 1880 encontrados na Baía da Babitonga constituem-se de colônias pequenas e inconspícuas recobertas por sedimento. Para o Brasil são citadas duas espécies da família Arachnidiidae: *Arachnidium fibrosum* Hincks, 1880 para São Paulo e Paraná e *Arachnoidella evelinae* (Marcus, 1937) para São Paulo (Vieira et al. 2008). Nos exemplares da Baía da Babitonga o formato dos zooides e tipo de conexão entre os mesmos são semelhantes aos descritos tanto para *A. fibrosum* como para *A. evelinae*. Em *A. fibrosum* a principal característica é presença de numerosos apêndices cuticulares (até 24) ao redor das margens dos autozooides (Marcus 1938). Marcus (1941) evidencia que os zooides de *A. fibrosum* são “incrustados por partículas de lodo”. Em *A. evelinae* a principal característica é a presença de duas séries de dentículos quitinosos próximos à introverte (Marcus 1937). Para a definição de espécie e gênero seria necessário observar a introverte, número de tentáculos, bainha tentacular e a presença de dentículos quitinosos, o que não foi possível devido à grande quantidade de sedimento depositado sobre as colônias.

**Distribuição.** No Brasil, as espécies da família Arachnidiidae são citadas para os estados de São Paulo e Paraná (Vieira et al. 2008), Santa Catarina (presente estudo).

Ordem Cheilostomata Busk, 1852

Subordem Malacostegina Levinsen, 1902

Família Membraniporidae Busk, 1852

*Biflustra* sp.

Prancha 2, Figuras A-B; Prancha 3, Figura A

**Diagnose.** Colônia incrustante, unilaminar, crescendo amplamente sobre o substrato. Membrana frontal cobrindo totalmente a superfície frontal do zooide, sem espinhos quitinosos. Autozooides subretangulares, com região proximal côncava cantos angulados e região distal arredondada. Opésio oval ou circular. Gimnocisto ausente; criptocisto desenvolvido proximalmente e lateralmente reduzido, tuberculado, geralmente com um pequeno dentículo ramificado. Paredes laterais elevadas com vários tubérculos, geralmente com pequeno espinho em sua metade distal. Parede distal com uma fileira inferior de placas uniporosas e duas placas superiores multiporosas. Ancéstrula gêmea. Aviculários e ovicelos ausentes.

**Comentários.** *Biflustra* sp. é caracterizada pelo criptocisto proximal tuberculado com um dentículo ramificado (ausentes em alguns zooides) e pela parede distal com fileira de placas uniporosas inferiores e duas placas multiporosas superiores. *Membranipora falsitenuis* Liu, 1992 também apresenta criptocisto proximal granular provido de dentículo ramificado, porém apresenta parede distal com duas placas multiporosas mais basais e ausência de fileira de placas uniporosas (Liu 1992). Badve & Sonar (1995) reportaram a presença de um dentículo ramificado no criptocisto de *Biflustra savartii* (Audouin, 1826), porém evidenciam que este caráter é variável e pode não estar presente em colônias de uma determinada área ou em estágios diferentes de maturação, assim como ocorre em *Biflustra* sp. *Biflustra denticulata* (Busk, 1856), também relatada para o Brasil, difere pelos tubérculos proximais do gimnocisto e pela presença de pequenos dentículos no criptocisto proximal (Winston 2005). A família Membraniporidae apresenta grande variedade nas formas das colônias, o quê aliado à ausência de aviculários, ovicelos e vibráculos pode dificultar a identificação destes animais (Liu 1992). Em seu tratado sobre os membraniporídeos das águas chinesas, Liu (1992) baseia a identificação das espécies na estrutura e no padrão das câmaras de poros nas paredes transversais e basais. Várias espécies de *Biflustra* com ampla distribuição representam grupos de espécies crípticas (Winston 2005), isto aliado à grande variabilidade morfológica das colônias dificulta a identificação das espécies. Possíveis soluções para este problema decorreriam de estudos aprofundados das formas larvais, das variações decorrentes da idade da colônia e dos efeitos ambientais na variação colonial e zooidal.

**Distribuição.** No Brasil, as espécies do gênero *Biflustra* são citadas para o Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina (Vieira et al. 2008).

#### Família Electridae d'Orbigny, 1851

##### *Conopeum* sp.

Prancha 2, Figura C; Prancha 3, Figuras B-C

?*Conopeum seurati*: Winston 1982, p. 117.

**Diagnose.** Colônia incrustante, unilaminar, de coloração esbranquiçada. Membrana frontal cobrindo totalmente a superfície frontal do zooide. Autozooides retangulares, alongados, angulados nas extremidades. Opésio oval, ocupando grande parte da área frontal. Criptocisto granular em toda a margem do opésio; gimnocisto reduzido. Aviculários e ovicelos ausentes. Ancéstrula simples, que origina zooides em lados opostos.

**Comentários.** *Conopeum* é caracterizado pelos zooides angulados, criptocisto granular e pela forma de crescimento a partir da região ancestrular nas direções proximal e distal, formando fileiras de zooides (Winston 1982). Winston (2005) indica a existência de espécies crípticas dentro da família Membraniporidae e Electridae, uma delas relativa ao gênero *Conopeum* de águas salobras e lagunares formando um grupo “*tenuissimum-chesapeakensis-seurati*” que necessita de análises moleculares para a distinção das espécies. As colônias de *Conopeum* sp. encontradas são muito semelhantes às do material relatado como ?*Conopeum seurati* (Canu, 1908) por Winston (1982). Porém, a própria autora comenta que o material da Flórida, de águas salobras e estuarinas, é muito semelhante ao material estuarino europeu identificado por Cook & Hayward (1966), porém com algumas diferenças quanto ao padrão de crescimento. Apenas futuros estudos usando técnicas de biologia molecular poderão auxiliar a resolver problemas que envolvem espécies do gênero *Conopeum* (L. M. Vieira comunicação pessoal 2011).

**Distribuição.** No Brasil, as espécies do gênero *Conopeum* são citadas para o Atol das Rocas, Espírito Santo, São Paulo, Paraná e Santa Catarina (Vieira et al. 2008).

*Electra tenella* (Hincks, 1880)

Prancha 2, Figura D; Prancha 3, Figuras D-F

*Electra tenella*: Marcus 1937, p. 38; Badve & Sonar 1995, p. 331;

*Membranipora tenella*: Winston 1982, p. 120.

**Diagnose.** Colônia incrustante, unilaminar, delicada, de coloração branca. Autozooides retangulares com extremidades distais arredondadas. Opésio oval ou elíptico, com estreitamento distal; gimnocisto pouco desenvolvido proximalmente, geralmente com um ou dois tubérculos proximais e 12 a 14 espinhos laterais, curvados sobre a membrana frontal; criptocisto pouco desenvolvido lateral e proximalmente. Ancéstrula simples de formato irregular. Aviculários e ovicelos ausentes.

**Comentários.** *Electra tenella* (Hincks, 1880) é caracterizada pelas extremidades distais arredondadas dos zooides, pelo gimnocisto proximal estreito e ancéstrula simples de formato irregular. Geralmente, esta espécie é encontrada em substratos artificiais e sobre outros animais (e.g. cracas) em regiões de águas rasas próximas a portos, sendo raramente encontrada como *fouling* em casco de navio (Gordon & Mawatari 1992). Algumas colônias de *E. tenella* são morfologicamente semelhantes às colônias de *Conopeum* sp. encontradas no presente estudo,

principalmente naquelas onde os espinhos estão ausentes. As duas espécies são distintas pelo tamanho e formato dos zooides, maiores e com extremidades anguladas em *Conopeum* sp., e pelo padrão de crescimento da colônia, em fileiras uni ou bisseriais de zooides originadas da região proximal e distal da ancéstrula em *Conopeum* sp. (Winston 1982). Caracteristicamente, as colônias de *E. tenella* se expandem em forma de “leque”, com bordas da colônia se fundindo em sentido oposto ao crescimento das primeiras gerações de autozooides (Ryland & Hayward 1977).

**Distribuição.** Amplamente distribuída em águas tropicais e subtropicais. Brasil: São Paulo (Vieira et al. 2008) e Paraná (Cangussu et al. 2010). Santa Catarina (presente estudo).

**Status.** Criptogênica.

Família Sinoflustridae Gordon, 2009

*Sinoflustra annae* (Osburn, 1953)

Prancha 2, Figuras E-F; Prancha 4, Figura A

*Sinoflustra annae*: McCann et al. 2007, p. 328; Vieira et al. 2008, p. 16.

*Acanthodesia serrata*: Hastings 1930, p.707; Marcus 1937, p. 44; 1941, p. 18.

*Membranipora hastingsae*: Osburn 1950, p. 29.

**Diagnose.** Colônia incrustante, uni ou multilamelar, podendo formar lamelas grossas parcialmente livres do substrato, com coloração amarelada a marrom. Autozooides retangulares alongados, com a porção distal arredondada e levemente elevada; paredes laterais finas. Criptocisto proximalmente e lateralmente desenvolvido até o nível do opérculo, com dentículos e espinhos espaçados projetados internamente. Gimnocisto ausente. Cenozooide como uma projeção triangular em cada extremidade distal do zooide, raramente desenvolvidos como pequenos espinhos. Aviculário desenvolvido, com mesmo tamanho dos autozooides, com opérculo proeminente e modificado. Ovicelos ausentes.

**Comentários.** O crescimento colonial em lamelas, a presença de dentículos no criptocisto, as projeções triangulares no gimnocisto e o aviculário desenvolvido são características marcantes de *Sinoflustra annae* (Osburn, 1953). De acordo com Hastings (1930), o aviculário assemelha-se muito aos autozooides da colônia, não diferindo dos mesmos em relação ao polipídio, aos músculos parietais e ao criptocisto. Tais aviculários não foram encontrados previamente no material brasileiro descrito por Marcus (1937, 1941) como *Acanthodesia serrata*. A espécie foi

recentemente relatada sobre placas artificiais nos EUA por McCann et al. (2007), onde há uma discussão sobre sua possível introdução na Flórida e no Texas.

**Distribuição.** Pacífico e Atlântico Ocidental. Brasil: São Paulo e Paraná (Vieira et al. 2008; Cangussu et al. 2010). Santa Catarina (presente estudo).

**Status.** Criptogênica.

Subordem Flustrina Smitt, 1868

Família Bugulidae Gray, 1848

*Bugula neritina* (Linnaeus, 1758)

Prancha 4, Figura B

*Bugula neritina*: Busk 1884, p. 42; Marcus 1937, p. 66; Osburn 1950, p. 154; Winston 1982, p. 129; Ramalho et al. 2005, p. 232; Vieira et al. 2008, p. 16.

**Diagnose.** Colônia arborescente, bisserial, ramificada, de coloração avermelhada a marrom. Autozoides retangulares, truncados distalmente. Membrana frontal ocupando quase totalmente a superfície frontal. Aviculários e espinhos ausentes. Ovicelos globosos aderidos na margem distal interna do zooide.

**Comentários.** *Bugula neritina* é um dos mais abundantes organismos do *fouling*, essencialmente em portos, onde cresce sobre piers, embarcações e demais estruturas submersas (Ryland & Hayward 1977). A ampla distribuição de *B. neritina* pode ser um reflexo da existência de espécies crípticas, o que foi demonstrado com análises moleculares de seus produtos naturais, as briostatinas (Davidson & Haygood 1999). A espécie pode ser encontrada aderida a rochas e substratos artificiais (Ramalho et al. 2005).

**Distribuição.** Cosmopolita, amplamente relatada como *fouling* em regiões portuárias. Brasil: Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná (Vieira et al. 2008; Cangussu et al. 2010). Santa Catarina (presente estudo).

**Status.** Criptogênica.

*Bugula stolonifera* Ryland, 1960

Prancha 4, Figura C

*Bugula stolonifera*: Winston 1982, p. 129; Ramalho et al. 2005, p. 235; Vieira et al. 2008, p. 17.  
*Bugula californica*: Marcus 1937, p. 71. Non Robertson 1905.

**Diagnose.** Colônia arborescente bisserial, ramificada, de coloração branca. Autozooides retangulares, estreitos distalmente. Membrana frontal ocupando três quartos da superfície frontal. Zooides com três espinhos distais (dois externos e um interno). Aviculário pedunculado, muito grande, aderido na região mediana-distal na margem externa dos zooides; aviculário do zooide da bifurcação é menor e aderido à margem interna do zooide. Ovicelos subglobulares, colocados na margem distal interna do zooide.

**Comentários.** *Bugula stolonifera* geralmente co-ocorre com *Bugula neritina* em portos, píeres, embarcações e estruturas submersas (Ryland & Hayward 1977), podendo ser encontrada sobre hidrozoários, briozoários e substratos artificiais (Ramalho et al. 2005).

**Distribuição.** Cosmopolita, amplamente relatada como *fouling* em regiões portuárias. Brasil: Rio de Janeiro, São Paulo (Vieira et al. 2008) e Paraná (Cangussu et al. 2010). Santa Catarina (presente estudo).

**Status.** Criptogênica.

Família Beaniidae Canu & Bassler, 1927

*Beania klugei* Cook, 1968

Prancha 4, Figura D

*Beania intermedia* Marcus 1937, p. 61; 1939, p. 113; 1949, p. 2; Osburn 1940, p. 398.  
*Beania klugei* Winston 1982, p. 131; Cook 1985, p. 119; Winston & Hakansson 1986, p. 18; Tilbrook et al. 2001, p. 46; Vieira et al. 2010, p. 6.

**Diagnose.** Colônia uniserial, às vezes ramificada lateralmente, freqüentemente com uma porção livre do substrato. Zooides transparentes de coloração amarelada, grandes, em formato de bote, com membrana frontal achatada e superfície abfrontal arredondada; tubos conectivos curtos e estreitos: um tubo proximal com zooides brotados de outro proximal a eles ou proximal-lateral, com ocasionais cadeias laterais de zooides. Opérculo delicadamente quitinoso e pouco visível.

Espinhos marginais ausentes. Um par de aviculários pedunculados na extremidade distal dos zooides. Ovicelos ausentes.

**Comentários.** *Beania klugei* é caracterizada, principalmente, por seu arranjo unisserial dos zooides, aviculários pareados e ausência de espinhos. A espécie pode ser encontrada desde a região entremarés até profundidades de 64 m (Vieira et al. 2010). Frequentemente é encontrada associada a hidrozoários (Winston 1982), porém também utiliza outros substratos como algas, rochas, ascídias e briozoários (Vieira et al. 2010).

**Distribuição.** Ampla distribuição em águas tropicais e subtropicais. Brasil: Pernambuco, Rio de Janeiro, São Paulo (Vieira et al. 2008), Paraná, Alagoas e Ceará (Vieira et al. 2010). Santa Catarina (presente estudo).

**Status.** Criptogênica.

Família Candidae d'Orbigny, 1851

*Scrupocellaria* sp.

Prancha 2, Figuras G-H

**Diagnose.** Colônia ereta, ramificada, de coloração esbranquiçada. Autozooides alongados bisseriais, opésio oval com porção distal achatada ocupando quase toda a parede frontal. Criptocisto presente na margem do opésio. Escudo ramificado com uma bifurcação principal seguida por ramificações secundárias em cada ramo. Espinhos longos distais geralmente três externos e um/dois internos. Aviculário lateral triangular disposto atrás dos espinhos distais ao lado da câmara vibracular. Aviculário frontal dimórfico orientado próximo-lateralmente sendo um maior, triangular e pontiagudo situado entre as paredes laterais de dois autozooides da série e outro menor e arredondado situado acima dos ovicelos ou na porção proximal do gimnocisto em zooides não ovicelados. Vibráculos longos com sulco vibracular orientado em direção à margem interna dos zooides. Ovicelos subglobulares, mais largos que compridos, com poros grandes.

**Comentários.** A principal característica de *Scrupocellaria* sp. é o formato do escudo e a presença do aviculário frontal dimórfico. São citadas 10 espécies do gênero para o Brasil: *Scrupocellaria bertholletii* (Audouin, 1826) para São Paulo; *Scrupocellaria diadema* Busk, 1852 para o Rio de Janeiro; *Scrupocellaria drachi* Marcus, 1955 para o Espírito Santo; *Scrupocellaria*

*frondis* Kirkpatrick, 1888 para Pernambuco e Arquipélago de Fernando de Noronha; *Scrupocellaria maderensis* Busk, 1860 para o Arquipélago de São Pedro e São Paulo; *Scrupocellaria micheli* Marcus, 1955 para o Espírito Santo; *Scrupocellaria ornithorhynchus* Thomson, 1858 para o Espírito Santo e São Paulo; *Scrupocellaria pusilla* (Smitt, 1872) para o Espírito Santo; *Scrupocellaria regularis* Osburn, 1940 para Rio de Janeiro e São Paulo e *Scrupocellaria* sp. para o Atol das Rocas (Vieira et al. 2008). A espécie *Scrupocellaria* sp. encontrada na Baía da Babitonga assemelha-se a *Scrupocellaria bertholletii*, porém atualmente se acredita que esta espécie não ocorre no Brasil. Na realidade apresenta-se como um complexo de espécies do grupo *Scrupocellaria bertholletii-reptans* e o material brasileiro citado como *S. bertholletii* provavelmente corresponde a pelo menos três espécies distintas (L. M. Vieira comunicação pessoal 2012). Marcus (1938) já aponta a semelhança entre *S. bertholletii* e *S. reptans* e sugere que as espécies possam ter se formado por processos vicariantes. A existência do complexo de espécies é evidenciada pela presença de variações morfológicas no escudo, aviculário frontal e formato do zoécio em *S. bertholletii* evidenciada por Hastings (1930) em seu material do Panamá e também no número de espinhos distais encontrado no material de Santos-SP por Marcus (1938). Em *S. bertholletii* os ovicelos são mais compridos que largos (Hastings 1930) diferindo, portanto, do material da Baía da Babitonga. *Scrupocellaria reptans* (Linnaeus, 1767) apresenta a mesma quantidade de espinhos distais que *Scrupocellaria* sp., porém apresenta escudo mais robusto e ramificado e ovicelos geralmente restritos a um dos lados do internó ( Ryland & Hayward 1977).

**Distribuição.** No Brasil as espécies do gênero *Scrupocellaria* são citadas para o Arquipélago de Fernando de Noronha, Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Pernambuco, Atol das Rocas, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo (Vieira et al. 2008). Santa Catarina (presente estudo).

#### Subordem Ascophora

#### Família Bitectiporidae MacGillivray, 1895

#### *Hippoporina indica* (Pillai, 1978)

Prancha 2, Figura I; Prancha 4, Figuras E-F

*Hippoporina indica*: McCann et al. 2007, p. 331 (cum syn).

**Diagnose.** Colônia incrustante, uni a multilaminar, calcificada, de coloração esbranquiçada a vermelho-tijolo. Autozooides quadrangulares ou poligonais separados por paredes laterais

elevadas. Parede frontal convexa recoberta por poros medianos espaçados, frequentemente com umbo pontiagudo abaixo do orifício. Orifício arredondado distalmente, levemente curvado na porção proximal; côndilos próximo-laterais pequenos, triangulares. Aviculário de tamanho e posição variável; arredondadas proximalmente e de mandíbula triangular, localizadas em um ou ambos os lados do orifício, orientadas lateral ou distolateralmente em relação ao mesmo; aviculário frontal dirigido lateralmente raro. Ovicelo globoso, recoberto de poros irregulares e de calcificação granular. Embrião de coloração alaranjada a rósea.

**Comentários.** *Hippoporina indica* (Pillai, 1978) é principalmente caracterizada pelos poros frontais irregulares dos ovicelos, pelo aviculário de base arredondada e mandíbula triangular orientado distolateralmente em relação ao orifício e pelo ovicelo de poros irregulares. O zooide desta espécie apresenta, em média, 0,37 mm de comprimento e 0,27 mm de largura (McCann et al. 2007). As duas espécies de *Hippoporina* citadas para o Iate Clube de Paranaguá, Paraná - *Hippoporina pertusa* (Esper, 1796) (Neves et al. 2007) e *Hippoporina verrilli* Maturo & Schopf (1968) (Cangussu et al. 2010) - correspondem à espécie *H. indica*. Isto foi verificado através da análise do material desses trabalhos e pela comparação com o material do presente estudo. O material brasileiro citado como *H. pertusa* e *H. verrilli* pertencem a duas espécies distintas (L. M. Vieira comunicação pessoal 2011)

As espécies *Hippoporina americana* (Verrill, 1875), *H. indica* e *H. verrilli* são basicamente distintas pela forma e posição do aviculário, assim como forma e número de poros frontais do ovicelo. Na descrição original de *H. verrilli*, Maturo & Schopf (1968) descrevem ovicelos com aproximadamente 20 poros pequenos, uniformemente distribuídos na superfície; seu aviculário, quando presente, pode estar em um ou em ambos os lados do orifício, sendo descritas até três formas diferentes: um tipo estreito posicionado próximo-lateralmente, e os outros dois tipos de aviculários (arredondados, triangulares) são orientados próximo-lateralmente ou lateralmente, sendo geralmente recobertos por uma calcificação secundária. *Hippoporina verrilli* é comumente confundida com *H. americana*, porém esta última apresenta zooides com dimensões menores, parede frontal com numerosos poros (número maior que em *H. indica*), e aviculários com orientações variadas, geralmente laterais (Maturo & Schopf 1968).

McCann et al. (2007) verificaram uma alta habilidade de sobreposição de outros organismos por *H. indica*, o que é verificado em sua alta persistência e dominância no decorrer do estudo. Em estuários dos Estados Unidos, *H. indica* foi encontrada sobre placas experimentais de estudo de *fouling*, barcos, gaiolas de peixes, bóias, ostras e cracas; e foi considerada não nativa da área

(McCann et al. 2007). Na costa brasileira, possivelmente *H. indica* é introduzida (L. M. Vieira comunicação pessoal 2012). Porém a confirmação de tal fato somente será possível através de estudos moleculares.

**Distribuição.** Atlântico e Pacífico. Brasil: Paraná (Cangussu et al. 2010). Santa Catarina (presente estudo).

**Status.** Possivelmente introduzida.

#### Família Schizoporellidae Jullien, 1883

##### *Schizoporella* sp.

**Diagnose.** Colônia incrustante, multilaminar, de coloração branco-arroxeadada. Autozooides retangulares nas colônias jovens e de formato mais irregular na medida em que há crescimento das lamelas. Orifício subglobular, mais largo que comprido, com *sinus* em forma de U. Geralmente há presença de umbo pequeno e calcificado abaixo do orifício. Parede frontal com muitos poros (18-26) menores que os poros marginais. Quando presente, somente um aviculário triangular por zooide orientado disto-lateralmente. Ovicelos subglobulares, mais largos que compridos, com muitos poros pequenos em sua superfície.

**Comentários.** No Brasil quatro espécies de *Schizoporella* foram relatadas: *Schizoporella errata* (Waters, 1878) para São Paulo, *Schizoporella pungens* (Canu & Bassler 1928) para Rio de Janeiro e São Paulo, *Schizoporella trimorpha* Canu & Bassler, 1928 para a Bahia e *Schizoporella unicornis* Johnston, 1847 para o Atol das Rocas, Arquipélago de Fernando de Noronha, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná (Vieira et al. 2008). *Schizoporella unicornis* é frequentemente confundida com *S. errata*, porém a primeira apresenta o aviculário geralmente pareado enquanto que na segunda o aviculário é único (Cook 1985). Para ambas as espécies, características do *fouling*, acredita-se que existe um complexo (Cook 1985) apesar de sua nomenclatura ser utilizada mundialmente: o nome *S. unicornis* deveria ser utilizado exclusivamente àquelas espécies de águas frias do Atlântico nordeste (Vieira et al. 2008) e *S. errata* àquelas espécies de águas temperadas a quentes.

**Distribuição.** No Brasil as espécies do gênero *Schizoporella* são citadas para o Arquipélago de Fernando de Noronha, Atol das Rocas, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná (Vieira et al. 2008). Santa Catarina (presente estudo).

## Discussão

A fauna de briozoários de Santa Catarina, que anteriormente contava com 13 espécies, teve seu número de registros elevado a 28 com este estudo que encontrou 19 táxons de briozoários. Isto é devido à grande quantidade de novas ocorrências de briozoários para o Estado (15) decorrente desta pesquisa realizada na Baía da Babitonga. Destas, quatro também novas ocorrências para a região Sul. Cinco espécies são consideradas características do *fouling*, três são consideradas cosmopolitas, três apresentam distribuição ampla em áreas tropicais a subtropicais, duas estão distribuídas no Atlântico e Pacífico e duas são restritas ao Atlântico. Exceto *Amathia brasiliensis* que é considerada nativa e *Hippoporina indica*, possivelmente introduzida, as demais espécies são consideradas criptogênicas para o Estado.

O número de táxons encontrados (19) é semelhante e até mesmo superior ao de outros estudos realizados em áreas estuarinas (Maturó 1959, McCann et al. 2007, Cangussu et al. 2010). Em um estudo realizado em seis baías no sul dos EUA a riqueza de briozoários variou entre 8 a 19 por baía, sendo os briozoários um dos principais taxa encontrados em abundância (McCann et al. 2007). O mesmo ocorreu em uma marina na Baía de Paranaguá – PR onde foram encontrados 10 taxa de briozoários em substratos naturais e artificiais (Cangussu et al. 2010).

As novas ocorrências para o Estado (15 táxons) correspondem à aproximadamente 78,9% dos táxons encontrados, demonstrando a escassez de estudos acerca do grupo na região que conta, agora, com o registro de 27 espécies. Para efeito de comparação, o estado do Paraná, onde há 43 espécies de briozoários citadas (Vieira et al. 2008; Cangussu et al. 2010), apresenta um dos menores litorais do Brasil, com 105 km de extensão desconsiderando as reentrâncias, ilhas e estuários (Angulo & Araújo 1996). Santa Catarina apresenta aproximadamente o quádruplo da extensão da costa do Paraná (561,4 km, Rodrigues et al. 2004) e poucos registros de briozoários, o que evidencia mais uma vez o conhecimento incipiente a respeito do filo Bryozoa no Estado e o potencial existente para a descoberta de novos registros. Somente quatro trabalhos publicados abordaram a fauna de Bryozoa em Santa Catarina (Marcus 1939, Gordon et al. 2006, Vieira et al. 2010, Fehlauer-Ale et al. 2011). Vale ressaltar que um registro foi considerado como nova ocorrência de acordo com o que existe de publicado, não sendo levados em consideração trabalhos como dissertações, teses e resumos científicos. Portanto, mesmo para espécies relativamente comuns no litoral brasileiro e esperadas para Santa Catarina como *Bugula neritina* e *Bugula stolonifera* não havia citações para o Estado em trabalhos publicados e estas, então, figuraram como novos registros.

Cinco espécies da Baía da Babitonga são consideradas comuns do *fouling*: *Bowerbankia* cf. *gracilis*, *Zoobotryon verticillatum*, *Bugula neritina*, *Bugula stolonifera* e *Hippoporina indica*. As duas espécies da ordem Ctenostomata apresentam capacidades de colonização em substratos artificiais bem conhecidas (Brock 1985, Florence et al. 2007), sendo que *Z. verticillatum* é caracteristicamente encontrada em portos e marinas (Abdel-Salam & Ramadan 2008). *Bugula neritina* e *Bugula stolonifera*, características de portos e marinas (Winston 1982, Abdel-Salam & Ramadan 2008), geralmente co-ocorrem no ambiente e podem colonizar diversos tipos de substratos tanto naturais quanto artificiais (Winston 1982, Ramalho et al. 2005, Abdel-Salam & Ramadan 2008, Ryland et al. 2011). *Hippoporina indica* é uma espécie comum em experimentos de *fouling* que utilizam placas, como o presente estudo, e coloniza também redes de pesca, lanternas de cultivo de ostras e cracas (McCann et al. 2007).

Para muitos briozoários, o padrão de distribuição geográfica ainda permanece incerto devido a problemas taxonômicos e identificações erradas. Isto é acentuado nos exemplares da ordem Ctenostomata uma vez que as características importantes para a taxonomia podem ser perdidas se o material for mal conservado (Hayward 1985). Em relação à distribuição mundial, *Bugula neritina*, *Bugula stolonifera* e *Zoobotryon verticillatum* são consideradas cosmopolitas, sendo a última encontrada em águas tropicais a subtropicais. As espécies *Aeverrillia setigera*, *Electra tenella* e *Beania klugei* também são relatadas amplamente em águas tropicais a subtropicais. *Sinoflustra annae* e *Hippoporina indica* estão distribuídas no Atlântico e Pacífico. Já *Amathia brasiliensis* e *Bowerbankia* cf. *gracilis* são as únicas espécies restritas ao Atlântico, sendo a primeira considerada nativa (Fehlauer-Ale et al. 2011).

Exceto *Amathia brasiliensis*, as demais espécies encontradas apresentam *status* de criptogênica para a região. A existência de várias espécies criptogênicas evidencia a falta de estudos pretéritos no Estado de Santa Catarina e também no Brasil. Porém, estas espécies não devem ser negligenciadas no cenário da bioinvasão, pois seus *status* representam meramente um reflexo da falta de conhecimento acerca das comunidades marinhas incrustantes. Por isso é tão comum que várias espécies de ampla distribuição apresentem origem desconhecida (Neves et al. 2007) como é o caso, por exemplo, de *Bugula neritina*. O conhecimento da biologia das espécies nativas e introduzidas também é essencial para o entendimento da dinâmica das introduções no ambiente e, conseqüentemente, de como evitá-las ou contê-las (Yorke & Metaxas 2011). Dados de recrutamento, crescimento e interações com outras espécies, por exemplo, podem ser úteis para o estabelecimento de medidas mitigadoras. Outro fator importante é o substrato. Em uma marina no litoral do Paraná, Neves et al. (2007) evidenciaram a diferença entre as composições das

comunidades dos diferentes substratos artificiais como colunas de concreto, flutuadores e cascos de embarcações; e Cangussu et al. (2010) demonstraram que o substrato natural foi ineficaz na contenção das introduções. Vale ressaltar que na Baía da Babitonga há dois portos em funcionamento: o Porto Itapoá e o Porto de São Francisco do Sul que podem estar atuando tanto como receptores quanto “exportadores” de espécies.

Recentemente, o crescimento e a proliferação de *Zoobotryon verticillatum* foram monitorados no Estado do Rio Grande do Norte (sendo o primeiro registro na área) e foi verificada uma expansão agressiva das colônias sobre o substrato em uma região portuária, caracterizando o potencial invasor da espécie (Farrapeira 2011). A espécie é comum em áreas pouco salinas ou com alta concentração de matéria orgânica no nordeste do Brasil (Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Alagoas e Bahia) e em Alagoas seu crescimento está associado a estas características, cíclicas em algumas localidades. Ainda, em Alagoas, colônias de grande volume são encontradas após períodos de chuvas e em períodos de estiagem são encontradas colônias pequenas com poucos zooides ou até mesmo soltas e mortas (L. M. Vieira comunicação pessoal 2012).

*Bugula neritina* é considerada introduzida em muitos locais do mundo apesar de sua distribuição geográfica natural ser desconhecida (Ramalho et al. 2005, Ryland et al. 2011). O mesmo ocorre para *Bugula stolonifera* e o *status* de ambas, no Brasil, é de criptogênica (Ramalho et al. 2005).

*Sinoflustra annae*, assim como *Zoobotryon verticillatum* e *Bugula neritina*, apresenta uma grande tolerância a variações de salinidade, o que aliada a características como crescimento rápido e a capacidade de recobrimento de outros organismos, a torna uma boa competidora em muitos portos. Em um experimento que utilizou placas como substrato, foi frequentemente encontrada junto à *H. indica*, dominando a comunidade (McCann et al. 2007).

*Hippoporina indica* pode dominar a comunidade do *fouling* devido a sua alta capacidade de crescimento sobre outros organismos e à alta persistência de suas colônias no ambiente (McCann et al. 2007). Estas características contribuem para o sucesso da espécie na invasão de novos habitats. Recentemente na Flórida, foi considerada como introduzida e a navegação comercial é apontada como uma provável causa para tal introdução, sendo de provável origem Indo-Pacífica assim como *S. annae* (McCann et al. 2007). Entretanto, a origem de tais espécies não é confirmada e mais estudos sobre a biologia e genética de populações são necessários para aferir sobre a introdução dessas espécies na costa do Brasil.

O elevado número de novas ocorrências de briozoários demonstra a falta de estudos pretéritos na região, o que também é refletido pela quantidade de espécies criptogênicas. Atenção especial deve ser dada às espécies características do *fouling*, pois estas apresentam maior predisposição ao transporte não-intencional em cascos de embarcações devido a sua capacidade de incrustação em substratos artificiais. O presente estudo analisou os organismos que incrustaram o substrato artificial colocado no ambiente (placas de polietileno). Seria interessante que estudos futuros analisassem também os costões rochosos e manguezais da região assim, as assembleias de briozoários dos substratos naturais e artificiais poderiam ser confrontadas. A partir disto, poderia ser verificada a distribuição no ambiente natural daquelas espécies características do *fouling* e, portanto, mais propensas à bioinvasão.

### **Referências Bibliográficas**

- Abdel-Salam, K.M. & Ramadan, S.E. 2008. Fouling Bryozoa from some Alexandria harbours, Egypt. (I) Erect species. *Mediterr. Mar. Sci.* 9(1):31-47.
- Amaral, A.C.Z. & Jablonski, S. 2005. Conservation of marine and coastal biodiversity in Brazil. *Conserv. Biol.* 19(3):625-631.
- Angulo, R.J. & Araújo, A.D. 1996. Classificação da costa paranaense com base na sua dinâmica, como subsídio à ocupação da orla litorânea. *Bol. Parana. Geocienc.* 44:7-17.
- Badve, R.M. & Sonar, M.A. 1995. Bryozoa Cheilostomata from Holocene, west-coast of Maharashtra, India. *Geobios-Lyon* 28(3):317-335.
- Bock, P.E. 1982. 9. Bryozoans (Phylum Bryozoa). In *Marine Invertebrates of Southern Australia* (S.A. Sheperd & I.M. Thomas, eds). South Australian Government, Adelaide, p.319-394.
- Brock, B.J. 1985. South Australian Fouling Bryozoans. In *Bryozoa: Ordovician to Recent* (C. Nielsen & G.P. Larwood eds). Olsen & Olsen, Fredensborg, p.45-49.
- Busk, G. 1884. Report on the Polyzoa collected by H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. Part 1. The Cheilostomata. Report on the Scientific Results of the Voyage of the H.M.S. "Challenger", *Zoology* 10:1-216.

- Busk, G. 1886. Report on the Polyzoa collected by H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. Part 2. The Cyclostomata, Ctenostomata and Pedicellinea. Report on the Scientific Results of the Voyage of the H.M.S. "Challenger", Zoology 17:1-47.
- Cangussu, L.C., Altvater, L., Haddad, M.A., Cabral, A.C., Heyse, H.L. & Rocha, R.M. 2010. Substrate types as selective tool against colonization by non-native sessile invertebrates. Braz. J. Oceanogr. 58(3):219-231.
- Carlton, J.T. 1996. Biological invasions and cryptogenic species. Ecology 77(6):1653-1655.
- Carlton, J.T. 2003. Community assembly and historical biogeography in the North Atlantic Ocean: the potential role of human-mediated dispersal vectors. Hydrobiologia 503:1-8.
- Cremer, M.J. 2006. O estuário da Baía da Babitonga. In Diagnóstico Ambiental da Baía da Babitonga (M.J. Cremer, P.R.D. Morales & T.M.N. Oliveira eds). Editora Univille, Joinville, p.15-19.
- Cook, P.L. & Hayward, P.J. 1966. The development of *Conopeum seurati* (Canu) and some other species of membraniporine Polyzoa. Cah. Biol. Mar. 7:437- 443.
- Cook, P.L. 1985. Bryozoa from Ghana. A preliminary survey. Annales Musee Royal de l'Afrique Centrale, Sciences Zoologiques 238:1-315.
- Costa, M.D.P. & Souza-Conceição, J.M. 2009. Composição e abundância de ovos e larvas de peixes na baía da Babitonga, Santa Catarina, Brasil. Panamjas 4(3):372-382.
- Crooks, J.A., Chang, A.L. & Ruiz, G.M. 2010. Aquatic pollution increases the relative success of invasive species. Biol. Invasions 13(1):165-176.
- Davidson, S.K. & Haygood, M.G. 1999. Identification of sibling species of the bryozoan *Bugula neritina* that produced different anticancer bryostatins and harbor distinct strains of the bacterial symbiont "*Candidatus Endobugula sertula*." Biol. Bull. 196:273- 280.
- Farrapeira, C.M.R. 2011. The introduction of the bryozoan *Zoobotryon verticillatum* (Della Chiaje, 1822) in northeast of Brazil: a cause for concern. Biol. Invasions 13(1):13-16.

- Fehlauer-Ale, K.H., Vieira, L.M. & Winston, J.E. 2011. Molecular and morphological characterization of *Amathia distans* Busk and *Amathia brasiliensis* Busk (Bryozoa: Ctenostomata) from the tropical and subtropical Western Atlantic. *Zootaxa* 2962:49-62.
- Florence, W., Hayward, P. & Gibbons, M.J. 2007. Taxonomy of shallow-water Bryozoa from the west coast of South Africa. *Afr. Nat. History* 3:1- 58.
- Gordon, D.P. 2009. *Interim Classification*. <http://www.bryozoa.net/treatfam.pdf> (último acesso em 12/08/2011).
- Gordon, D.P. & Mawatari, S.F. 1992. Atlas of marine-fouling Bryozoa of New Zealand ports and harbours. Misc. publ. – N. Z. Oceanogr. Inst. 107:1-52.
- Gordon, D.P., Ramalho, L.V. & Taylor, P.D. 2006. An unreported invasive bryozoan that can affect livelihoods - *Membraniporopsis tubigera* in New Zealand and Brazil. *Bull. Mar. Sci.* 78(2):331-442.
- Hastings, A.B. 1927. Zoological results of the Cambridge expedition to the Suez Canal, 1924, 20. Report on the Polyzoa. *Trans. Zool. Soc. Lond.* 22:331-353.
- Hastings, A.B. 1930. Cheilostomatous Polyzoa from the vicinity of the Panama Canal collected by Dr. C. Crossland on the cruise of the S.Y. "St George". *Proc. Zool. Soc. Lond.* 47:697-740.
- Hayward, P.J. 1985. Ctenostomes Bryozoans. In *Synopses of the British Fauna* (D.M. Kermack & R.S. Barnes eds). E. J. Brill for the Linnaean Society, London. 169 p.
- d'Hondt, J.L. & Gusso, C.C. 2006. Note sur quelque Bryozoaires Cténostomes des côtes Italiennes et Turques. (Note on some Ctenostome Bryozoa from Italian and Turkish coasts). *Bull. Soc. Zool. Fr.* 131(2):107-116.
- Ibama – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis. 2007. Reserva de fauna Baía da Babitonga. 25p.
- Jebram, D. & Everitt, B. 1982. New victorellids (Bryozoa, Ctenostomata) from North America: the use of parallel cultures in bryozoan taxonomy. *Biol. Bull.* 163:172-187.

- Kauano, 2012 Macrofauna bentônica, incrustante em substratos consolidados artificiais da Baía da Babitonga, Santa Catarina. Monografia, Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Kelmo, F., Attrill, M.J., Gomes, R.C.T. & Jones, M.B. 2004. El Niño induced local extinction of coral reef bryozoan species from Northern Bahia, Brazil. *Biol. Conserv.* 118(5):609-617.
- Key, M.M.Jr., Jeffries, W.B. & Voris, H.K. 1995. Epizoic bryozoans, sea snakes and other nektonic substrates. *Bull. Mar. Sci.* 56:462-474.
- Lewis, P.N., Riddle, M.J. & Smith, S.D.A. 2005. Assisted passage or passive drift: a comparison of alternative transport mechanisms for non-indigenous coastal species into the Southern Ocean. *Antarct. Sci.* 17(2):183-191.
- Liu, X. 1992. On the genus *Membranipora* (Anasca: Cheilostomata: Bryozoa) from South Chinese seas. *Raffles B. Zool.* 40(1):103-144.
- Marcus, E. 1937. Bryozoários marinhos brasileiros, 1. *Bol. Fac. Filos., Cienc. Let. Univ. São Paulo, Zool.* 1:5-224.
- Marcus, E. 1938. Bryozoários marinhos brasileiros, 2. *Bol. Fac. Filos., Cienc. Let. Univ. São Paulo, Zool.* 2:1-196.
- Marcus, E. 1939. Bryozoários marinhos brasileiros, 3. *Bol. Fac. Filos., Cienc. Let. Univ. São Paulo, Zool.* 3:111-353.
- Marcus, E. 1941. Bryozoários marinhos do litoral paranaense. *Arquivos do Museu Paranaense, Bol. Fac. Filos., Cienc. Let. Univ. São Paulo, Zool.* 1(1):7-36.
- Marcus, E. 1949. Some Bryozoa from the Brazilian coast. *Comun. Zool. Mus. Hist. Nat. Montev.* 53(3):1-33.
- Marenzi, A.W.C. & Branco, J.O. 2005. O mexilhão *Perna perna* (Linnaeus) (Bivalvia, Mytilidae) em cultivo na Armação do Itapocoroy, Santa Catarina, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 22(2):394-399.
- Maturo, F.J.S. 1959. Seasonal distribution and settling rates of estuarine Bryozoa. *Ecology* 40:116-127.

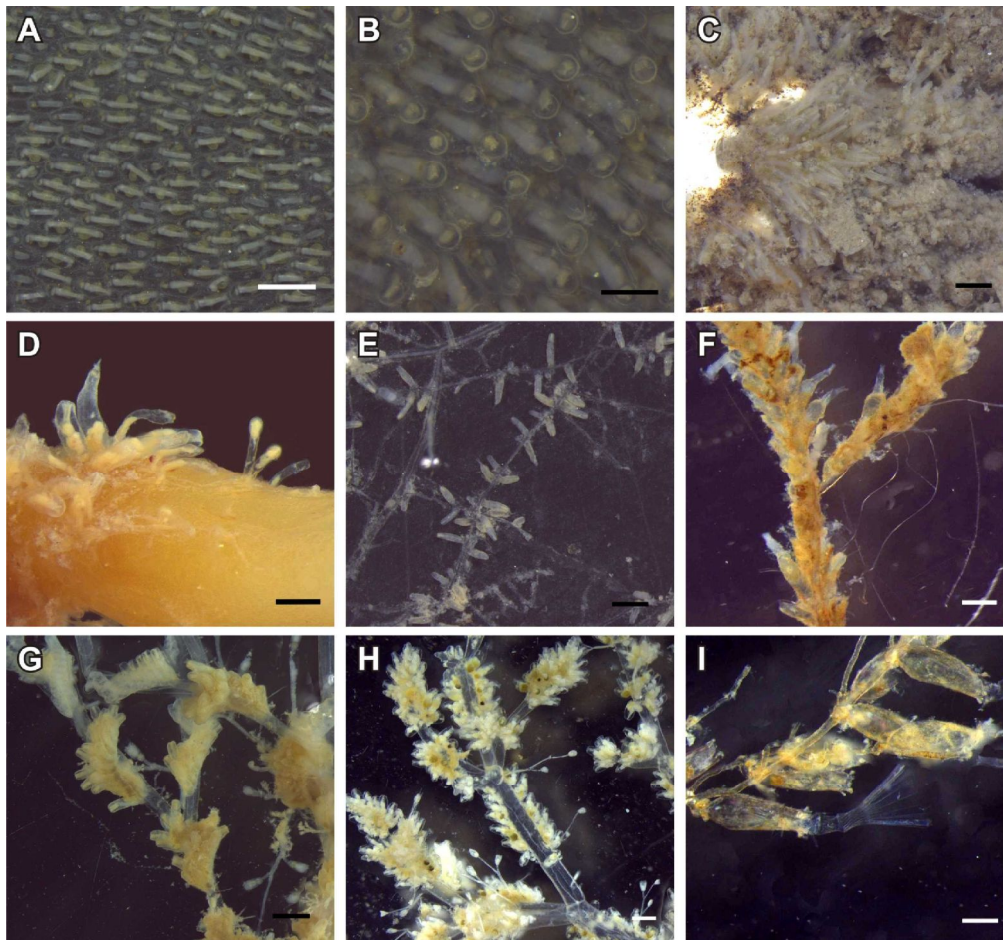
- Maturo, F.J.S. & Schopf, T.J.M. 1968. Ectoproct and entoproct type material: re-examination of species from Bermuda and New England collected by A. E. Verrill, J. W. Dawson and E. Desor. *Postilla* 120:1-95.
- McCann, L.D., Hitchcock, N.G., Winston, J.E. & Ruiz, G.M. 2007. Non-native bryozoans in coastal embayments of the southern United States: new records for the western Atlantic. *B. Mar. Sci.* 80(2):319-342.
- McKinney, F. K.; Jackson, J. B. C. 1989. *Studies in Paleobiology: Bryozoan Evolution*. University of Chicago Press. 238 p.
- Müller, F. 1860. Das Kolonialnervensystem der Moosthiere, nachgewiesen an *Serialaria Coutinhii*. *Arch. Naturgesch.* 26:311-318.
- Neves, C.S., Rocha, R.M., Pitombo, F.B. & Roper, J.J. 2007. Use of artificial substrata by introduced and cryptogenic marine species in Paranaguá Bay, southern Brazil. *Biofouling* 1:1–12.
- Nielsen, C. 1981. On morphology and reproduction of "*Hippodiplosia*" *insculpta* and *Fenestrulina malusii* (Bryozoa, Cheilostomata). *Ophelia* 20:91-125.
- Oliveira, T.M.N., Tureck, C.R., Bassfeld, J.C., Torrens, B.M.O., Faria, J.M. & Brasil, K. 2006. Integridade ambiental da Baía da Babitonga: características físico-químicas, microbiológicas e ecotoxicidade. In *Diagnóstico Ambiental da Baía da Babitonga* (M.J. Cremer, P.R.D. Morales & T.M.N. Oliveira eds). Editora Univille, Joinville, p.20-80.
- Osburn, R. C. 1932. Bryozoa from Chesapeake Bay and Strait. *Ohio J. Sci.* 32: 441-446.
- Osburn, R.C. 1940. Bryozoa of Porto Rico with a resume of West Indian Bryozoan fauna. *Ann. NY Acad. Sci.* 16:321-486.
- Osburn, R.C. 1950. Bryozoa of the Pacific coast of America, part 1, Cheilostomata-Anasca. Report of the Allan Hancock Pacific Expeditions 14:1-269.
- Osburn, R.C. 1953. Bryozoa of the Pacific coast of America, part 3, Cyclostomata, Ctenostomata, Entoprocta and Addenda. Report of the Allan Hancock Pacific Expeditions 14:613-841.

- Porter, J.S., Ellis, J.R., Hayward, P.J., Rogers, S.I. & Callaway, R. 2002. Geographic variation in the abundance and morphology of the bryozoans *Alcyonidium diaphanum* (Ctenostomata: Alcyonidiidae) in UK coastal waters. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 82(4):529-535.
- Porter, J.S. & Hayward, P.J. 2004. Species of *Alcyonidium* (Bryozoa : Ctenostomata) from Antarctica and Magellan Strait, defined by morphological, reproductive and molecular characters. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 84(1):253-265.
- Ramalho, L.V., Muricy, G. & Taylor, P.D. 2005. Taxonomy and distribution of *Bugula* (Bryozoa: Cheilostomata: Anasca) in Rio de Janeiro State, Brazil. In *Bryozoan Studies 2005* (H.I. Moyano, J.M. Cancino & P.N.W. Jackson eds). A. A. Balkema Publishers, Leiden, London, New York, Philadelphia, Singapore, p.231-243.
- Rocha, R.M. 1995. Abundance and distribution of sessile invertebrates under intertidal boulders (São Paulo, Brazil). *Bol. Inst. Oceanogr.* 43(1):71-88.
- Rocha, R.M. & d'Hondt, J. 1999. Filo Entoprocta ou Bryozoa. In *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil. Síntese do conhecimento ao final do século XX: 3 - Invertebrados Marinhos* (A.E. Migotto & C.G. Tiago eds). FAPESP, São Paulo, p.241-250.
- Rocha, R.M. & Haddad, M.A. 2006. Bryozoa. In *Invertebrados: Manual de Aulas Práticas* (C.S. Ribeiro-Costa & R.M. Rocha, orgs). 2 ed. Holos, Ribeirão Preto, p.190-194.
- Rodrigues, M.L.G., Franco, D. & Sugahara, S. 2004. Climatologia de frentes frias no litoral de Santa Catarina. *Rev. Bras. Geofis.* 22(2):135-151.
- Rogick, M.D. & Croasdale, H. 1949. Studies on Marine Bryozoa, III. Woods Hole region Bryozoa associated with algae. *Biol. Bull.* 96:32-69.
- Ryland, J.S. 1970. *Bryozoans*. Hutchinson University Library, London.
- Ryland, J.S. 1976. Physiology and ecology of marine bryozoans. *Adv. Mar. Biol.* 14:285-443.
- Ryland, J.S. & Hayward, P.J. 1977. *British Anascan Bryozoans*. Academic Press for the Linnean Society. London, p.1-188.

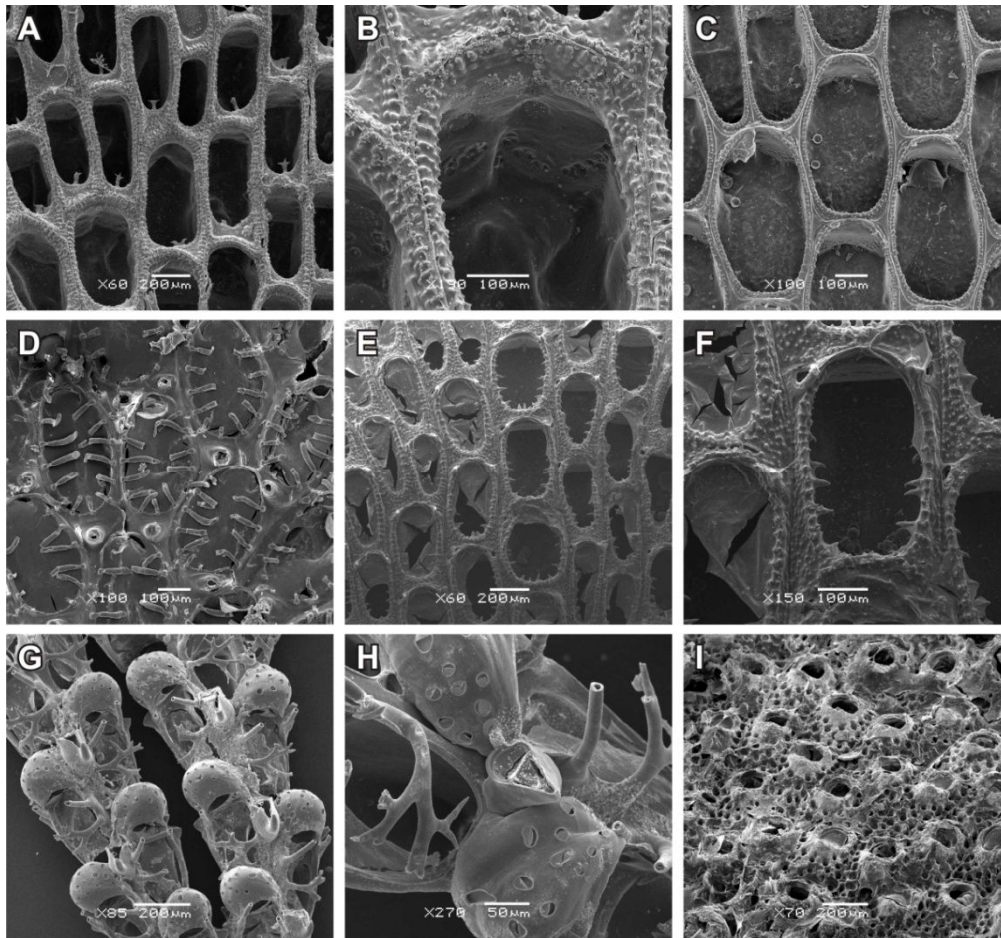
- Ryland, J.S., Bishop, J.D.D., De Blauwe, H., El Nagar, A., Minchin, D., Wood, C.A. & Yunnice, A.L.E. 2011. Alien species of *Bugula* (Bryozoa) along the Atlantic coasts of Europe. *Aquatic Invasions* 6(1):17-31.
- Soule, J.D. 1963. Results of the Puritan-American Museum of Natural History Expedition to Western Mexico. 18, Cyclostomata, Ctenostomata (Ectoprocta), and Entoprocta of the Gulf of California. *Am. Mus. Novit.* 2144:1-34.
- Tilbrook, K.J., Hayward, P.J. & Gordon, D.P. 2001. Cheilostomatous Bryozoa from Vanuatu. *Zool. J. Linn. Soc.* 131(1):35-109.
- Vieira, L.M., Migotto, A.E. & Winston, J.E. 2008. Synopsis and annotated checklist of recent marine Bryozoa from Brazil. *Zootaxa.* 1810:1-39.
- Vieira, L.M., Migotto, A.E. & Winston, J.E. 2010. Shallow-water species of *Beania* Johnston, 1840 (Bryozoa, Cheilostomata) from the tropical and subtropical Western Atlantic. *Zootaxa.* 2550:1-20.
- Winston, J.E. 1982. Marine Bryozoans (Ectoprocta) of the Indian River Area, Florida. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 173:99-176.
- Winston, J.E. 1984a. Why bryozoans have avicularia - a review of the evidence. *Am. Mus. Novit.* 2789:1-26.
- Winston, J.E. 1984b. Shallow-water bryozoans of Carrie Bow Bay, Belize. *Am. Mus. Novit.* 2799:1-38.
- Winston, J.E. & Håkansson, E. 1986. The interstitial fauna of the Capron Shoals, Florida. *Am. Mus. Novit.* 2865:1-98.
- Winston, J.E. 1995. Ectoproct diversity of the Indian River Coastal Lagoon. *Bull. Mar. Sci.* 57:84-93.
- Winston, J.E., 2004. Bryozoans from Belize. *Atoll Res. Bull.* 523:1-14.
- Winston, J.E. 2005. Re-description and revision of Smitt's "Floridan Bryozoa" in the collection of the Museum of Comparative Zoology, Harvard University. *Virginia Museum of Natural History Memoir.* 7:1-147.

Winston, J.E. 2010. Life in the colonies: Learning the alien ways of colonial organisms. *Integr. Comp. Biol.* 50(6):919-933.

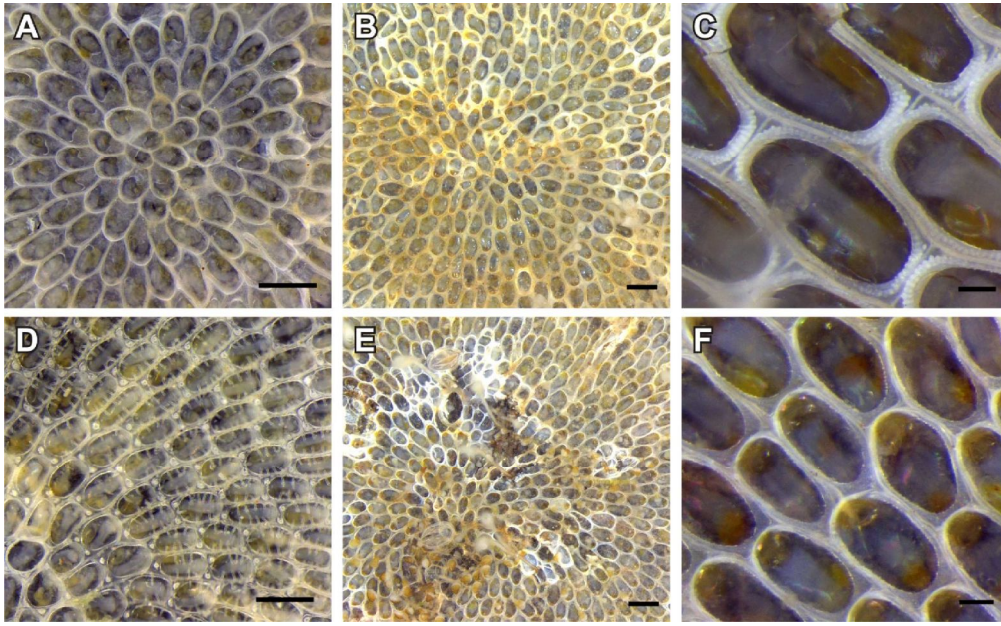
Yorke, A.F. & Metaxas, A. 2011. Interactions between an invasive and a native bryozoans (*Membranipora membranacea* and *Electra pilosa*) species on kelp and *Fucus* substrates in Nova Scotia, Canada. *Mar. Biol.* 158(10):2299-2311.



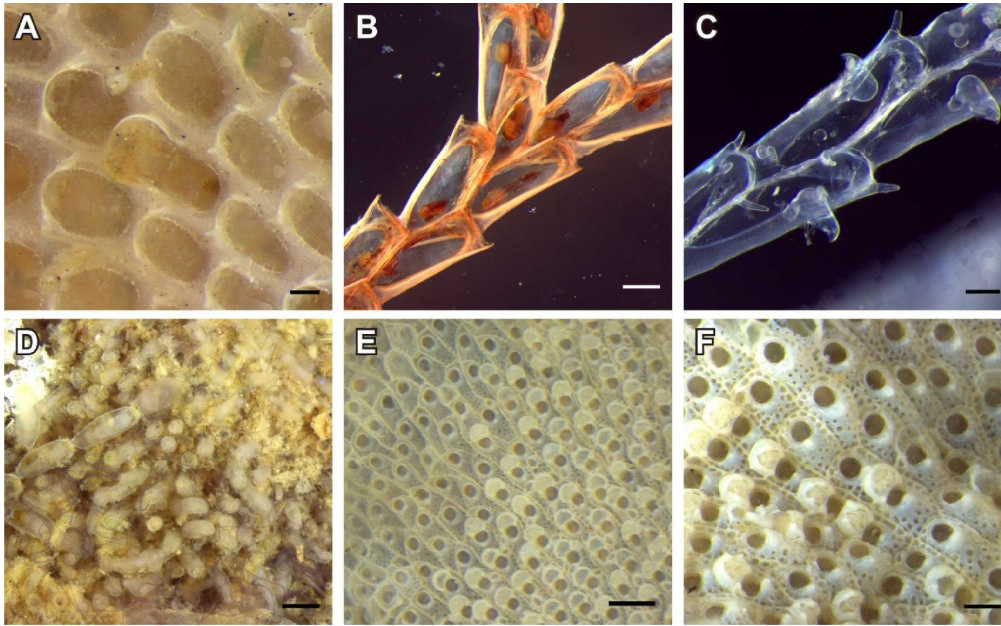
PRANCHA 1. A. Vista geral de uma colônia de *Alcyonidium* sp. Aumento: 20x. Escala: 1 cm. B. *Alcyonidium* sp. Aumento: 40x. Escala: 5 mm. C. Colônia de *Victorella* sp. Aumento: 25x. Escala: 5 mm. D. *Bowerbankia gracilis* sobre alga (material de Penha-SC). Aumento: 50x. Escala: 3 mm. E. *Bowerbankia* sp.1 sobre a placa. Aumento: 25x. Escala: 5 mm. F. Colônia de *Bowerbankia* sp.2. Aumento: 40x. Escala: 3 mm. G. Detalhe de *Amathia brasiliensis*. Aumento: 25x. Escala: 5 mm. H. Detalhe de *Zoobotryon verticillatum*. Aumento: 16x. Escala: 5 mm. I. Zooides de *Aeverrillia setigera*. Aumento: 63x. Escala: 2 mm.



PRANCHA 2. A. Colônia de *Biflustra* sp. B. *Biflustra* sp. Notar a fileira de placas uniporosas inferior e duas placas superiores multiporosas. C. Zooides de *Conopeum* sp. (material de Paranaguá-PR). D. Zooides de *Electra tenella*. Notar os tubérculos proximais e os espinhos ao redor do opésio. E. Colônia de *Sinoflustra annae*. F. Zooide de *Sinoflustra annae*. G. Colônia de *Scrupocellaria* sp. H. Detalhe do ovicelo, escudo ramificado e aviculário central de *Scrupocellaria* sp. I. Colônia de *Hippoporina indica*.



PRANCHA 3. A. Região ancestrular de *Biflustra* sp. Aumento: 40x. Escala: 5 mm. B. Região ancestrular de *Conopeum* sp. (material de Paranaguá-PR). Aumento: 20x. Escala: 5 mm. C. Zooides de *Conopeum* sp. (material de Paranaguá-PR). Aumento: 115x. Escala: 1 mm. D. Colônia de *Electra tenella*. Notar os espinhos e tubérculos. Aumento: 40x. Escala: 5 mm. E. Região ancestrular de *Electra tenella* (material de Paranaguá-PR). Aumento: 20x. Escala: 5 mm. F. Zooides de *Electra tenella* (material de Paranaguá-PR). Aumento: 115x. Escala: 1 mm.



PRANCHA 4. A. *Sinoflustra annae*. Detalhe do aviculário. Aumento: 100x. Escala: 1 mm. B. Zooides de *Bugula neritina*. Aumento: 63x. Escala: 2 mm. C. Zooides de *Bugula stolonifera*. Aumento: 115x. Escala: 1 mm. D. Zooides de *Beania klugei*. Aumento: 32x. Escala: 4 mm. E. Colônia de *Hippoporina indica*. Aumento: 32x. Escala: 5 mm. F. Detalhe da colônia de *Hippoporina indica*. Aumento: 63x. Escala: 2 mm.

## Capítulo II -Bioindicadores na Baía da Babitonga: a variabilidade espacial dos briozoários relacionada com as condições ambientais \*

### Resumo

A Baía da Babitonga, local de elevada biodiversidade, vem enfrentando sérios problemas decorrentes das atividades e da ocupação humana. Através da utilização de placas de polietileno escuro foram avaliadas a variabilidade espacial da abundância dos briozoários e sua relação com as características ambientais em 11 locais ao longo da baía, além da presença de espécies indicadoras e suas implicações para o monitoramento ambiental. Foram encontrados 19 táxons de briozoários, sendo 16 no inverno e 15 no verão. Em relação à abundância dos mesmos, houve uma separação entre os locais dos dois períodos analisados. A abundância dos briozoários foi explicada por variáveis espaciais somente no verão e em ambos os períodos os dados ambientais exerceram influência significativa na abundância. Considerando as características ambientais e a abundância, nos dois períodos *Victorella* sp. figurou como indicadora dos locais do interior da baía que apresentam baixa salinidade e alta contaminação por metais pesados, dentre outras características. Somente para o verão, *Electra tenella* foi considerada indicadora para três locais da região intermediária da baía que apresentam como características a alta concentração de nitrato, baixas concentrações de alguns metais, dentre outras. *Hippoporina indica* foi considerada indicadora para o verão devido à sua intolerância às características ambientais do interior da baía. Os táxons citados podem ser utilizados como indicadores para os locais citados que apresentam adversidades ambientais seja através da poluição com metais pesados ou da eutrofização. Este trabalho constitui-se de uma base para avaliações ambientais futuras onde a abordagem da bioindicação emerge como uma ferramenta importante em monitoramentos na Baía da Babitonga.

Palavras – Chave: Bryozoa, Bioindicador, IndVal, Baía da Babitonga.

\*formatado para a revista Ecological Indicators

### 1. Introdução

Os bioindicadores, em geral, são espécies ou grupos de espécies mais característicos de um local (Dufrêne e Legendre, 1997) que refletem o estado biótico ou abiótico deste ambiente (McGeoch e Chown, 1998), sendo frequentemente associados a parâmetros, medidas ou variáveis (Heink e Kowarik, 2010). Por exemplo, os bioindicadores podem ser utilizados para estimar a

condição ambiental de um local baseando-se nas características estruturais do mesmo ou diagnosticando adversidades como a poluição (Heink e Kowarik, 2010). Portanto, os indicadores são frequentemente utilizados no fornecimento de informações sobre o estado ambiental dos ecossistemas (Salas et al., 2006) e sobre os impactos das atividades humanas sobre os mesmos (Dauvin et al., 2010).

A maioria dos estudos ecológicos visa estabelecer relações causais entre os parâmetros ambientais e as distribuições das espécies (Carballo et al., 1996). Os bioindicadores atuam como uma importante ferramenta na identificação destas relações, pois podem ser considerados como detectores de condições ambientais derivadas de fatores bióticos e abióticos difíceis de serem medidos isoladamente (Dauvin et al., 2010). Portanto, atuam na simplificação do ecossistema em observação, o que pode levar a interpretações errôneas. Para evitá-las, a utilização dos bioindicadores deve ser regida por critérios relacionados ao âmbito de atuação geográfica e à finalidade proposta (Salas et al., 2006).

Como nos estuários há muita variação dos parâmetros ambientais, o uso de organismos estuarinos como indicadores enfrenta dois desafios. O primeiro é a taxonomia, geralmente confusa devido à variação fenotípica, e o segundo refere-se à melhor compreensão dos efeitos das variáveis ambientais em longo prazo sobre o recrutamento e distribuição dos animais (Wilson, 1994).

Idealmente um indicador deve ser sedentário para representar as mudanças ambientais da área onde está inserido, abundante, de fácil identificação e amostragem (Rainbow, 2006), de baixo custo, aplicável internacionalmente e com uma boa sensibilidade ambiental (Hakanson e Blenckner, 2008). Além disso, é desejável que sua utilização ocorra na independência de situações “controle”, uma vez que condições ambientais próximas às naturais são cada vez mais difíceis de serem encontradas (Salas et al., 2006). Se um bioindicador for eficiente na identificação de seu objeto, é esperado que revele condições e tendências ambientais importantes para o planejamento de monitoramentos ambientais (Salas et al., 2006), e quanto maior a precisão da relação entre o organismo e o ambiente, melhor indicador será (Wilson, 1994).

Uma vez considerada boa indicadora para uma condição ambiental, a espécie pode ser utilizada em monitoramentos ambientais sem exigência de estudos complexos do ambiente (Carballo et al., 1996; Liang et al., 2004; Saiz-Salinas et al., 1996). O monitoramento é a aplicação repetida de um indicador para fornecer informações sobre as questões ambientais (McGeoch e Chown, 1998). Porém a ocorrência isolada de uma espécie indicadora não deve ser

utilizada como única fonte de informação no monitoramento da área, sendo importante também a detecção das outras espécies que compõem a comunidade daquele local para aumentar a gama de características ambientais monitoradas (Goodsell et al., 2009; Naranjo et al., 1996).

Muitos organismos bênticos podem ser utilizados como indicadores de qualidade ambiental como macroalgas (Breves-Ramos et al., 2005; Conti e Cecchetti, 2003; Melville e Pulkownik, 2006; Villares et al., 2002), esponjas (Breves-Ramos et al., 2005; Carballo et al., 1996), anfípodos e poliquetos (Mayer-Pinto e Junqueira, 2003), gastrópodes e bivalves (Liang et al., 2004; Villares et al., 2002) e ascídias (Naranjo et al., 1996). Os briozoários, um dos mais importantes grupos de animais nas comunidades de substratos consolidados e que permanece ainda pouco conhecido tanto em Santa Catarina quanto no Brasil (Vieira et al., 2008), também podem ser utilizados como indicadores de qualidade ambiental sendo relacionados à eutrofização (Breves-Ramos et al., 2005; Mayer-Pinto e Junqueira, 2003) ou à contaminação por metais pesados (Piola e Johnston, 2006a, 2006b).

Os principais controles ambientais da distribuição dos briozoários no ambiente são a presença de espaços disponíveis para o assentamento larval aliada a condições favoráveis de microhabitats (Winston, 1982). Os habitats preferidos dos briozoários constituem-se de locais sombreados ou crípticos (Winston, 2007). Podem ser encontrados em diversos tipos de substratos desde naturais a artificiais, vivos ou não, duros ou flexíveis (McKinney e Jackson, 1989) o que garante várias possibilidades de colonização no ambiente e possibilita sua coleta em substratos artificiais experimentais. Porém, fatores ambientais também governam a distribuição dos briozoários e, em estuários, a salinidade é o fator físico que afeta diretamente a atividade dos organismos (Menon e Nair, 1972). Somente 6% das espécies de briozoários identificadas em um estuário na Flórida estavam presentes em salinidade menor que 30 (Winston, 1982). Muitos outros fatores além da salinidade também influenciam a distribuição das espécies de briozoários como a temperatura, a turbulência e a poluição (Ambrogi e d'Hondt, 1980).

Fatores estruturais de desenvolvimento (Lidgard, 1990) e ambientais como salinidade, temperatura e disponibilidade de alimento têm influência no crescimento das colônias, sendo que os dois últimos influenciam diretamente a taxa de crescimento por estarem relacionados à taxa metabólica (O'Dea e Okamura, 1999). Nas águas salobras a nutrição e a temperatura são fatores preponderantes no crescimento e maturação sexual dos briozoários (Jebram e Everitt, 1982). Flutuações no padrão de recrutamento também podem afetar a distribuição dos briozoários, porém em escalas pequenas (de metros) (Navarrete et al., 2008).

Apesar de comuns no ambiente marinho, os briozoários raramente são dominantes devido à pouca habilidade competitiva por espaço e de regeneração das colônias. A abundância e persistência no ambiente dependem do tamanho da colônia (as grandes são mais resistentes), geometria, potencial de crescimento e da presença de mecanismos de interação (Mckinney e Jackson, 1989) como verificado em espécies perenes de briozoários em manguezais (Winston e Jackson, 1984). Por outro lado, o comportamento oportunista na colonização de novos espaços é favorecido em ambientes alterados, pois estes organismos apresentam rápido recobrimento após períodos de estresse e distúrbios (Murray e Littler, 1978) e isto pode garantir a presença de muitas espécies nos estágios iniciais de sucessão em comunidades de *fouling*.

A ocupação humana se deu, principalmente, nos estuários e nas áreas costeiras (Lotze et al., 2006) o que favorece a alteração e o enfraquecimento da estrutura das comunidades bênticas marinhas reduzindo a diversidade (Johnston e Roberts, 2009) e afetando a distribuição e a abundância dos organismos (Piola e Johnston, 2006a). Além disso, atualmente as construções civis têm causado sérias mudanças na erosão e transporte de sedimentos na zona costeira (Zuquette et al., 2004) que podem influenciar negativamente o desenvolvimento das comunidades bentônicas sésseis. Com relação ao impacto da eutrofização, por exemplo, verificou-se em estudo realizado na Baía da Guanabara, RJ, que a riqueza de espécies de briozoários foi maior em local considerado de moderada poluição orgânica, em comparação a outro local considerado de alta poluição orgânica (Breves-Ramos et al., 2005), sugerindo que a fauna de Bryozoa pode ser diretamente afetada pelo processo de urbanização. Entretanto, outros aspectos como a degradação do ambiente terrestre adjacente e a presença de grande quantidade de substratos artificiais ainda não foi avaliada.

A Baía da Babitonga é o maior estuário do estado de Santa Catarina, onde estão inseridos seis municípios - Araquari, Balneário Barra do Sul, Garuva, Itapoá, Joinville e São Francisco do Sul - apresentando aproximadamente 160 km<sup>2</sup> de área (Cremer, 2006). Estas cidades têm suas economias baseadas na pesca, turismo, agricultura e nas atividades industriais que vem aumentando provavelmente pela proximidade e acessibilidade aos portos da região (SOS Mata Atlântica e ICMBio, 2009). A região apresenta diversos tipos de habitats e também fornece diferentes fontes de produção primária, que juntos resultam em altos valores de produtividade e de biodiversidade (Ibama 2007). A beleza cênica juntamente com a alta biodiversidade da região tornam a Baía da Babitonga um patrimônio natural que vem sofrendo com o processo de degradação ambiental devido à ocupação humana do seu entorno, das atividades industriais, da pesca predatória e do assoreamento acelerado (SOS Mata Atlântica e ICMBio, 2009).

Os manguezais, um dos ecossistemas mais produtivos das regiões costeiras, são responsáveis pela riqueza de nutrientes e a grande variedade de habitats na região (Ibama, 2007), sendo que a Baía da Babitonga é o limite sul de ocorrência deste tipo de ecossistema (SOS Mata Atlântica e ICMBio, 2009). A proteção e produtividade conferida pelos manguezais aliadas a condições de temperatura média superficial da água favoráveis (entre 26 e 28°C) contribuem para o desenvolvimento do cultivo de moluscos na região que vem sendo colocado em risco devido à contaminação ambiental (Ibama, 2007). Os manguezais também propiciam a presença de um criadouro de espécies de peixes estuarinas e oceânicas (Costa e Souza-Conceição 2009) e de uma grande abundância de crustáceos braquiúros, alguns de consumo humano, que utilizam os manguezais como abrigo (Ibama, 2007). A Baía ainda abriga espécies ameaçadas como os meros, que se encontram em agregados reprodutivos, e os botos e toninhas (Ibama 2007). Estes últimos, de hábito costeiro, encontram na baía um refúgio, porém a Baía da Babitonga também oferece riscos às populações destes animais devido à degradação e perda do habitat decorrente principalmente à poluição, sobrepesca e capturas incidentais (Ibama, 2007). Os meros correm o risco de extinção principalmente devido às situações adversas oferecidas pela poluição e o desmatamento dos manguezais, além da sobrepesca (Ibama, 2007).

Também nesta baía está localizado o maior polo industrial do Estado de Santa Catarina, na cidade de Joinville, o porto de São Francisco do Sul (Ibama 2007) e o Porto Itapoá inaugurado recentemente. A implantação e atividade de terminais portuários estão associadas a vários impactos socioambientais como a perda de habitat, poluição sonora e química, introdução de espécies exóticas, dentre outros (SOS Mata Atlântica e ICMBio, 2009). Estes fatores aliados à ocupação humana intensa, aproximadamente 10% da população de Santa Catarina reside nos municípios ao redor da Baía da Babitonga (577.284 habitantes) (IBGE 2007), contribuem para a degradação ambiental da região pela contaminação da água, desmatamento, sobrepesca e ocupação ilegal das margens dos corpos hídricos (Cremer 2006). Portanto, indicadores de qualidade ambiental constituiriam ferramentas importantes no monitoramento destas transformações decorrentes das atividades antropogênicas recorrentes nesta região que apresenta além da biodiversidade elevada, espécies seriamente ameaçadas.

Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a variabilidade espacial da abundância dos briozoários, em locais da Baía da Babitonga com diferentes características ambientais indicando se as espécies respondem a alterações do ambiente de modo a poderem ser utilizadas como indicadoras em monitoramentos ambientais. Entende-se como indicador aquele táxon que estiver intimamente relacionado com alguma condição ambiental, sendo característico daquele local

(Dufrière e Legendre, 1997) e, portanto, gerando informações sobre o estado ambiental da região (Salas et al., 2006).

## **2. Material e métodos**

### **2.1. Área de estudo**

A Baía da Babitonga ( $26^{\circ}02' - 26^{\circ}28' S$  e  $48^{\circ}28' - 48^{\circ}50' W$ ) é dividida em três porções: norte formada pela região do Rio Palmital, central denominada Setor Principal que é a baía propriamente dita, e sul constituída pelo Canal do Linguado (Fig. 1). A conexão com o Oceano Atlântico ocorre através do canal principal que apresenta 1,7 km de largura com profundidade média de 6 m e máxima de 28 m (Cremer, 2006). Ao longo da Baía podem ser encontradas praias arenosas, costões rochosos e aproximadamente 24 ilhas ou planícies de marés (Ibama, 2007). O clima da região é caracterizado como Cfa na definição de Köppen apresentando inverno e verão definidos e sem estação seca (Cremer, 2006).

### **2.2. Amostragem**

Foram estabelecidos onze pontos de coleta (Fig. 1) ao longo do setor principal da Baía da Babitonga considerando diferentes características ambientais. Os pontos escolhidos localizam-se próximos à entrada (Porto de Itapoá, Cultivo Iperoba e Paulas), região intermediária (Iate Clube de São Francisco do Sul, Vila da Glória, Ilha Araújo de Fora, Cultivo Helias, Ilha da Rita e Ilha Grande) e interior (Barco do Príncipe e Joinville Iate Clube) da Baía, pois existe um gradiente decrescente de salinidade neste sentido que varia, aproximadamente, de 33 até 12 (Oliveira et al., 2006). Nas figuras e tabelas do texto, as denominações dos pontos de coletas serão simplificadas como indicado entre parênteses na Figura 1.

O local Porto, próximo ao Porto de Itapoá, refere-se a um trapiche com colunas revestidas de PVC onde foram colocados os sanduíches (Fig. 2A). Nos locais Iperoba (Fig. 2B) e Helias (Fig. 3A) os sanduíches foram fixados a cordas de cultivo de mexilhões, enquanto nos locais Paulas (Fig. 2C), IC-SFS (Fig. 2D), Vila da Glória (Fig. 2E), Príncipe (Fig. 3D) e JIC (Fig. 3E) os sanduíches foram presos em colunas de concreto de píeres. Flutuadores e cordas amarradas aos mesmos foram o substrato de fixação dos sanduíches nos locais Araújo (Fig. 2F) e Ilha da Rita (Fig. 3B). Já no local Ilha Grande (Fig. 3C), os sanduíches foram fixados às colunas de um píer revestidas de PVC e também em flutuadores próximos.

Uma vez que os briozoários colonizam de maneira satisfatória os substratos artificiais (Cangussu et al., 2010; McCann et al., 2007; Maturo, 1959), foram utilizadas placas de polietileno escuro devido à facilidade de amostragem, pois muitas vezes o mergulho para realizar a coleta de substratos naturais ou a raspagem de organismos do ambiente são dificultados pela turbidez e hidrodinamismo das águas próximas aos costões rochosos e manguezais. Também, as placas podem ser armazenadas em laboratório e utilizadas para análises posteriores de outros grupos taxonômicos.

Em cada ponto amostral, conjuntos experimentais compostos por seis pares de placas de polietileno de dimensões 12x12 cm foram submersos por aproximadamente três meses durante o período de inverno (junho – setembro/2010) e verão (dezembro/2010 – março/2011). Neste intervalo de tempo já há um desenvolvimento suficiente das colônias para a observação de seu formato geral e, em alguns grupos, os ovicelos (estruturas reprodutivas) já estão evidentes. Estas são características importantes para a identificação dos briozoários. Cada par de placas foi montado como “sanduíches” com aproximadamente dois centímetros de distância entre elas a fim de criar microhábitats que favorecem a amostragem de espécies com diferentes sensibilidades à quantidade de luz e predação. Os “sanduíches” foram então fixados a estruturas de cultivos, colunas de sustentação de píeres e flutuadores, durante períodos de maré baixa de modo que as placas ficassem horizontais e recobertas pela água o maior tempo possível ao longo do período de amostragem.

Para cada ponto amostral foram registradas variáveis ambientais relacionadas à água, ao sedimento e à urbanização. As variáveis relacionadas à água foram medidas durante as coletas e complementadas com as informações de Oliveira et al. (2006) correspondendo à velocidade da corrente (pés/s), salinidade (g/L), temperatura (°C), pH, oxigênio dissolvido (OD, mg/mL), sólidos totais dissolvidos (TDS, ppt), condutividade (MS/cm), demanda bioquímica de oxigênio (DBO, mg/mL), transparência (Secchi, cm) e as concentrações máximas de fosfato (mg/L) e nitrato (mg/L). Também foram utilizadas as medidas de precipitação máxima e mínima (em mm) derivadas de dados cedidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. -EPAGRI e pela Fundação de Apoio ao Desenvolvimento Rural Sustentável do Estado de Santa Catarina - FUNDAGRO. Foram consideradas como variáveis relacionadas ao sedimento os valores máximos da concentração no sedimento (mg/kg) de arsênio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco de acordo com Oliveira et al. (2006). Ainda foram estimadas variáveis relacionadas à urbanização como o número de píeres e a porcentagem de construção civil em relação à área total em um círculo de 500 m ao redor do ponto amostrado.

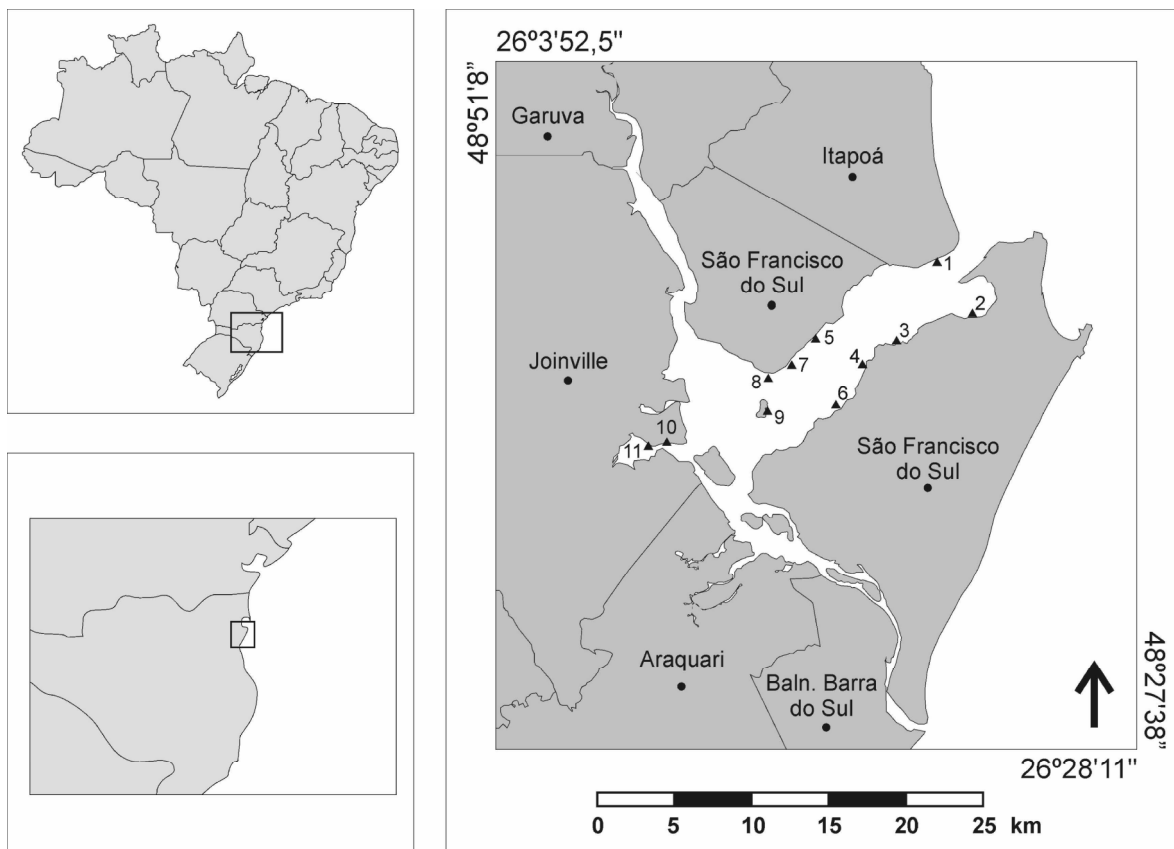


Fig. 1. Baía da Babitonga, Santa Catarina, Brasil. Localização dos pontos de coleta: 1- Porto de Itapoá (Porto), 2- Cultivo Iperoba (Iperoba), 3- Paulas, 4- Iate Clube de São Francisco do Sul (IC-SFS), 5 – Vila da Glória (Glória), 6- Ilha Araújo de Fora (Araújo), 7- Cultivo Helias (Helias), 8 - Ilha da Rita (Rita), 9 - Ilha Grande (Grande), 10- Barco do Príncipe (Príncipe), 11- Joinville Iate Clube (JIC).

### 2.3. Análise do material biológico

A análise das placas foi realizada em laboratório, sob lupa, com o auxílio de uma grade quadriculada de 10x10 cm. Portanto, foi descartado 1 cm em cada margem para evitar modificações decorrentes da manipulação das placas e a área analisada foi de 100 cm<sup>2</sup> (em contrapartida da área total da placa que é de 144 cm<sup>2</sup>). As quatro faces dos sanduíches foram analisadas. As faces das placas foram consideradas como unidades amostrais, pois não foram observadas colônias crescendo para o outro lado da placa. Além disso, a disposição das placas como sanduíches confere às faces diferentes condições de luminosidade, circulação de água e proteção aos predadores aumentando a independência entre as faces de uma mesma placa.

Os briozoários que ocorreram sobre as placas foram identificados até o menor nível taxonômico possível e analisados quanto à frequência (número de faces em que a espécie esteve presente) e abundância (porcentagem de cobertura de cada espécie em cada face da placa).



Fig. 2. Locais de amostragem na Baía da Babitonga. A- Porto de Itapoá, notar as colunas do píer revestidas por PVC; B- Cultivo Iperoba onde as placas foram afixadas às cordas; C- Píer Paulas com suas colunas de concreto; D- IC-SFS evidenciando as colunas de concreto em maré baixa; E- Vila da Glória com colunas de concreto; F- Ilha Araújo de Fora, notar os sanduíches afixados à corda amarrada ao flutuador. Fonte: próprio autor.

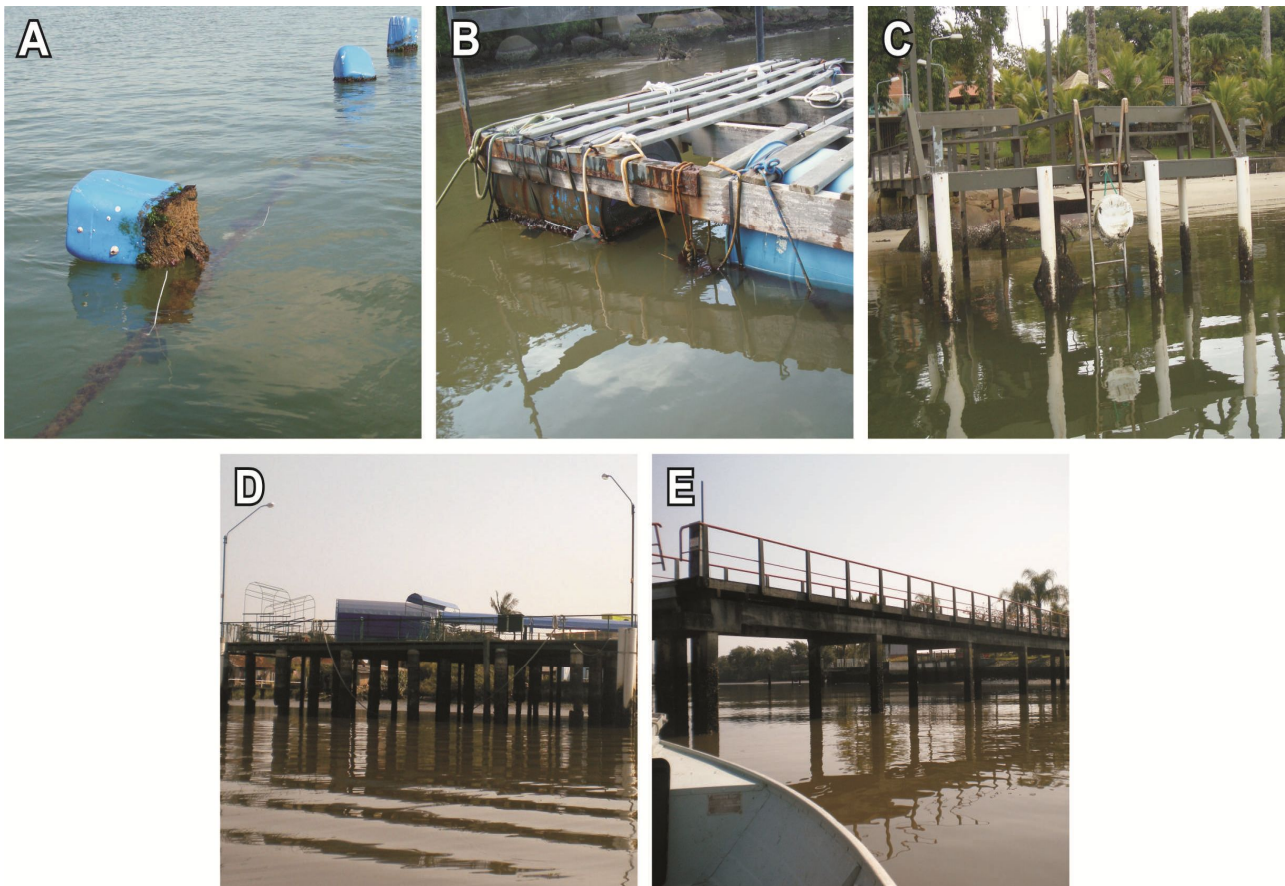


Fig. 3. Locais de amostragem na Baía da Babitonga. A- Cultivo Helias, notar sanduíche afixado à corda submersa próximo ao flutuador; B- Ilha da Rita onde os sanduíches foram afixados ao flutuador e a cordas amarradas a este; C- Ilha Grande, píer com colunas revestidas por PVC onde foram afixados alguns sanduíches; D- Barco do Príncipe com colunas de concreto; E- JIC e suas colunas de concreto. Fonte: próprio autor.

#### 2.4 Análise dos dados

Foi realizada uma análise de correspondência – DCA para ordenar os dados biológicos em relação ao período de amostragem (inverno e verão). Através do Valor Indicador - IndVal, desenvolvido por Dufrene e Legendre (1997), foram estabelecidas as espécies indicadoras de cada período em relação à abundância, sem levar em consideração o local de ocorrência e as características ambientais, mas somente o período de ocorrência: verão e inverno. De acordo com Dufrene e Legendre (1997), espécies indicadoras são aquelas características de cada grupo de locais sendo idealmente encontradas em um único grupo (especificidade) e presentes na maioria dos locais pertencentes àquele grupo (fidelidade). O IndVal combina a média da abundância das espécies com suas frequências de ocorrência nos grupos (Borcard et al., 2011), considerando a

especificidade e fidelidade e variando de 0 a 1, sendo 1 referente à melhor indicação (Dufrêne e Legendre, 1997). Um aspecto positivo deste método é sua possível utilização mesmo com dados que contenham uma alta proporção de valores “zero” (Sasal et al., 2007), o que no presente trabalho foi recorrente uma vez que a maioria dos briozoários não esteve presente em todos os locais amostrados. Através de permutações foram geradas as significâncias estatísticas dos valores indicadores (Dufrêne e Legendre, 1997; Zintzen et al., 2008; Bandelj et al., 2009) e consideradas indicadoras as espécies cujo valor indicador foi significativo ( $p < 0,05$ ) (Dufrêne e Legendre, 1997). Um aspecto importante é que o IndVal, por ser um valor absoluto expresso em porcentagem e calculado independentemente para os táxons analisados, pode ser utilizado em comparações externas (McGeoch e Chown, 1998).

Para todas as análises, os dados bióticos foram logaritmizados e padronizados. As demais análises estatísticas foram realizadas separadamente para inverno e verão, pois existem diferenças sazonais entre a composição de briozoários destes dois períodos.

A fim de sumarizar os dados ambientais, foi realizada a Análise de Coordenadas Principais (PCoA) destes dados. Vale ressaltar que a matriz de dados ambientais apresenta os valores máximos e mínimos de cada variável ambiental já encontrados em algum momento (derivados da literatura e de medições realizadas durante as coletas), pois se buscou saber os limites de tolerância dos briozoários para caracterizar toda a gama de possibilidades de condições ambientais encontradas pelos animais. Somente a variável demanda bioquímica de oxigênio mínima (DBOMin) não foi utilizada nas análises, pois foi igual em todos os locais de coleta. O objetivo foi verificar a relação dos táxons encontrados com as possíveis condições ambientais ocorrentes na região, pois algumas espécies persistem ao longo do tempo. Todas estas variáveis ambientais (exceto pH) foram logaritmizadas e padronizadas pela média e desvio padrão. Nas análises posteriores foram utilizados os dois primeiros eixos da PCoA, que foram significativos de acordo com o critério de *broken-stick*. Os resultados da PCoA foram diferentes para inverno e verão devido à perda de todos os conjuntos amostrais em alguns locais (Tabela 1) resultando na amostragem de locais distintos durante os dois períodos.

Para verificar quais variáveis ambientais explicam a variação da abundância das espécies de briozoários foi realizada a Análise de Redundância (RDA) separadamente para inverno e verão devido à diferença na abundância dos táxons durante os períodos (conforme evidenciado pela DCA). Optou-se por utilizar a RDA ao invés da Análise de Correspondência Canônica (CCA) por ser a melhor indicada para gradientes ambientais de pequena escala espacial (Legendre e Legendre, 1998). Por não apresentar grandes variações de latitude e longitude (Fig.1) a Baía da

Babitonga foi considerada como gradiente ambiental de pequena escala espacial neste estudo, pois não engloba grandes variações de padrões climáticos, por exemplo.

Também foi realizada a RDA parcial a fim de se constatar o quanto da variação dos dados biológicos pode ser explicado exclusivamente pelo ambiente ou pelo espaço (Legendre e Legendre, 1998). Para isto foram utilizadas duas matrizes predictoras: uma ambiental e outra espacial. A matriz ambiental consiste das variáveis relacionadas à água, ao sedimento e à urbanização que foram logaritmizadas e padronizadas. As variáveis espaciais ou filtros espaciais foram derivadas das coordenadas geográficas dos locais de coleta e criadas através de autoanálises (Borcard e Legendre, 2002; Diniz-Filho e Bini, 2005; Dray et al., 2006; Griffith e Peres-Neto, 2006) que utilizam os autovetores extraídos das matrizes de distâncias. Portanto, as variáveis espaciais demonstram como se dão as relações das unidades amostrais no espaço sob diferentes proposições. Por exemplo, uma baixa autocorrelação espacial é indicada por baixos autovalores (valor em módulo) e por um pequeno poder de definição de estruturas espaciais (Griffith e Peres-Neto 2006, Dray et al. 2006). Então somente os autovetores com coeficientes  $I$  de Moran superiores a 0,1 foram selecionados, pois estes supostamente corresponderiam às estruturas espaciais que potencialmente podem ser utilizadas como variáveis substitutas da dispersão (Nabout et al., 2009). As análises espaciais foram realizadas no programa Spatial Analysis in Macroecology v. 3,0 (SAM, Rangel et al., 2010). Na RDA parcial é possível então atribuir qual porcentagem da variação da abundância de briozoários ocorre devido a um componente ambiental puro (sem influência do espaço), a um espacial puro, a um ambiental espacialmente estruturado e também a proporção da variação não explicada pelas variáveis. A significância dos componentes ambiental e espacial puro foi testada por ANOVA através de 9999 permutações (Nabout et al., 2009).

Através da análise de agrupamento (Cluster) os locais semelhantes ambientalmente, com similaridade maior que 60% foram agrupados. O IndVal identificou as espécies indicadoras para os grupos formados e/ou locais isolados evidenciados pelo Cluster (exemplo em Bandelj et al., 2009), separadamente para cada período, sendo consideradas como tais aquelas com  $p < 0,05$ .

Exceto as análises espaciais que foram realizadas no programa Spatial Analysis in Macroecology v. 3,0 (SAM, Rangel et al., 2010), as demais análises foram realizadas através do programa R versão 2.13.1.

### **3. Resultados**

Foram encontrados 19 táxons de briozoários na Baía da Babitonga (Tabela 1- capítulo I) durante todo o período de amostragem. Algumas placas foram perdidas, sendo que no inverno não

houve placas analisadas para os locais Vila da Glória e Ilha Grande e no verão nos locais Porto de Itapoá e Cultivo Helias (Tabela 1).

Tabela 1. Riqueza de briozoários no inverno (RiqInv) e no verão (RiqVer) nos pontos amostrados da Baía da Babitonga. O número de faces analisadas está entre parênteses.

Local	RiqInv (faces)	RiqVer(faces)
Porto	11 (20)	-
Iperoba	6 (16)	11 (24)
Paulas	12 (20)	3 (8)
IC-SFS	5 (24)	6 (24)
Glória	-	7 (8)
Araújo	11 (24)	11 (24)
Helias	7 (10)	-
Rita	9 (8)	9 (8)
Grande	-	9 (24)
Príncipe	2 (24)	5 (24)
JIC	2 (24)	6 (24)

Os dados ambientais foram sumarizados pela Análise de Coordenadas Principais (PCoA) para inverno e verão. Algumas das variáveis responsáveis pela caracterização ambiental da baía foram salinidade, condutividade, secchi (transparência), pH, sólidos totais dissolvidos (TDS) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (PCoA1 e PCoA2; Tabelas 2 e 3). Em geral, todas estas variáveis apresentaram uma tendência de diminuição no sentido entrada-interior da baía. A salinidade variou de 32 até 11, sendo que os valores no interior da baía nunca ultrapassaram 24. Apesar da localização na entrada ou porção intermediária, os locais Paulas e Vila da Glória apresentaram salinidade mínima inferior aos dos locais adjacentes a estes (Fig. 4A). Para os valores máximos de condutividade o padrão de diminuição foi constante, porém para os valores mínimos houve uma queda abrupta no local Vila da Glória seguida por um aumento no local Araújo e posterior queda nos valores (Fig. 4B). A transparência da água oscilou entre os locais obtendo maior valor no local Helias sendo seguido pelo Porto e os menores valores deram-se para Príncipe e JIC (Fig. 4C). A maior amplitude de variação de pH se deu nos locais do interior da baía, enquanto a diferença entre o valor máximo e mínimo foi no máximo 0,2 nos locais da região intermediária: Iperoba, Vila da Glória, Araújo, Helias e Ilha da Rita (Fig. 4D). Em relação ao TDS, os valores diminuíram gradativamente na medida em que os locais se interiorizavam na baía com exceção da Ilha Grande, onde houve um aumento (Fig. 4E). A DBO mínima foi igual em todos os locais, já a DBO máxima atingiu os maiores valores nos locais Porto e Iperoba e os menores em Paulas e IC-SFS (Fig. 4F).

Tabela 2. Correlação entre as variáveis ambientais e de urbanização na Baía da Babitonga com o primeiro (PCoA1) e segundo (PCoA2) eixos da PCoA para o inverno. Os cinco maiores valores para cada eixo estão em negrito.

Variáveis ambientais	PCoA1	PCoA2
Distância da entrada da baía	0,87	-0,22
Profundidade	-0,60	0,06
Temperatura máxima	0,55	-0,58
Temperatura mínima	0,92	-0,02
pH máximo	-0,89	0,18
pH mínimo	-0,80	0,39
Precipitação máxima	0,67	0,57
Precipitação mínima	0,49	<b>0,64</b>
Secchi máximo	-0,85	0,01
Secchi mínimo	-0,86	0,18
Salinidade máxima	-0,83	0,14
Salinidade mínima	<b>-0,95</b>	-0,11
Oxigênio dissolvido máximo	0,31	<b>0,69</b>
Oxigênio dissolvido mínimo	0,74	0,21
Sólidos totais dissolvidos máximo	<b>-0,98</b>	0,00
Sólidos totais dissolvidos mínimo	<b>-0,99</b>	-0,06
Condutividade máxima	<b>-0,96</b>	-0,12
Condutividade mínima	-0,81	-0,35
Velocidade da corrente	-0,74	-0,58
Demanda bioquímica de oxigênio máxima	-0,28	<b>0,81</b>
Fosfato	0,67	-0,54
Nitrato	0,63	<b>0,76</b>
Arsênio	-0,47	-0,16
Cádmio	-0,01	<b>-0,88</b>
Chumbo	0,26	-0,55
Cobre	<b>0,96</b>	-0,20
Cromo	0,91	0,12
Mercurio	0,37	<b>-0,88</b>
Níquel	0,73	0,37
Zinco	<b>0,99</b>	0,01
Construção	0,35	-0,51
Área Desmatada	0,30	0,25
Péres	0,63	-0,53

Além destas variáveis, as concentrações de cobre, zinco, cromo e nitrato também contribuíram na PCoA. Estas variáveis apresentaram uma tendência de elevação de concentração no sentido entrada-interior da baía. As concentrações de cobre e zinco foram muito elevadas no interior da baía quando comparadas aos demais locais (Fig. 5A, 5B). Para o cromo, ao contrário dos demais metais, ocorreram duas elevações abruptas: uma na transição dos locais IC-SFS e Vila da Glória e outra entre a Ilha Grande e o Príncipe (Fig. 5C). Os locais Paulas e IC-SFS apresentaram os menores valores de nitrato e a partir do local Vila da Glória, exceto no Araújo, ocorreram os maiores valores (Fig. 5D).

Tabela 3. Correlação entre as variáveis ambientais e de urbanização na Baía da Babitonga com o primeiro (PCoA1) e segundo (PCoA2) eixos da PCoA para o verão. Os cinco maiores valores para cada eixo estão em negrito

Variáveis ambientais	PCoA1	PCoA2
Distância da entrada da baía	0,90	0,05
Profundidade	-0,57	-0,03
Temperatura máxima	0,41	0,32
Temperatura mínima	0,90	0,25
pH máximo	-0,87	-0,31
pH mínimo	-0,75	-0,54
Precipitação máxima	0,81	-0,46
Precipitação mínima	0,70	-0,54
Secchi máximo	-0,90	-0,05
Secchi mínimo	-0,84	-0,19
Salinidade máxima	-0,79	-0,41
Salinidade mínima	<b>-0,94</b>	0,14
Oxigênio dissolvido máximo	0,44	-0,55
Oxigênio dissolvido mínimo	0,69	-0,46
Sólidos totais dissolvidos máximo	<b>-0,96</b>	-0,17
Sólidos totais dissolvidos mínimo	<b>-0,98</b>	-0,09
Condutividade máxima	<b>-0,94</b>	0,13
Condutividade mínima	-0,77	0,51
Velocidade da corrente	-0,84	0,34
Demanda bioquímica de oxigênio máxima	-0,05	-0,65
Fosfato	0,56	0,63
Nitrato	0,67	<b>-0,73</b>
Arsênio	-0,58	-0,31
Cádmio	-0,24	<b>0,74</b>
Chumbo	0,21	<b>0,77</b>
Cobre	<b>0,94</b>	-0,23
Cromo	0,88	-0,26
Mercúrio	0,21	<b>0,93</b>
Níquel	0,69	-0,56
Zinco	<b>0,99</b>	0,00
Construção	0,31	<b>0,77</b>
Área Desmatada	0,13	-0,64
Péres	0,52	<b>0,71</b>

A análise de correspondência - DCA evidenciou a distinção dos locais de coleta entre inverno e verão baseando-se na abundância das espécies (Fig. 6). Com exceção dos locais Príncipe-inverno e JIC-inverno que ficaram agrupados juntos ao local Paulas-verão, houve separação dos locais de inverno e de verão.

*Bugula neritina* e *Bugula stolonifera* podem ser consideradas indicadoras para o inverno, porém a primeira apresentou valor indicador maior (0,65) que a segunda (0,54). Para o verão, *Alcyonidium* sp., *Victorella* sp. e *Hippoporina indica* apresentaram valores de indicação significativos, sendo que *Victorella* sp. obteve o maior valor (0,82) (Tabela 4).

Tabela 4. Valor indicador das espécies (*Indvalue* - Dufrêne e Legendre, 1997) e período de indicação na Baía da Babitonga. As espécies consideradas indicadoras de abundância para cada período foram aquelas com  $p < 0,05$  (em negrito).

Espécie	Período	<i>Indvalue</i>	<i>P</i>
<b><i>Alcyonidium</i> sp.</b>	<b>Verão</b>	<b>0,70</b>	<b>0,03</b>
<b><i>Victorella</i> sp.</b>	<b>Verão</b>	<b>0,82</b>	<b>&lt; 0,01</b>
<i>Bowerbankia gracilis</i>	Verão	0,25	0,83
<i>Bowerbankia</i> sp.1	Inverno	0,30	0,78
<i>Bowerbankia</i> sp.2	Inverno	0,62	0,10
<i>Amathia brasiliensis</i>	Verão	0,22	0,49
<i>Zoobotryon verticillatum</i>	Inverno	0,11	1,00
<i>Aeverrillia setigera</i>	Verão	0,11	1,00
Arachnidiidae	Inverno	0,44	0,08
<i>Biflustra</i> sp.	Inverno	0,58	0,19
<i>Conopeum</i> sp.	Verão	0,70	0,06
<i>Electra tenella</i>	Verão	0,50	0,12
<i>Sinoflustra annae</i>	Inverno	0,25	0,65
<b><i>Bugula neritina</i></b>	<b>Inverno</b>	<b>0,65</b>	<b>0,01</b>
<b><i>Bugula stolonifera</i></b>	<b>Inverno</b>	<b>0,54</b>	<b>0,02</b>
<i>Beania klugei</i>	Verão	0,11	1,00
<i>Scrupocellaria</i> sp.	Inverno	0,11	1,00
<b><i>Hippoporina indica</i></b>	<b>Verão</b>	<b>0,70</b>	<b>0,01</b>
<i>Schizoporella</i> sp.	Inverno	0,22	0,47

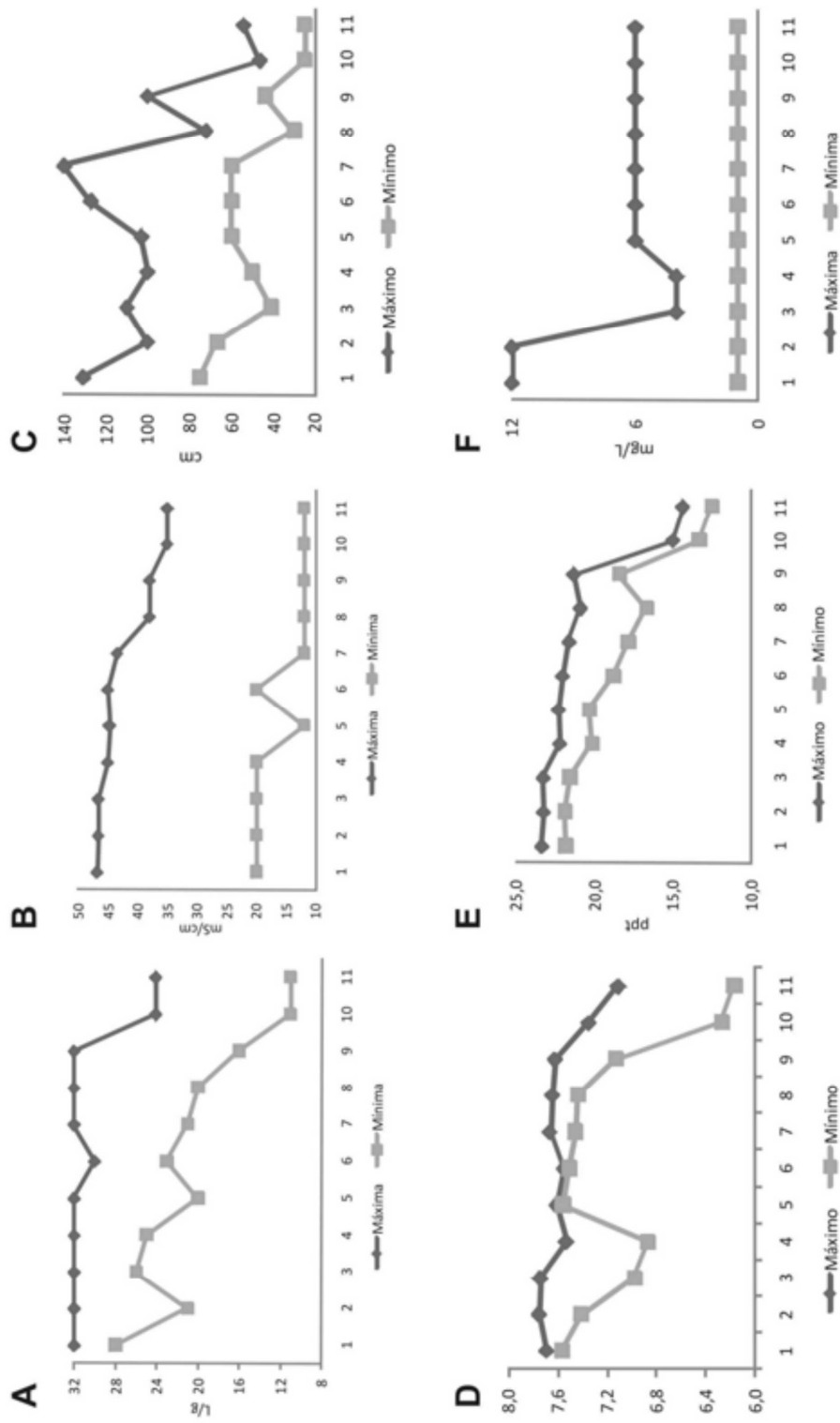


Fig. 4. Perfis das variáveis ambientais relacionadas à água em 11 locais amostrados na Baía da Babitonga. A- Salinidade, B- Condutividade; C- Profundidade do disco de Secchi, D- pH, E- TDS, F- DBO.1- Porto de Itapoá, 2- Iperoba, 3- Paulas, 4- IC-SFS, 5 - Vila da Glória, 6- Araújo, 7- Helias, 8 - Rita, 9 - Ilha Grande, 10- Príncipe, 11- JIC.

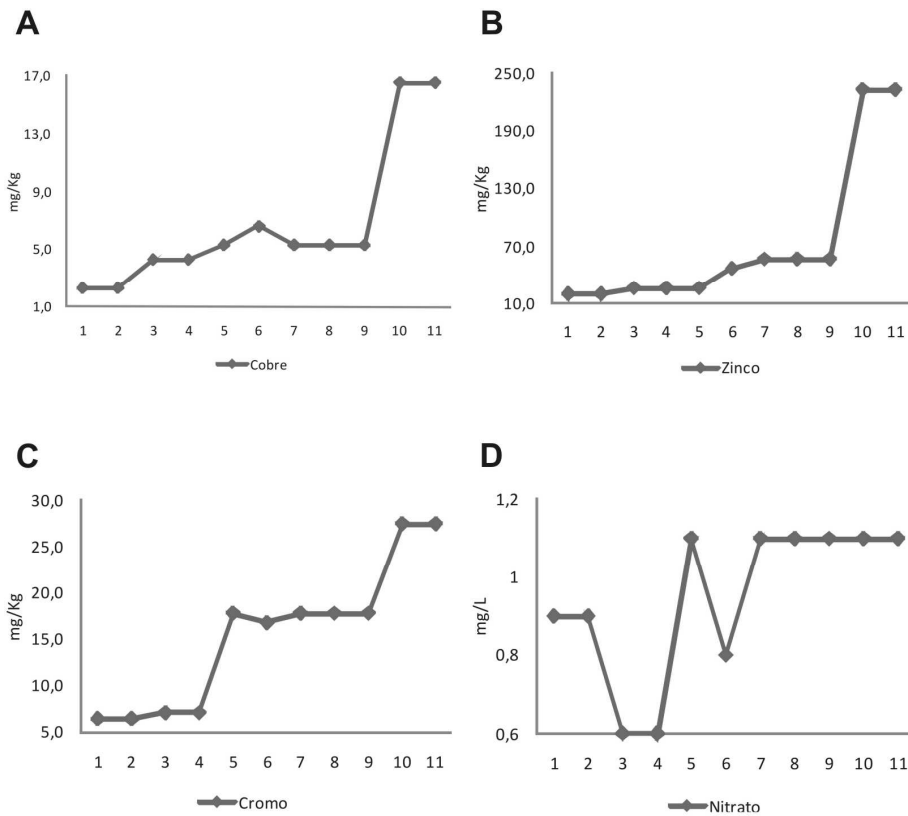


Fig. 5. Perfis das variáveis ambientais relacionadas ao sedimento 11 locais amostrados na Baía da Babitonga : A- Cobre, B- Zinco, C- Cromo, D- Nitrato. 1- Porto de Itapoá, 2- Iperoba, 3- Paulas, 4- IC-SFS, 5 – Vila da Glória, 6- Araújo, 7- Helias, 8 - Rita, 9 - Ilha Grande, 10- Príncipe, 11- JIC.

Devido à análise de correspondência – DCA em geral ter mostrado uma separação entre os locais de inverno e verão em relação à abundância dos briozoários, as demais análises e observações foram realizadas separadamente para cada período.

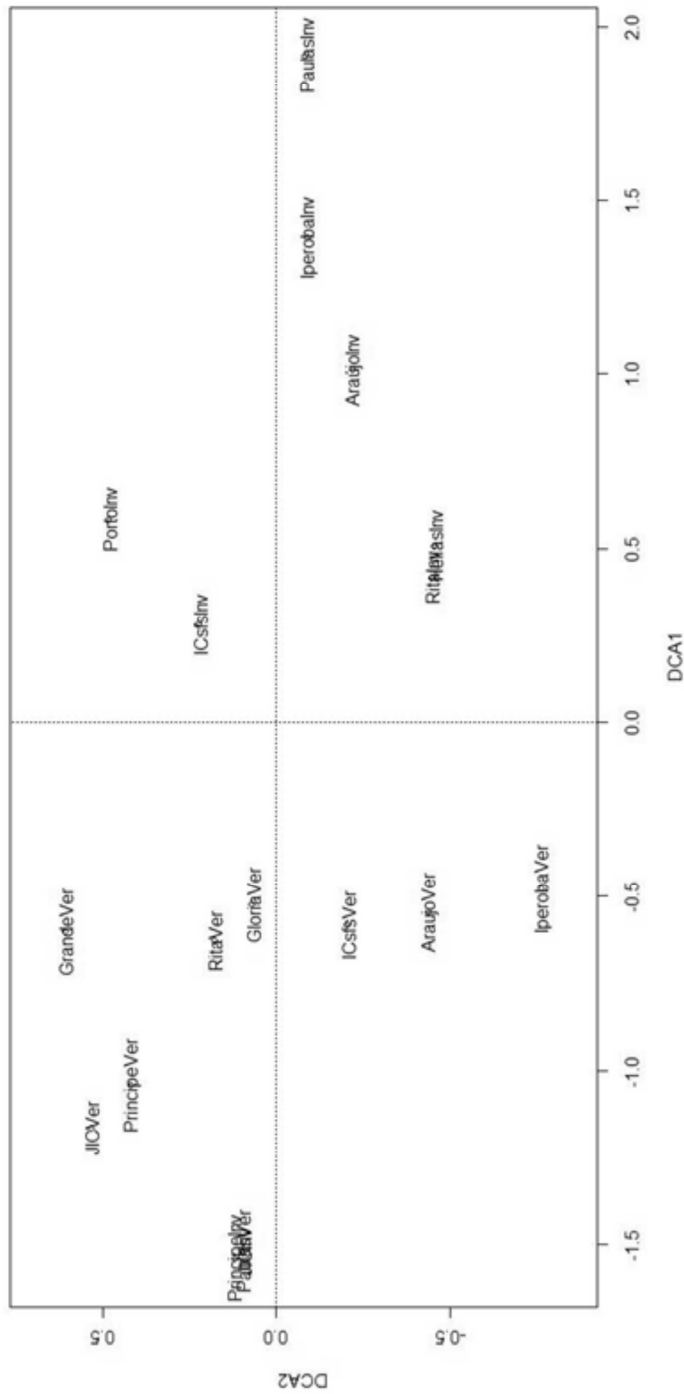


Fig. 6. Análise de Correspondência – DCA demonstrando a diferenciação temporal entre os locais de coleta na Baía da Babitonga. Onde: PortoInv = Porto inverno; IperobaInv = Iperoba inverno; PaulasInv = Paulas inverno; ICsfsInv = IC-SFS inverno; AraujoInv = Araujo inverno; HeliasInv = Helias inverno; RitaInv = Ilha da Rita inverno; PríncipeInv = Príncipe inverno; JICInv = JIC inverno; IperobaVer = Iperoba verão; PaulasVer = Paulas verão; ICsfsVer = IC-SFS verão; GloriaVer = Vila da Glória verão; AraujoVer = Araujo verão; RitaVer = Ilha da Rita verão; GrandeVer = Ilha Grande verão; PríncipeVer = Príncipe verão; JICVer = JIC verão.

### 3.1 Inverno (Apêndices 1 e 2)

Dezesseis táxons de briozoários foram encontrados distribuídos ao longo dos nove pontos amostrados (Tabela 5). Em geral, locais mais distantes da entrada da Baía da Babitonga apresentaram uma menor riqueza de briozoários quando comparados àqueles mais próximos da entrada da Baía. Os locais de maior riqueza foram Porto, Paulas e Araújo com 11 - 12 espécies, sendo os locais Príncipe e JIC os de menor riqueza, com duas espécies cada (Tabela 1). *Victorella* sp. e *Conopeum* sp. foram as únicas espécies que ocorreram no interior da baía, mas a segunda com baixa frequência e cobertura. Ambas também foram encontradas em outras regiões da Baía. *Zoobotryon verticillatum*, *Scrupocellaria* sp. e *Schizoporella* sp. ocorreram exclusivamente na entrada da Baía, região de maior riqueza (Tabela 5). Os setores intermediário e o interior da baía não apresentaram espécies exclusivas. Os demais táxons ocorreram simultaneamente nas regiões de entrada e intermediária da baía.

*Victorella* sp. no JIC e *Bugula neritina* no Iperoba foram as únicas espécies presentes em 100% das faces das placas analisadas em um ponto de coleta. Ambas as espécies apresentaram cobertura média de 10% nestes pontos. No ponto Príncipe, *Victorella* sp. também teve uma alta frequência, porém com média de cobertura de, aproximadamente, a metade daquela do ponto JIC. *Bugula neritina* e *Bugula stolonifera* ocorreram simultaneamente em cinco pontos amostrais, sendo que no IC-SFS ocorreu somente *B. neritina*. Nos pontos em que co-ocorreram, *B. neritina* apresentou maior frequência na entrada e *B. stolonifera* na região intermediária da Baía. Estas espécies também foram as duas mais frequentes nos pontos Iperoba e Araújo. Das espécies que ocorreram na região de entrada e intermediária da Baía, *Sinoflustra annae* foi mais frequente na primeira e *Bowerbankia* sp.1 e *Biflustra* sp. na região intermediária (Tabela 5).

Quatorze das 16 espécies identificadas tiveram coberturas médias inferiores à 0,5% em algum dos pontos amostrados, sendo que a maioria apresentou frequência de até 0,1. Porém, apesar da baixa cobertura média, os táxons *Alcyonidium* sp., *Bowerbankia* sp.1, *Conopeum* sp., *Bugula stolonifera*, *Hippoporina indica* e *Schizoporella* sp. apresentaram frequência entre 0,2 e 0,5 em pelo menos um dos pontos. *Zoobotryon verticillatum*, encontrada exclusivamente no ponto Paulas em somente uma face analisada, apresentou-se em baixa porcentagem de cobertura (2%) (Tabela 5).

Tabela 5. Média da porcentagem de cobertura (frequência) de briozoários nos pontos da baía da Babitonga, amostrados no inverno. Em negrito a espécie de maior abundância em cada local.

Espécie	Porto	Iperoba	Paulas	IC-SFS	Araújo	Helias	Rita	Príncipe	JIC
<i>Alcyonidium</i> sp.	4,2 (0,5)	< 0,5 (0,3)			0,8 (0,2)	0,6 (0,2)	1,0 (0,2)		
<i>Victorella</i> sp.				0,8 (0,3)				<b>4,5 (0,9)</b>	<b>10,0 (1,0)</b>
<i>Bowerbankia gracilis</i>	< 0,5 (0,05)		< 0,5 (0,05)			< 0,5 (0,1)	< 0,5 (0,1)		
<i>Bowerbankia</i> sp.1	< 0,5 (0,05)		< 0,5 (0,05)	< 0,5 (< 0,05)	< 0,5 (0,2)	< 0,5 (0,1)	1,6 (0,5)		
<i>Bowerbankia</i> sp.2	< 0,5 (0,1)	0,6 (0,1)	2,8 (0,8)	< 0,5 (< 0,05)	3,2 (0,7)	< 0,5 (0,1)			
<i>Zoobotryon verticillatum</i>			< 0,5 (0,05)						
Arachnididae	0,6 (0,1)				< 0,5 (< 0,05)	< 0,5 (0,05)	< 0,5 (0,1)		
<i>Biflustra</i> sp.	<b>9,8 (0,7)</b>	8,7 (0,6)	2,9 (0,6)	< 0,5 (0,1)	4,6 (0,5)	<b>5,8 (0,8)</b>	<b>4,9 (0,9)</b>		
<i>Conopem</i> sp.			< 0,5 (0,1)		1,5 (0,2)		< 0,5 (0,4)	< 0,5 (0,1)	< 0,5 (0,2)
<i>Electra tenella</i>	4,4 (0,3)	< 0,5 (0,1)			< 0,5 (< 0,05)				
<i>Sinoflustra annae</i>			2,0 (0,2)		1,1 (< 0,05)	< 0,5 (0,05)			
<i>Bugula neritina</i>	1,6 (0,5)	<b>10,2 (1,0)</b>	8,6 (0,8)	<b>0,8 (0,5)</b>	4,4 (0,8)		< 0,5 (0,1)		
<i>Bugula stolonifera</i>	1,2 (0,4)	7,4 (0,7)	1,7 (0,6)		<b>26,4 (0,9)</b>		< 0,5 (0,4)		
<i>Scrupocellaria</i> sp.			<b>14,8 (0,6)</b>						
<i>Hippoporina indica</i>	< 0,5 (0,1)		< 0,5 (0,2)		2,2 (0,6)		< 0,5 (0,1)		
<i>Schizoporella</i> sp.	0,6 (0,1)		< 0,5 (0,3)						

Analisando a máxima porcentagem de cobertura por face de cada táxon em cada ponto de coleta, verificou-se que *Alcyonidium* sp. (40,5%), *Electra tenella* (34,5%) e *Bugula neritina* (63,5%) apresentaram valores superiores na região de entrada da baía em contrapartida da região intermediária (Tabela 6). O maior valor da máxima porcentagem de cobertura foi da espécie *Scrupocellaria* sp. (71,5%), presente somente no ponto Paulas. A única espécie presente em todas as regiões da Baía, *Conopeum* sp., obteve o valor máximo de porcentagem de cobertura na região intermediária (32,5%). Já *Victorella* sp. teve sua máxima porcentagem de cobertura na região do interior da Baía (29,5%) (Tabela 6).

Para a Análise de Redundância (RDA) foram utilizados os dois primeiros eixos da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) dos dados ambientais (PCoA1 e PCoA2; Tabela 2). Verificou-se que 47,5% da variação da abundância de briozoários no inverno pode ser explicada pelas variáveis ambientais, sem considerar na análise a presença de outras variáveis como aquelas referentes ao espaço, por exemplo. A RDA indicou que os locais IC-SFS (sit4), Príncipe (sit8), JIC (sit9) e o briozoário *Victorella* sp. estão mais relacionados com altas concentrações de cobre, zinco e cromo além de altos valores de temperatura mínima e baixos valores de salinidade mínima, sólidos totais dissolvidos (TDS), condutividade máxima, transparência (Secchi) e pH máximo (variáveis correlacionadas com o eixo PCoA1 – Tabela 2). Em contrapartida, os locais Iperoba (sit2) e Araújo (sit 5) juntamente com os briozoários *Bugula neritina* e *Bugula stolonifera* estão relacionados a valores inversos dos apontados acima. Os locais Porto (sit1), Helias (sit6) e Ilha da Rita (sit7) estão mais relacionados a altos valores de precipitação mínima, oxigênio dissolvido máximo (ODmax), demanda bioquímica de oxigênio máxima (DBOmax) e concentração de nitrato além de baixas concentrações de cádmio e mercúrio (Fig. 7, Tabela 2). Para os demais locais não houve uma característica ambiental específica assim como para os outros briozoários, sendo estes táxons considerados generalistas (de acordo com as condições ambientais), pois figuram próximos ao centro do gráfico (Fig. 7).

Através da RDA parcial constatou-se que considerando as variáveis ambientais e espaciais na análise, houve 49,0% de explicação da variação dos dados biológicos. Neste mesmo contexto, as variáveis ambientais sozinhas são responsáveis por 26,0% da variação da abundância dos briozoários ( $p = 0,05$ ). Durante o inverno, a abundância dos briozoários não foi significativamente explicada pelas variáveis espaciais (Tabela 7).

Tabela 6. Máxima porcentagem de cobertura das espécies em uma face das placas nos pontos amostrados no inverno na baía da Babitonga. Em negrito a espécie de maior valor de cada local; \* local onde a espécie obteve o maior valor.

Espécie	Porto	Iperoba	Paulas	IC-SFS	Araújo	Helias	Rita	Príncipe	JIC
<i>Alcyonidium</i> sp.	<b>40,5*</b>	1,0			17,0	10,0	5,5		
<i>Vicorella</i> sp.				5,5				<b>13,5</b>	<b>29,5*</b>
<i>Bowerbankia gracilis</i>	0,5		0,5			2,0*	0,5		
<i>Bowerbankia</i> sp.1	0,5		0,5	0,5	3,5	7,5*	5,5		
<i>Bowerbankia</i> sp.2	1,0	4,5	11,0*	1,5	9,5	0,5			
<i>Zoobotryon verticillatum</i>			2,0						
Arachnididae	8,0*				7,5	2,0	1,5		
<i>Biflustra</i> sp.	27,5	32,0	12,0	0,5	49,0*	<b>28,5</b>	<b>13,0</b>		
<i>Conopem</i> sp.			1,5		32,5*		1,5	1,0	2,0
<i>Electra tenella</i>	34,5*	2,0			9,0				
<i>Sinoflustra annae</i>			15,5		26,5*	0,5			
<i>Bugula neritina</i>	6,5	25,0	63,5*	3,5	17,5		0,5		
<i>Bugula stolonifera</i>	6,0	<b>34,0</b>	7,0		<b>65,0*</b>		2,0		
<i>Scrupocellaria</i> sp.			<b>71,5</b>						
<i>Hippoporina indica</i>	0,5		1,5		9,0*		0,5		
<i>Schizoporella</i> sp.	7,5*		4,0						

A Análise de Agrupamento, com nível de corte de 60% de similaridade, gerou seis grupos de locais ambientalmente semelhantes (Fig. 8): I- Porto de Itapoá, II- Iperoba, III- Paulas/IC-SFS, IV- Araújo, V- Helias/Rita e VI- Príncipe/JIC. Somente *Victorella* sp. apresentou um Valor Indicador significativo (IndVal = 0,88;  $p = 0,04$ , Tabela 8) sendo considerada indicadora para o grupo Príncipe/JIC. Portanto, *Victorella* sp. é indicadora (de acordo com a abundância nas faces das placas) para o interior da Baía da Babitonga onde também atingiu frequência de aproximadamente 100% (Tabela 5). Esta região é ambientalmente caracterizada por ser pouco salina, ácida e conter altas concentrações de cobre, zinco e cromo no sedimento, além de outras características elencadas anteriormente (Fig. 7; Tabela 2).

Tabela 7. Partição de variância dos dados de abundância de briozoários do inverno. Valores significativos da estatística  $R^2$  Ajustado estão em **negrito**.

Componentes	$R^2$ Ajustado	$p$
Ambiental puro	<b>0,26</b>	<b>0,05</b>
Espacial puro	0,04	0,33
Ambiental espacialmente estruturado	0,19	-
Proporção não explicada	0,51	-

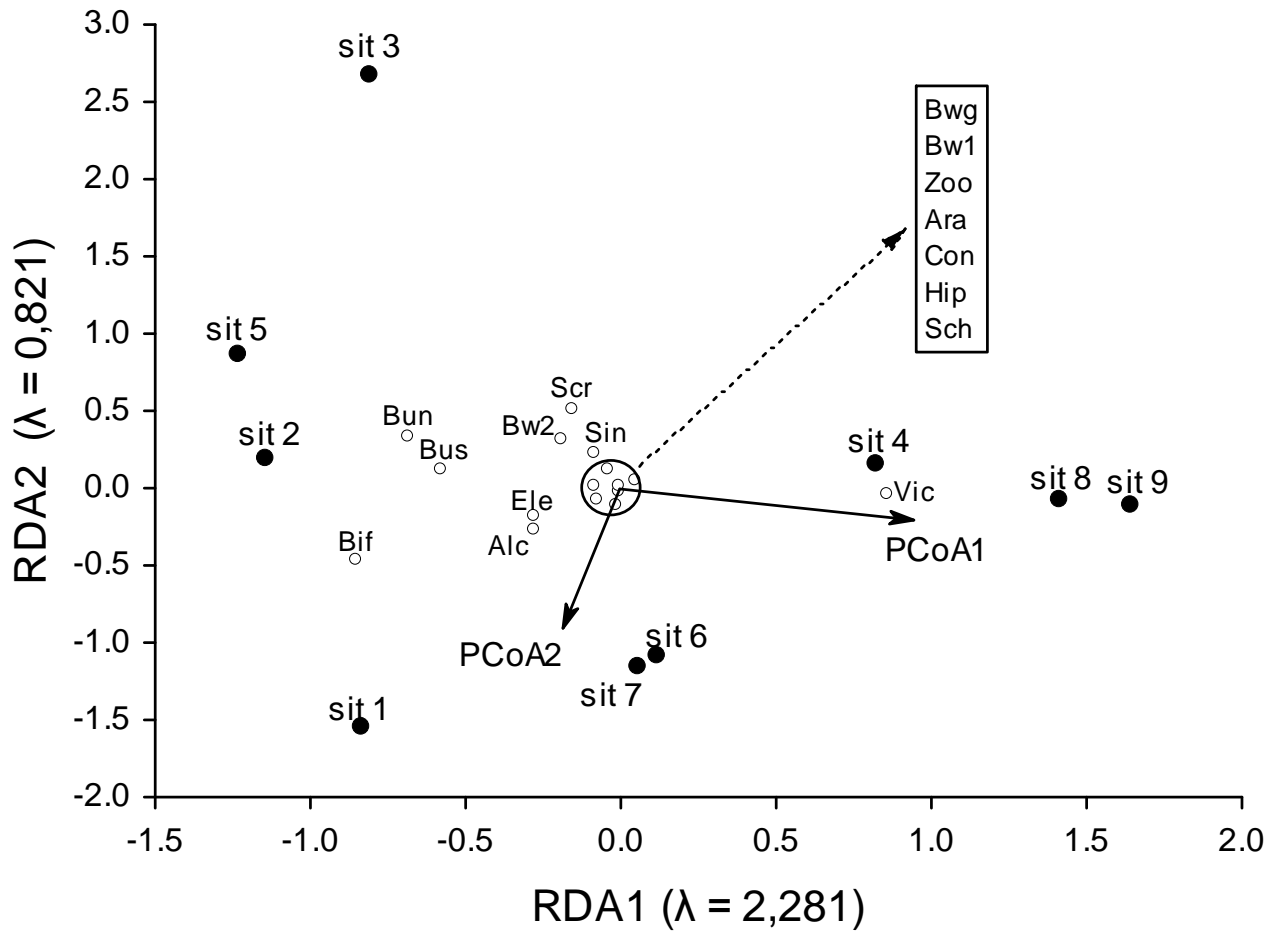


Fig. 7. Análise de Redundância (RDA) dos dados de abundância do inverno e das variáveis ambientais (representadas pelos dois eixos da PCoA – PCoA1 e PCoA2, ver Tabela 5). Somente os dois primeiros eixos (autovalores entre parênteses) são mostrados e correspondem a 34,9% e 12,6% da variabilidade, respectivamente. Os locais de coleta referem-se a sit1 = Porto; sit2 = Iperoba; sit3 = Paulas; sit4= IC-SFS; sit5 = Araújo; sit6 = Helias; sit7 = Ilha da Rita; sit8 = Príncipe; sit9 = JIC. Os táxons de briozoários estão codificados como: Alc = *Alcyonidium* sp.; Vic = *Victorella* sp.; Bwg = *Bowerbankia* cf. *gracilis*; Bw1 = *Bowerbankia* sp.1; Bw2 = *Bowerbankia* sp.2; Zoo = *Zoobotryon verticillatum*; Ara = Arachnidiidae; Bif = *Biflustra* sp.; Con = *Conopeum* sp.; Ele = *Electra tenella*; Sin = *Sinoflustra annae*; Bun = *Bugula neritina*; Bus = *Bugula stolonifera*; Scr = *Scrupocellaria* sp.; Hip = *Hippoporina indica*; Sch = *Schizoporella* sp.

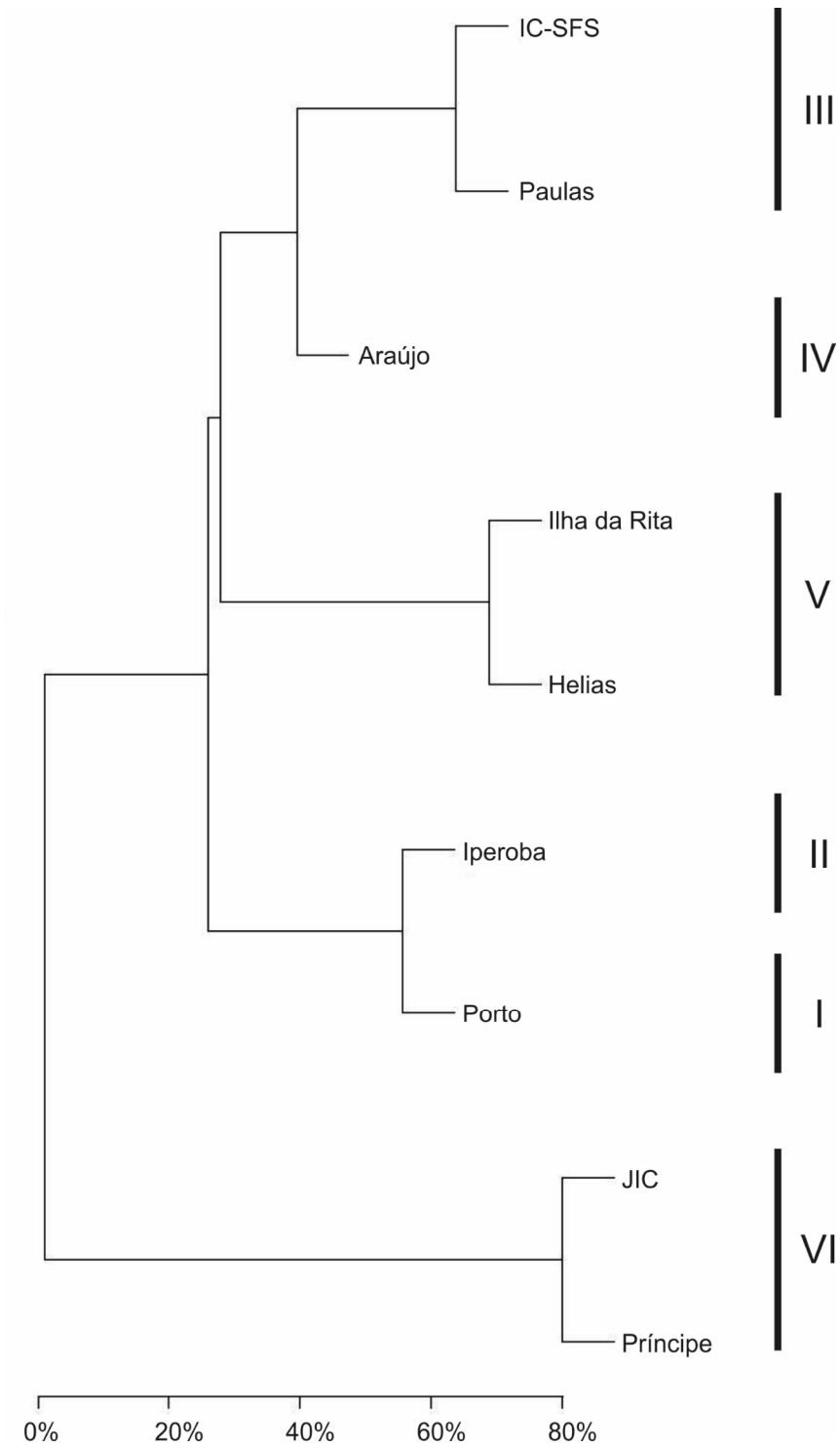


Fig. 8. Análise de agrupamento dos locais amostrados no inverno a partir das características ambientais. Grupos I – Porto; II- Iperoba; III- Paulas/IC-SFS; IV- Araújo; V- Ilha da Rita/Helias; VI- Príncipe/JIC.

Tabela 8. Valor indicador das espécies (*Indvalue*) e sua associação aos grupos (locais) semelhantes (figura 4) para o inverno. As espécies consideradas indicadoras foram aquelas com  $p < 0,05$  (em negrito).

Táxon	Grupo	<i>Indvalue</i>	<i>p</i>
<i>Alcyonidium</i> sp.	I (Porto)	0,57	0,37
<b><i>Victorella</i> sp.</b>	<b>VI (Príncipe/JIC)</b>	<b>0,88</b>	<b>0,04</b>
<i>Bowerbankia</i> cf. <i>gracilis</i>	V (Helias/Rita)	0,69	0,19
<i>Bowerbankia</i> sp.1	V (Helias/Rita)	0,61	0,39
<i>Bowerbankia</i> sp.2	IV (Araújo)	0,53	0,57
<i>Zoobotryon verticillatum</i>	III (Paulas/IC-SFS)	0,50	1,00
Arachnidiidae	I (Porto)	0,55	0,49
<i>Biflustra</i> sp.	I (Porto)	0,27	0,85
<i>Conopeum</i> sp.	IV (Araújo)	0,70	0,08
<i>Electra tenella</i>	I (Porto)	0,79	0,45
<i>Sinoflustra annae</i>	IV (Araújo)	0,53	0,63
<i>Bugula neritina</i>	II (Iperoba)	0,37	0,74
<i>Bugula stolonifera</i>	IV (Araújo)	0,48	0,50
<i>Scrupocellaria</i> sp.	III (Paulas/IC-SFS)	0,50	1,00
<i>Hippoporina indica</i>	IV (Araújo)	0,87	0,24
<i>Schizoporella</i> sp.	I (Porto)	0,71	0,34

### 3.2 Verão (Apêndices 1 e 2)

Foram identificadas 15 espécies de briozoários nos pontos amostrados (Tabela 9). A maior riqueza foi encontrada nos locais Iperoba e Araújo com 11 espécies e as menores riquezas no ponto Paulas (três espécies) e no interior da Baía (5 – 6 espécies) (Tabela 1). *Beania klugei*, *Bugula neritina* e *Bugula stolonifera* ocorreram somente na entrada da Baía (Iperoba e Paulas) e *Bowerbankia* sp.1, *Sinoflustra annae* e *Aeverrillia setigera* foram encontradas somente na região intermediária (IC-SFS, Vila da Glória, Araújo, Ilha da Rita e Ilha Grande). O interior da Baía não apresentou espécies exclusivas.

Algumas espécies ocorreram nas três regiões da Baía, a saber: *Alcyonidium* sp., *Victorella* sp., *Bowerbankia* cf. *gracilis*, *Biflustra* sp. e *Conopeum* sp. Porém, somente *Victorella* sp. e *Conopeum* sp. ocorreram em todos os pontos de coleta. Em relação à média de porcentagem de cobertura, *Alcyonidium* sp. e *Biflustra* sp. apresentaram maiores valores na região intermediária, *Conopeum* sp. na entrada e *Victorella* sp. no interior da Baía. *Bowerbankia* cf. *gracilis* obteve valores de porcentagem média de cobertura inferior a 0,5% nas três regiões da Baía, porém a frequência foi maior na região intermediária (Tabela 9).

*Victorella* sp. foi a espécie mais abundante e frequente em seis dos nove pontos amostrados e apresentou os maiores valores de média de porcentagem de cobertura no interior da Baía (Tabela 9). Três espécies apresentaram frequência de 100% nas placas: *Alcyonidium* sp. no ponto Vila da Glória, *Hippoporina indica* nos pontos Vila da Glória e Araújo e *Victorella* sp. nos pontos Vila da Glória, Ilha da Rita, Ilha Grande, Príncipe e JIC (Tabela 9). *Hippoporina indica* ocorreu na região de entrada e intermediária da Baía, apresentando frequências maiores que 40%, exceto no ponto Paulas onde também teve a menor média de porcentagem de cobertura (Tabela 9).

Dez das 15 espécies identificadas apresentaram porcentagem de cobertura média inferior a 0,5 % em algum dos pontos amostrais, sendo que a maioria esteve presente em até 10% das faces das placas analisadas (Tabela 9). Destas, quatro espécies ocorreram exclusivamente em um ponto de coleta: *Aeverillia setigera* (Ilha Grande), *Bugula neritina* (Iperoba), *Bugula stolonifera* (Iperoba) e *Beania klugei* (Iperoba). Os táxons *Bowerbankia* cf. *gracilis*, *Bowerbankia* sp.2 e *Sinoflustra annae* tiveram esta baixa porcentagem média de cobertura em todos os pontos onde ocorreram.

Em relação à porcentagem de cobertura máxima, *Alcyonidium* sp. (56,5%), *Victorella* sp. (58,5%) e *Biflustra* sp. (16,0%) obtiveram os maiores valores na região intermediária enquanto que *Conopeum* sp. (27,5%) e *Bowerbankia* cf. *gracilis* (2,0%) apresentaram tais valores na entrada da Baía. A espécie com a maior porcentagem de cobertura máxima foi *Hippoporina indica* no ponto Araújo com 85,5% (Tabela 10).

*Victorella* sp. obteve a maior porcentagem de cobertura máxima dentre todas as espécies de briozoários nos locais Iperoba (34,0%), Paulas (14,5%), Ilha da Rita (48,0%), Príncipe (50,5%) e JIC (44,0%). No ponto IC-SFS, *Hippoporina indica* foi a espécie de maior valor de porcentagem de cobertura máxima (41,0%) sendo seguida por *Alcyonidium* sp. (23,5%) e *Victorella* sp. (15,5%). *Hippoporina indica* atingiu a maior frequência e maior média de porcentagem de cobertura nos pontos Vila da Glória e Araújo onde também apresentou os maiores valores de porcentagem de cobertura máxima (65,5% na Vila da Glória e 85,5% no Araújo). *Victorella* sp. foi a espécie mais frequente e apresentou a maior porcentagem de cobertura máxima no ponto Ilha Grande, apesar de *Alcyonidium* sp. ser a espécie mais abundante (Tabelas. 9 e 10).

Tabela 9. Média da porcentagem de cobertura (frequência) das espécies nos pontos amostrados no verão. Em negrito a espécie de maior abundância em cada local.

Espécie	Iperoba	Paulas	IC-SFS	Glória	Araújo	Rita	Grande	Príncipe	JIC
<i>Alcyonidium</i> sp.	0,6 (<0,05)		1,9 (0,2)	19,1 (1,0)	3,8 (0,4)	5,2 (0,7)	<b>25,5 (0,9)</b>	1,6 (0,6)	1,2 (0,4)
<i>Victorella</i> sp.	<b>7,5 (0,9)</b>	<b>4,9 (0,7)</b>	<b>4,3 (0,9)</b>	17,5 (1,0)	2,1 (0,4)	<b>18,2 (1,0)</b>	14,3 (1,0)	<b>26,1 (1,0)</b>	<b>25,6 (1,0)</b>
<i>Bowerbankia gracilis</i>	<0,5 (<0,05)				<0,5 (<0,05)	<0,5 (0,1)			<0,5 (<0,05)
<i>Bowerbankia</i> sp.1				1,4 (0,2)	0,5 (0,1)	1,8 (0,2)			
<i>Bowerbankia</i> sp.2	<0,5 (<0,05)				<0,5 (<0,05)	<0,5 (0,1)	<0,5 (0,1)		
<i>Amathia brasiliensis</i>	1,5 (0,4)				1,6 (0,1)				
<i>Aevertillia setigera</i>							<0,5 (0,1)		
<i>Biflustra</i> sp.	1,9 (0,4)		0,6 (0,2)	2,9 (0,4)	<0,5 (<0,05)		1,1 (0,2)	<0,5 (0,3)	<0,5 (<0,05)
<i>Conopeum</i> sp.	3,5 (0,4)	<0,5 (0,1)	0,8 (0,1)	<0,5 (0,1)	1,2 (0,2)	<0,5 (0,1)	<0,5 (<0,05)	<0,5 (0,2)	<0,5 (0,1)
<i>Electra tenella</i>				2,1 (0,7)	1,1 (0,5)	2,7 (0,9)	4,5 (0,5)	0,9 (0,3)	1,1 (0,5)
<i>Sinoflustra annae</i>			<0,5 (0,1)		<0,5 (<0,05)	<0,5 (0,1)	<0,5 (<0,05)		
<i>Bugula neritina</i>	<0,5 (0,2)								
<i>Bugula stolonifera</i>	<0,5 (0,1)								
<i>Beania klugei</i>	<0,5 (<0,05)								
<i>Hippoporina indica</i>	3,2 (0,7)	<0,5 (0,1)	3,7 (0,5)	<b>27,0 (1,0)</b>	<b>27,0 (1,0)</b>	3,9 (0,5)	4,5 (0,4)		

Tabela 10. Máxima porcentagem de cobertura das espécies nos pontos amostrados no verão. Em negrito a espécie de maior porcentagem de cobertura máxima em cada local.

Espécie	Iperoba	Paulas	IC-SFS	Glória	Araújo	Rita	Grande	Príncipe	JIC
<i>Alcyonidium</i> sp.	15,0		23,5	45,0	35,0	23,5	56,5*	12,0	9,5
<i>Victorella</i> sp.	<b>34,0</b>	<b>14,5</b>	15,5	29,9	15,5	<b>48,0</b>	<b>58,5*</b>	<b>50,5</b>	<b>44,0</b>
<i>Bowerbankia gracilis</i>	2,0*				1,0	1,5			0,5
<i>Bowerbankia</i> sp.1				10,5*	7,5	8,0			
<i>Bowerbankia</i> sp.2	1,0*				0,5	0,5	1,0*		
<i>Amathia brasiliensis</i>	13,5				29,5*				
<i>Aevertillia setigera</i>							8,0		
<i>Biflustra</i> sp.	13,5		10,0	16,0*	2,0		7,5	2,0	1,0
<i>Conopeum</i> sp.	<b>27,5*</b>	0,5	10,5	1,5	21,0	3,5	2,0	2,5	2,5
<i>Electra tenella</i>				5,0	17,0	13,5	32,0*	14,0	5,0
<i>Sinoflustra annae</i>			5,0*		1,0	1,5	3,5		
<i>Bugula neritina</i>	1,0								
<i>Bugula stolonifera</i>	3,5								
<i>Beania klugei</i>	3,0								
<i>Hippoporina indica</i>	20,0	1,0	<b>41,0</b>	<b>65,5</b>	<b>85,5*</b>	14,5	49,0		

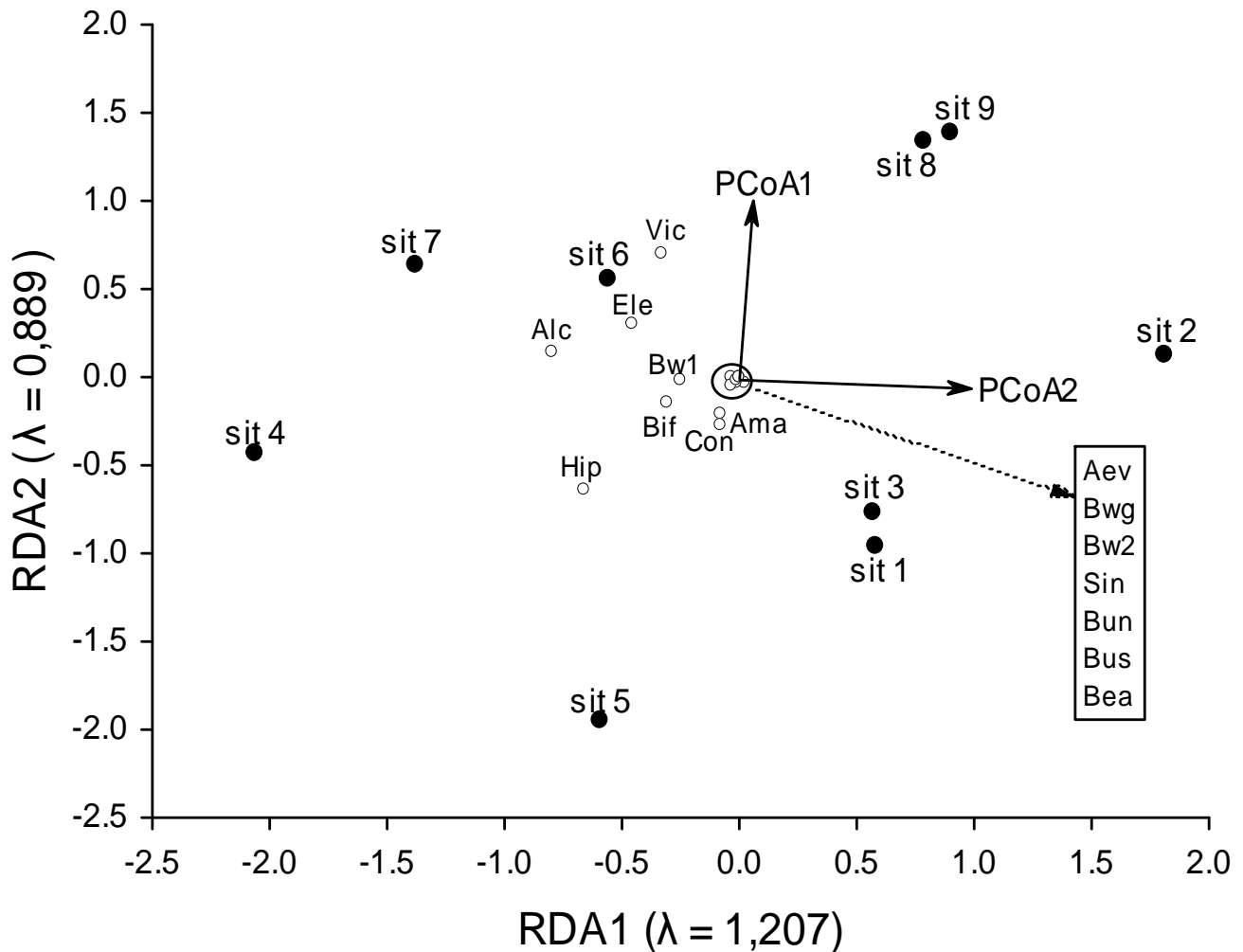


Fig. 9. Análise de Redundância (RDA) dos dados de abundância do verão e das variáveis ambientais (representadas pelos dois eixos da PCoA – PCoA1 e PCoA2, ver Tabela 10). Somente os dois primeiros eixos (autovalores entre parênteses) são mostrados e correspondem a 25,6% e 18,9% da variabilidade, respectivamente. Os locais de coleta referem-se a sit1 = Iperoba; sit2 = Paulas; sit3 = IC-SFS; sit4= Vila da Glória; sit5 = Araújo; sit6 = Ilha da Rita; sit7 = Ilha Grande; sit8 = Príncipe; sit9 = JIC. Os táxons de briozoários estão codificados como: Alc = *Alcyonidium* sp.; Vic = *Victorella* sp.; Bwg = *Bowerbankia* cf. *gracilis*; Bw1 = *Bowerbankia* sp.1; Bw2 = *Bowerbankia* sp.2; Ama = *Amathia brasiliensis*; Aev = *Aeverillia setigera*; Bif = *Biflustra* sp.; Con = *Conopeum* sp.; Ele = *Electra tenella*; Sin = *Sinoflustra annae*; Bun = *Bugula neritina*; Bus = *Bugula stolonifera*; Bea = *Beania klugei*; Hip = *Hippoporina indica*.

Assim como para os dados de inverno, na Análise de Redundância (RDA) foram utilizados os dois primeiros eixos da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) dos dados ambientais (PCoA1 e PCoA2; Tabela 3). As variáveis ambientais podem explicar 44,5% da variação da abundância dos briozoários do verão, sem considerar efeito de outras variáveis. A RDA (Fig. 9) indicou que os locais Príncipe (sit8) e JIC (sit9) e o briozoário *Victorella* sp. estão

relacionados a altos valores de distância da entrada da Baía, altas concentrações de cobre e zinco e baixos valores de salinidade mínima, sólidos totais dissolvidos (TDS) e condutividade máxima. *Hippoporina indica* respondeu de maneira inversa às condições ambientais dos locais Príncipe e JIC, pois esteve ausente somente nestes locais (Tabela 9; Fig. 9). Portanto, esta espécie, assim como o local Araújo (sit5), estão relacionados a baixas concentrações daqueles metais pesados e maiores salinidade mínima, TDS e condutividade máxima (Fig. 9). Os briozoários *Electra tenella* e *Alcyonidium* sp. estão mais relacionados aos locais Ilha da Rita (sit6), Ilha Grande (sit7) e Vila da Glória (sit4) e também a baixas concentrações de cádmio, chumbo e mercúrio; baixa porcentagem de construção civil e número de píeres e a altos valores de nitrato. O contrário é observado para os locais Iperoba (sit1), Paulas (sit2) e IC-SFS (sit3) (Fig. 9; Tabela 3). Os outros locais e briozoários não foram associados a características ambientais particulares por estarem adjacentes ao centro do gráfico, portanto, estes briozoários podem ser considerados generalistas (Fig. 9).

Através da RDA parcial constatou-se que as variáveis ambientais juntamente com as espaciais explicam 61,0% da variação dos dados biológicos. As variáveis ambientais, isoladamente são responsáveis por 30,0% ( $p = 0,04$ ) da variação da abundância dos briozoários e as variáveis espaciais explicam 40,0% ( $p = 0,01$ ) desta variação (Tabela 11).

Tabela 11. Partição de variância dos dados de abundância de briozoários do verão. Valores negativos da estatística  $R^2$  Ajustado foram convertidos a zero conforme Legendre (2008) e Nabout et al. (2009). Os valores significativos de  $R^2$  Ajustado estão em negrito.

Componentes	$R^2$ Ajustado	$p$
Ambiental puro	<b>0,30</b>	<b>0,04</b>
Espacial puro	<b>0,40</b>	<b>0,01</b>
Ambiental espacialmente estruturado	0,00	-
Proporção não explicada	0,39	-

A Análise de Agrupamento com o nível de corte de 60% de similaridade gerou cinco grupos de locais ambientalmente semelhantes (Fig.10): I- Iperoba, II- Paulas/IC-SFS, III- Vila da Glória/Ilha da Rita/Ilha Grande, IV- Araújo e V- Príncipe/JIC. Somente duas espécies podem ser consideradas indicadoras (Tabela 12), pois atingiram valores indicadores significativos: *Victorella* sp. (Indval = 0,29;  $p < 0,01$ ) e *Electra tenella* (Indval = 0,49;  $p = 0,04$ ). A primeira é indicadora para o grupo Príncipe/JIC ambientalmente caracterizado pela baixa salinidade, alta concentração de cobre e zinco no sedimento além de outras variáveis (Fig. 9; Tabela 3). *Electra tenella* é indicadora para o grupo Vila da Glória/Ilha da Rita/Ilha Grande na região intermediária da baía. Estes locais apresentam baixo número de píeres, baixas concentrações de metais (cádmio,

chumbo e mercúrio) no sedimento, alta concentração de nitrato e também outras características listadas anteriormente.

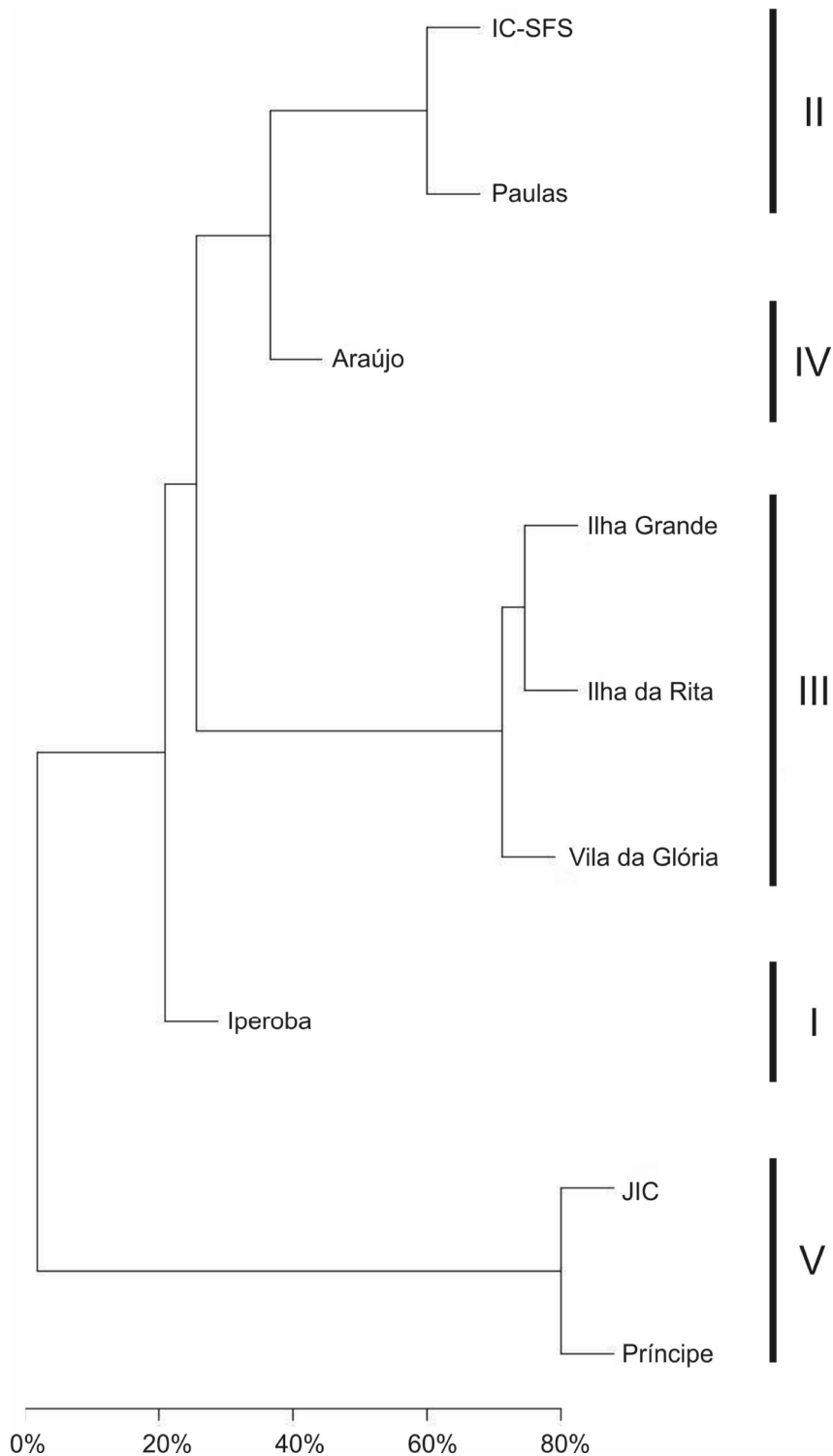


Fig. 10. Análise de agrupamento dos locais amostrados no verão a partir das características ambientais. Grupos: I-Iperoba; II- IC-SFS/Paulas; III- Vila da Glória/Ilha da Rita/Ilha Grande; IV- Araújo; V- Príncipe/JIC

Tabela 12. Valor indicador das espécies (*Indvalue*) e grupo (locais) de indicação para o verão. As espécies consideradas indicadoras foram aquelas com  $p < 0,05$  (em negrito).

Táxon	Grupo	<i>Indvalue</i>	<i>p</i>
<i>Alcyonidium</i> sp.	III (Glória/Rita/Grande)	0,44	0,08
<b><i>Victorella</i> sp.</b>	<b>V (Príncipe/JIC)</b>	<b>0,29</b>	<b>&lt; 0,01</b>
<i>Bowerbankia</i> cf. <i>gracilis</i>	I (Iperoba)	0,41	0,57
<i>Bowerbankia</i> sp.1	III (Glória/Rita/Grande)	0,41	0,66
<i>Bowerbankia</i> sp.2	I (Iperoba)	0,34	0,76
<i>Amathia brasiliensis</i>	IV (Araújo)	0,51	0,56
<i>Aeverillia setigera</i>	III (Glória/Rita/Grande)	0,33	1,00
<i>Biflustra</i> sp.	I (Iperoba)	0,47	0,37
<i>Conopeum</i> sp.	I (Iperoba)	0,50	0,33
<b><i>Electra tenella</i></b>	<b>III (Glória/Rita/Grande)</b>	<b>0,49</b>	<b>0,04</b>
<i>Sinoflustra annae</i>	III (Glória/Rita/Grande)	0,25	0,94
<i>Bugula neritina</i>	I (Iperoba)	1,00	0,24
<i>Bugula stolonifera</i>	I (Iperoba)	1,00	0,23
<i>Beania klugei</i>	I (Iperoba)	1,00	0,22
<i>Hippoporina indica</i>	IV (Araújo)	0,43	0,25

#### 4. Discussão

Dentre os 19 táxons de briozoários encontrados ao longo da Baía da Babitonga, 16 ocorreram no inverno e 15 no verão. A Análise de Correspondência – DCA evidenciou uma separação entre os locais do inverno e verão em relação à abundância dos briozoários. Para o inverno foram consideradas indicadoras de abundância *Bugula neritina* e *Bugula stolonifera* e para o verão *Alcyonidium* sp., *Victorella* sp. e *Hippoporina indica*. No inverno a riqueza foi maior na entrada da baía enquanto no verão, na região intermediária, sendo menor no interior da baía em ambos os períodos. Para o inverno, os dados ambientais explicaram 25,5% da variação da abundância dos briozoários e para o verão 29,7%, sendo que o espaço não afetou significativamente a abundância no inverno e no verão houve 40% de explicação da abundância por variáveis espaciais. A maioria dos briozoários encontrados foi considerada generalista para as condições ambientais, sendo que poucos estiveram fortemente relacionados com as mesmas. Tanto para o inverno quanto para o verão, *Victorella* sp. pode ser considerada indicadora para os locais do interior da baía, região que, dentre outras características, apresenta salinidade baixa, pH ácido e altas concentrações de cobre, zinco e cromo no sedimento. Também para o verão, *Electra tenella* pode ser considerada indicadora para os locais Vila da Glória, Ilha da Rita e Ilha Grande que são caracterizados por baixas concentrações de cádmio, chumbo e mercúrio e alta concentração de nitrato, além de outros fatores. Além disso, *Hippoporina indica* foi considerada indicadora pela intolerância às condições ambientais do interior da baía, pois nunca esteve presente nesta região.

Das variáveis ambientais que mais contribuíram na formação dos eixos da PCoA, a salinidade, condutividade, transparência da água, pH, TDS e DBO exibiram um padrão de diminuição no sentido entrada-interior da baía. Uma das características ambientais mais marcantes da Baía da Babitonga é a presença de um gradiente de salinidade na direção entrada – interior que varia de 33 até 12, aproximadamente (Oliveira et al., 2006), sendo que em uma das medições foi registrada salinidade de 11 no interior da baía. É esperado que a maioria dos briozoários seja encontrada em salinidades altas (Winston, 1982), sendo que o número de espécies de Bryozoa declina com a diminuição da salinidade (Ambroggi e D'Hondt, 1980). Em ambos os períodos, os locais Príncipe e JIC localizados no interior da baía apresentaram a menor riqueza em comparação aos outros locais. O local Paulas-verão também teve uma riqueza baixa (Tabela 1) apesar de ser próximo à entrada da baía. Isto se deve provavelmente ao pequeno número de placas coletadas neste local, devido à perda de alguns conjuntos amostrais, pois a riqueza do local Paulas-inverno figurou dentre as maiores do período (Tabela 1).

O interior da baía, região evidenciada na análise de agrupamento (em ambos os períodos) formada pelos locais Príncipe e JIC, recebe todo o aporte do rio Cachoeira presente ao longo da cidade de Joinville, sendo considerado muito poluído devido ao despejo de efluentes industriais e de 90% do esgoto doméstico da cidade sem tratamento (Oliveira et al., 2006). Esta condição ambiental é suportada pela alta concentração de metais pesados no sedimento e de baixos valores de pH (Benet-Monico et al., 2006), de condutividade e de transparência da água (Secchi) devido ao aporte de sedimentos (Benet-Monico et al., 2006; Hakanson & Blenckner, 2008). Baixos valores de sólidos totais dissolvidos em água (TDS) como encontrado no interior da baía podem restringir a presença de briozoários devido à relação com a baixa salinidade e também com a escassez de cátions, ânions e nutrientes. Pois sua medida está relacionada à salinidade não sendo, porém, equivalente à mesma (EPA, 1986) devido à integração de todos os ânions e cátions de uma amostra (Weber-Scannell e Duffy 2007). Causas prováveis para o baixo TDS encontrado podem ser o efeito da baixa salinidade ou simplesmente erros nas medições.

Um gradiente no sentido oposto ao das demais variáveis ambientais foi observado para as concentrações de cobre, zinco, cromo e nitrato, ou seja, as maiores concentrações se deram no interior da baía. Os metais pesados, como o cobre, zinco e cromo são essenciais à vida marinha quando em concentrações baixas (Johnston e Roberts, 2009), porém em altas concentrações são considerados importantes poluentes que estão frequentemente associados ao sedimento marinho (Achab et al., 2007). Nesta forma não estão disponíveis aos organismos (Haritonidis e Malea, 1995), mas constituem-se de um “testemunho ambiental” da contaminação no local. O sedimento da Baía da Babitonga é considerado como o “principal sítio de acumulação de poluentes orgânicos e inorgânicos”, estando relacionado ao processo de degradação ambiental da região, pois mostra o acúmulo de metais ao longo do tempo (Rainbow, 2006) evidenciando a presença das atividades industriais da região de Joinville e os despejos de efluentes domésticos e industriais no rio Cachoeira (Oliveira et al., 2006).

Algumas espécies de briozoários podem apresentar tolerância a metais pesados, como o cobre, e capacidade de se recuperar quando da exposição ao metal (Piola e Johnston, 2006a). Os valores da concentração de cobre no sedimento no interior da baía deram-se acima do limite permitido pela legislação ambiental brasileira (resolução CONAMA 357/2005), possivelmente devido ao tráfego intenso de embarcações e à remobilização do sedimento (consequência das dragagens) que pode atuar na disponibilização dos metais para os organismos aquáticos (Oliveira et al., 2006). Piola e Johnston (2006a) analisaram a tolerância ao cobre dos briozoários *Schizoporella errata*, *Bugula neritina*, *Watersipora subtorquata* e *Tricellaria occidentalis* e

verificaram que há um efeito negativo sobre as larvas e recrutas que, quando contornado, não acarreta em prejuízos às colônias “persistentes”. Portanto, o cobre estaria agindo no desenvolvimento inicial destes briozoários e limitaria o recrutamento de outras espécies na região do interior da baía. Holmes et al. (1974) analisaram um estuário no Texas, localizado próximo a um porto e a indústrias assim como a área de estudo e observaram valores de concentração de zinco no sedimento semelhantes aos do interior da Baía da Babitonga e os consideraram anômalos.

Os valores de DBO para os locais Porto, Helias e Ilha da Rita no inverno estiveram associados à presença *Biflustra* sp. (Fig. 7) e foram considerados altos, porém dentro dos limites permitidos pela legislação (Resolução CONAMA 357/2005). O local Iperoba, apesar de apresentar um dos maiores valores de DBO, não esteve bem associado a esta variável na RDA (Fig. 7). Estes altos valores de DBO devem-se à falta de tratamento do esgoto sanitário nos municípios da Baía da Babitonga bem como à decomposição da matéria orgânica comum para este ambiente estuarino (Oliveira et al., 2006), indicando uma poluição orgânica. Tais locais e *Biflustra* sp. também estiveram relacionados a altos valores de nitrato, que nos estuários e águas costeiras constitui-se da forma mais abundante de nitrogênio inorgânico e vem aumentando consideravelmente nestes ambientes devido ao lançamento de efluentes domésticos e industriais além do escoamento urbano e da agricultura (Camargo et al., 2005). Em quantidades elevadas, o nitrato tem potencial para causar a eutrofização nos estuários e no mar (Nedwell et al., 2002). Então, os altos valores destas variáveis indicam que estes locais sofreram impactos antrópicos principalmente no sentido da eutrofização e da poluição orgânica. Isto é curioso devido à localização destes locais na porção norte da baía estando distantes de São Francisco do Sul e Joinville, possíveis fontes de eutrofização e poluição, enquanto os locais adjacentes não foram relacionados a estas variáveis (Fig. 7). Desta maneira, outros fatores poderiam contribuir para os valores de nitrato e DBO encontrados, como a possibilidade de uma corrente ou de dinâmicas de movimentação da água intrínsecas da baía, causando acúmulo de matéria orgânica nesta região.

Para o verão, a presença de *Electra tenella* e *Alcyonidium* sp. no agrupamento formado pelos locais Ilha da Rita, Ilha Grande e Vila da Glória correspondeu a baixas concentrações de metais pesados, de porcentagem de construção civil e número de píeres indicando possivelmente uma baixa pressão antrópica no sentido da acessibilidade aos locais amostrados. Também estão relacionados a altos valores de nitrato, indicando uma possível eutrofização (Nedwell et al., 2002). Condições ambientais contrárias foram associadas aos locais Iperoba, Paulas e IC-SFS, apesar de estarem próximos a localidades onde ocorre a atividade de maricultura e sob a

influência do porto de São Francisco do Sul e do município homônimo que poderiam contribuir para o aumento da eutrofização.

Algumas incoerências observadas em relação às respostas das variáveis ambientais podem ser resultantes de sua baixa resolução. Tais dados foram derivados do estudo de Oliveira et al. (2006) cuja malha de pontos não coincidiu exatamente aos locais amostrados, sendo ajustada a estes. Desta forma, para alguns locais foram atribuídos os mesmos valores das variáveis por corresponderem a um mesmo ponto de coleta do trabalho de Oliveira et al. (2006). Além disto, foram realizadas medições durante as coletas que, por serem pontuais, podem ter interferido nos dados. Medições constantes das variáveis diretamente nos locais amostrados poderiam sanar este problema.

A máxima porcentagem de cobertura pode demonstrar o potencial de crescimento das espécies. Por outro lado, tal cobertura pode não estar relacionada a uma alta frequência das espécies nas placas, e sim a uma melhor capacidade de encontro e colonização de novos substratos pelas espécies. Por exemplo, a cobertura máxima de *Victorella* sp. no local JIC-inverno foi de 29,5%, um valor baixo quando comparado àqueles de *Scrupocellaria* sp. (71,5%) no local Paulas-inverno, porém sua frequência foi de 100% e de *Scrupocellaria* sp. foi de 60%. Portanto, tais valores de cobertura máxima evidenciam uma dominância pontual de uma espécie, uma vez encontrado o substrato. Na amostragem de verão, os valores de porcentagem de cobertura máxima e frequência parecem estar mais relacionados que no inverno, pois geralmente as espécies mais frequentes também foram aquelas que apresentaram maiores coberturas máximas (Tabela 9 e 10), sugerindo que as espécies estão se reproduzindo e crescendo mais neste período.

Tanto no inverno quanto no verão, a maioria dos briozoários teve cobertura média inferior a 0,5 % em pelo menos um dos pontos amostrados. Isto pode demonstrar um recente assentamento larval que resulta em colônias pequenas. No caso do inverno um crescimento lento poderia estar relacionado às baixas temperaturas, pois a taxa de crescimento das colônias dos briozoários é influenciada pela disponibilidade de alimento aliada à temperatura (O'Dea e Okamura, 1999). Outros fatores bióticos e abióticos como condições ambientais não favoráveis, competição, poluição por metais pesados e a eutrofização (Winston, 2007) podem também influenciar no tamanho das colônias.

Estuários são áreas instáveis, do ponto de vista ambiental e geralmente os briozoários destas áreas apresentam zooides e colônias pequenas, populações grandes, ciclo de vida curto com rápido desenvolvimento sexual e alto potencial reprodutivo para aproveitar as condições

favoráveis (Winston, 1977). A maioria das espécies de briozoários estuarinos é considerada generalista (Winston, 1977) e as Análises de Redundância (RDA) dos dados de inverno e de verão indicaram esta tendência (Figs. 7 e 9). Organismos generalistas toleram diferentes condições ambientais (Heino e Soininen, 2006; Pandit et al., 2009) ou estão em locais que representam condições ambientais comuns da região, tendendo a apresentarem uma distribuição ampla na área (Heino e Soininen, 2006). A própria estrutura da baía, que apresenta variações intrínsecas de parâmetros ambientais decorrentes do gradiente de salinidade e do aporte continental (Oliveira et al., 2006), pode contribuir para a ocorrência de espécies generalistas que tolerem estas condições ambientais. Mesmo em condições ambientais alteradas como aquelas derivadas das pressões antrópicas (Travis, 2003; Pandit et al., 2009) pode haver sobrevivência das espécies generalistas. Devido à ausência de informação histórica desta fauna na região, não temos condições de avaliar se houve seleção evolutiva das espécies em relação às condições ambientais intrínsecas da baía ou uma seleção mais recente associada à ação humana. Então este trabalho estabelece uma linha de base que permitirá a avaliação desta seleção daqui a algumas décadas, por exemplo.

Apesar de generalistas, o fato da abundância dos briozoários ser explicada pelas variáveis ambientais denota o potencial da utilização destes animais como indicadores, uma vez que podem responder às condições ambientais de um local. A porcentagem de explicação da variação da abundância de briozoários pelas variáveis ambientais foi semelhante para a RDA dos dados do inverno (47,5%) e de verão (44,5%) apesar da composição e abundância dos táxons ser diferente entre os dois períodos, reforçando ainda mais a possibilidade da abordagem da bioindicação com estes animais. Como a maioria dos briozoários estuarinos tende a ser generalista, não é esperado que ocorra o desaparecimento das espécies da região, mas sim mudanças na abundância, principalmente devido à temperatura, ou seja, às estações do ano (Winston, 1977). Em um estuário na Itália, *Victorella pavid*a apresentou reprodução assexuada e desenvolvimento rápido em temperatura moderada visando o crescimento das colônias e em períodos quentes ocorreu a reprodução sexuada havendo uma dispersão ao longo dos locais (Winston, 1977). Em geral, na Baía da Babitonga a maior abundância e distribuição ampla dos táxons ao longo dos locais foi no verão, indicando este período como o mais favorável para monitoramentos devido à maior probabilidade da amostragem dos briozoários.

As larvas são extremamente importantes na determinação da sobrevivência dos briozoários estuarinos (Winston, 1977). Em relação ao efeito do espaço, ou seja, da dispersão das larvas na distribuição dos briozoários, a porcentagem da variação da abundância explicada pelas variáveis

ambientais e espaciais (RDA parcial inverno – 49,0%, RDA parcial verão – 60,7%) nos dois períodos está dentro do padrão encontrado em estudos com zooplâncton (Beisner et al., 2006); foraminíferos, esponjas, corais e ouriços-do-mar (Becking et al., 2006); e com plantas e ácaros (Borcard et al., 1992). O componente ambiental puro (sem efeito do espaço) exerceu efeito significativo sobre a abundância em ambos os períodos. Já o componente espacial puro (sem efeito do ambiente) foi significativo somente no verão (40% de explicação). Desta forma, a variação no inverno foi explicada principalmente pelo ambiente, sugerindo que as condições locais podem substituir os efeitos da dispersão das espécies, uma vez que o componente espacial é relacionado à mesma (Beisner et al., 2006). No verão o componente espacial foi mais importante que o ambiental, evidenciando provavelmente que a localização dos pontos de coleta na baía foi mais relevante que as condições ambientais para os briozoários que ocorreram neste período. Para esta condição de estruturação espacial, são esperados táxons de dispersão limitada (Becking et al., 2006). Esta limitação da dispersão pode ser decorrente de características das larvas, como ocorre em briozoários estuarinos da família Membraniporidae que apresentam menor período planctônico em comparação aos exemplares de outros ambientes e em briozoários da ordem Ctenostomata, especialmente dos gêneros *Victorella* e *Bowerbankia* que possuem uma larva planctônica de curta duração (Winston, 1977).

A proporção da variação da abundância de briozoários não explicada pelo componente ambiental e espacial (RDA parcial inverno – 50,9%, RDA parcial verão – 39,3%) também foi semelhante ao encontrado em outros estudos (Borcard et al., 1992; Becking et al., 2006; Beisner et al., 2006). Discernir entre uma variável importante na explicação da abundância não incluída na matriz de dados e sobre o que pode ser resultado de fatores estocásticos é uma tarefa complexa (Borcard et al., 1992). Porém vários fatores além do acaso, como a falta de variáveis explanatórias importantes na matriz de dados ambiental, a ausência de dados da abundância da comunidade em longo prazo e a falta de heterogeneidade ambiental dos pontos amostrais (Nabout et al., 2009) podem contribuir para a proporção de variação de abundância não explicada. Ainda, Becking et al. (2006) elencam processos regionais de larga escala como o clima e correntes oceânicas; fatores históricos dos pontos amostrais; a existência de espécies raras que respondem de maneira peculiar à variáveis; e fatores bióticos como a competição. Para o caso da Baía da Babitonga, uma possível ação para minimizar a ocorrência da proporção não explicada seria aumentar o detalhamento dos descritores abióticos, ou seja, das variáveis ambientais consideradas neste estudo, utilizando medições mais frequentes das mesmas ou aumentar o número de locais amostrados para aumentar a heterogeneidade ambiental. Mesmo com a baixa resolução dos dados ambientais, os resultados da RDA parcial foram semelhantes aos de outros estudos evidenciando que mesmo com uma

baixa resolução dos dados ambientais, os briozoários se encaixaram no padrão encontrado para outros organismos.

Somente dois grupos de locais ambientalmente semelhantes gerados pela Análise de Agrupamento (Cluster) estiveram relacionados a espécies determinadas - indicadoras no verão, enquanto no inverno houve somente um grupo. Portanto, a maioria das espécies apresentou baixa especificidade, como demonstrado pelo grande número de táxons generalistas encontrados na RDA de ambos os períodos. Estes generalistas não atuam como bons indicadores, pois é improvável que respondam de maneira rápida a mudanças nas condições ambientais (McGeoch et al., 2002), já que apresentam distribuição ampla. Tais táxons podem simplesmente estarem distribuídos ao longo de vários locais devido à semelhança ambiental dos pontos amostrados (Heino e Soininen, 2006). Além dos fatores inerentes às espécies como características bióticas e aspectos fisiológicos, possivelmente a maioria dos grupos gerados não apresentou diferenças ecológicas importantes entre si e isto pode ter afetado na Análise do Valor Indicador (Verfallie et al., 2009). Desta forma, é possível que, ecologicamente, somente os grupos dos locais Príncipe/JIC de inverno e verão e Vila da Glória/Ilha da Rita/Ilha Grande do verão sejam distintos dos demais grupos, sob a ótica do recrutamento dos briozoários.

Através da Análise do Valor Indicador, *Victorella* sp. foi considerada indicadora de abundância para os locais Príncipe e JIC (interior da baía) tanto para o inverno (IndVal = 0,88) quanto para o verão (IndVal = 0,29). *Victorella* sp. foi uma espécie sempre associada às condições ambientais destes locais, enquanto as espécies *Bugula neritina*, *Bugula stolonifera* e *Biflustra* sp. e *Hippoporina indica* estiveram associadas a condições opostas. O interior da baía, além da baixa salinidade, apresenta características ambientais peculiares que indicam influências antropogênicas, por exemplo, através do despejo de resíduos e efluentes nos corpos d'água (Oliveira et al., 2006). Desta forma, os altos valores de abundância de *Victorella* sp. nesta região (quando comparado aos outros táxons em ambos os períodos) podem indicar o sucesso do recrutamento deste táxon sob condições ambientais adversas para a maioria dos briozoários da Baía da Babitonga, sendo considerada tolerante a estas condições. A presença de outras espécies do gênero *Victorella* em locais de baixa salinidade é reportada na literatura (Osburn, 1932; Winston, 1982, 1995) sendo o táxon considerado eurihalino (Ambroggi e D'Hondt, 1980) e, portanto, não há limitação de recrutamento sob condição pouco salina. Porém não há experimentos que verifiquem a tolerância do táxon a altas concentrações de cobre, zinco e cromo, baixos valores de TDS, condutividade máxima, transparência (Secchi) e pH máximo, sendo

necessárias tais informações para a determinação dos fatores responsáveis pela sua ocorrência no interior da baía.

Para o verão, *Electra tenella* também foi considerada indicadora (IndVal = 0,49), para o grupo formado pelos locais Vila da Glória/Ilha da Rita/Ilha Grande que apresenta sinais de eutrofização. Este grupo também foi caracterizado por ser composto de locais provavelmente de difícil acesso às pessoas devido ao baixo número de píeres e de porcentagem de construção civil ao seu redor. Apesar de a espécie ser característica de substratos artificiais (Gordon e Mawatari, 1992), a baixa quantidade de píeres não desfavoreceu sua ocorrência nestes locais. Além disso, *E. tenella* é característica de águas rasas próximas a portos (Gordon e Mawatari, 1992) e outros locais próximos aos portos de Itapoá e São Francisco do Sul não obtiveram o mesmo resultado de ocorrência da espécie. Portanto, não é possível discernir qual é o fator preponderante que atua na indicação de *E. tenella* para estes locais.

A espécie *Hippoporina indica* é considerada dominante do *fouling* apesar de apresentar taxas de crescimento baixas, maturidade sexual tardia e baixa fecundidade (McCann et al., 2007). Esta dominância pode ser evidenciada pelos altos valores de porcentagem de cobertura máxima e frequência nos locais Vila da Glória-verão e Araújo-verão. A alta dominância também é explicada devido a sua alta capacidade de sobrepor outros organismos (McCann et al., 2007). Tanto no inverno quanto no verão, *H. indica* não ocorreu nos pontos do interior da Baía (Príncipe e JIC – Tabelas 5 e 9) sendo que no verão ocorreu em todos os pontos amostrados (com frequências maiores que 40%) com exceção daqueles do interior. Na RDA a espécie esteve relacionada a características ambientais inversas às do interior da baía (Fig. 9). Portanto, *H. indica* pode ser considerada uma espécie intolerante ou sensível às condições ambientais adversas desta região. A Análise do Valor Indicador não a considerou como indicadora, devido à baixa fidelidade e especificidade, uma vez que o IndVal foi baseado na abundância das espécies nos locais, apontando somente as relações positivas e não considerando a ausência de um organismo de um local como uma opção de resposta de um bom indicador. Dufrene e Legendre (1997) consideram esta situação da ausência de uma espécie em um grupo de locais, apontando que apesar do baixo IndVal (baseado na abundância) a espécie pode apresentar interesse ecológico como indicadora de condições ambientais características onde nunca está presente. Além disso, quando este tipo de abordagem é necessário, os autores propõem uma alteração na matemática dos cálculos do IndVal para que este seja baseado na ausência das espécies. Portanto, apesar de encontrado um baixo IndVal neste estudo, considero que a ausência de *Hippoporina indica* no interior da baía durante o verão é um indício de que a espécie seja indicadora de condições também adversas à maioria das

outras espécies. O gradiente salino da baía pode estar limitando a ocorrência de *H. indica* no interior da baía, visto que McCann et al. (2007), em um estudo que também utilizou placas em estuários, não encontraram colônias em locais com salinidade inferior a 13. Para constatar o fator responsável pela ausência de *H. indica* no interior da baía, seriam necessários experimentos que verificassem primeiramente sua tolerância à baixa salinidade. Se constatado o não impedimento em relação à baixa salinidade, deveriam ser testadas as respostas de *H. indica* às demais variáveis ambientais.

O método da Análise do Valor Indicador – IndVal é considerado uma ferramenta efetiva na bioindicação (McGeoch et al., 2002; Podani e Csányi, 2010), sendo amplamente utilizado e apresentando muitas citações na literatura (Podani e Csányi, 2010). A abundância das espécies pode variar no decorrer do tempo e a análise do IndVal pode incorporar estas mudanças, pois seu cálculo considera as diferenças relativas da abundância das espécies entre os locais (McGeoch et al., 2002) e assim figura como uma medida robusta mesmo diante de variações na abundância (McGeoch e Chown, 1998). Desta forma, comparações entre IndVal de táxons distintos podem ser realizadas, pois além de serem expressos em porcentagem, consideram as tendências de especificidade e fidelidade das espécies (McGeoch e Chown, 1998). Por exemplo, se a mudança na abundância foi decorrente de um fenômeno que atingiu todos os locais onde a espécie ocorreu, como por exemplo, um efeito climático, as diferenças temporais da abundância exercerão efeitos pequenos no IndVal devido ao seu caráter relativo de cálculo (McGeoch et al., 2002). Portanto, é esperado que estudos posteriores em uma mesma área encontrem as mesmas espécies indicadoras específicas para um local, apesar das mudanças de abundância serem inevitáveis ao longo do tempo (McGeoch et al., 2002). Esta característica de comparação entre o IndVal dos táxons e entre períodos de amostragem torna prático o conceito de bioindicadores (McGeoch e Chown, 1998).

*Victorella* sp., *Electra tenella* e *Hippoporina indica* consideradas indicadoras para a Baía da Babitonga respondem a alguns critérios considerados ideais para um bioindicador (Rainbow, 2006; Hakanson e Blenckner, 2008; Goodsell et al., 2009). Primeiramente, ambos os táxons são colônias incrustantes fixas ao substrato sendo, portanto, sedentárias e desta forma podem responder às alterações ambientais da área (Rainbow, 2006) uma vez que não podem deixar o substrato em busca de um local mais favorável. As altas abundâncias, de *Victorella* sp. e *Hippoporina indica* no verão são desejáveis para um indicador, pois facilita sua observação no ambiente (Rainbow, 2006) e confere uma alta probabilidade de amostragem durante monitoramentos na área (McGeoch e Chown, 1998). Comparativamente, a abundância de *E.*

*tenella* nos locais onde foi considerada indicadora foi baixa (Tabelas 8), mas a espécie é freqüente em substratos artificiais (Gordon e Mawatari, 1992), assim como *Hippoporina indica* e *Victorella pavid*a, outra espécie do gênero *Victorella*, que também ocorrem neste tipo de substrato (McCann et al., 2007; Winston, 1982). Portanto, experimentos que utilizem superfícies para recrutamento como as placas de polietileno escuro do presente estudo podem ser utilizados facilmente com sucesso. Por exemplo, na Baía de Paranaguá *E. tenella* é um briozoário freqüente nestas placas (Cangussu et al., 2010). A taxonomia dos briozoários pode ser uma limitação para sua utilização como indicadores em monitoramentos ambientais, sendo que as descrições e imagens do capítulo I poderiam auxiliar nesta identificação. Porém, seria ideal que a identificação dos animais fosse confirmada por especialistas, principalmente quando em outras regiões de estudo, devido à possibilidade da diferença da composição da fauna de briozoários. Além disso, a aplicabilidade internacional do indicador (Hakanson e Blenckner, 2008) poderia ser possível para as espécies de ampla distribuição como *E. tenella* e *H. indica*. Para que estas espécies possam ser utilizadas internacionalmente, seriam necessários experimentos que averiguassem os níveis de tolerância e as respostas às variáveis ambientais características dos locais onde foram consideradas indicadoras. Já para *Victorella* sp. ser aplicada como indicadora em outros locais deve-se primeiro realizar a identificação em nível de espécie e então verificar sua distribuição geográfica. *Victorella* sp. e *E. tenella* estiveram relacionados a ambientes que estão sob influência antrópica e desta forma, relacionados a alguma ameaça ambiental (Hakanson e Blenckner, 2008) como a contaminação por metais pesados e a eutrofização. Já *H. indica* esteve ausente neste tipo de ambientes. Os três táxons enquadram-se na maioria dos critérios desejáveis para um bom indicador, pois é difícil que uma espécie indicadora atenda a todos os critérios (Salas et al., 2006).

Hakanson e Blenckner (2008) comentam que um ponto importante a ser considerado na abordagem da bioindicação e de fácil entendimento pelos gestores costeiros, é a medida de produtividade através da cobertura ou biomassa de macrófitas. Em nossa matriz ambiental este foi um dado faltante, pois apesar deste parâmetro ter sido considerado no estudo de Brandini et al. (2006), a malha de pontos amostrais não foi compatível com os locais amostrados no presente estudo. Estudos futuros com bioindicadores na área deveriam abordar este parâmetro para observar se a produtividade costeira pode afetar significativamente os organismos analisados ou se o conjunto de variáveis ambientais consideradas neste estudo foi suficiente.

Um atributo essencial de um bioindicador é combinar vários fatores ambientais em um único valor (Salas et al., 2006), pois quando os indicadores representam várias características ambientais atuam também na redução da complexidade do sistema a ser analisado (Heink e

Kowarik, 2010). Isto ocorreu para a Baía da Babitonga, pois ambos os táxons considerados indicadores o são para um conjunto de características ambientais peculiares evidenciadas através da RDA. Porém sua utilização deve ser cautelosa, no sentido de que os indicadores além de responderem às questões ambientais, também sofrem influência de fatores biológicos (Salas et al., 2006) e de eventos estocásticos.

Alguns aspectos da amostragem podem ter exercido influência nos resultados encontrados para os bioindicadores e para a distribuição espacial dos briozoários como a perda de todos os conjuntos amostrais nos locais Vila da Glória-inverno, Ilha Grande-inverno, Porto-verão e Helias-verão. No local Paulas-verão foram recuperados somente dois sanduíches e, portanto, a riqueza encontrada foi baixa quando comparada ao inverno. No ponto Ilha da Rita, tanto no inverno quanto no verão, foram coletados apenas dois sanduíches e a riqueza foi de nove espécies em ambos os períodos, demonstrando que a quantidade de substrato oferecido para a colonização, apesar de baixa, resultou em um alto valor de riqueza (Tabela 1). Estes valores de riqueza podem ser devido aos efeitos da maré, mais acentuados e de forma negativa no local Paulas (amostragem em píer) do que na Ilha da Rita onde as placas ficaram afixadas em flutuadores. Também há a importância da disponibilidade de larvas (Winston, 2007), de condições ambientais favoráveis ou do oportunismo das espécies (Murray e Littler, 1978) na colonização deste substrato.

O local IC-SFS, que está localizado no centro de São Francisco do Sul e próximo ao porto, não foi caracterizado nas análises de RDA e IndVal por espécies relacionadas às atividades antrópicas, indicando um possível problema do experimento. É provável que houve muita exposição dos conjuntos amostrais às condições de dessecação, assim como nos demais locais onde os experimentos foram afixados em colunas de píeres (Porto, Paulas, Vila da Glória, Ilha Grande e JIC), favorecendo alguns organismos em detrimento de outros. Porém, mesmo com esta condição de maior exposição das placas, os locais Porto e Paulas-inverno obtiveram as maiores riquezas do período. A potencial composição de briozoários destes locais, onde os conjuntos amostrais foram afixados em colunas de píeres, pode ter sido mascarada pela condição da amostragem. Desta forma, para testar tal hipótese, seria necessária a colocação de experimentos nestes locais que não estivessem à mercê das marés estando sob a condição de permanente submersão.

É importante ressaltar a contribuição deste trabalho como uma linha de base para futuros estudos no que tange à composição, abundância e distribuição espacial dos briozoários na Baía da Babitonga, com especial atenção às relações dos táxons com as características ambientais. Esta base proporcionará a detecção dos efeitos das alterações ambientais futuras sobre os briozoários.

Sua utilização como indicadores pode ser uma ferramenta importante no monitoramento ambiental da Baía da Babitonga visto que a mesma encontra-se em estado elevado de degradação e há expansão das atividades industriais e portuárias (SOS Mata Atlântica e ICMBio, 2009). Portanto, é de suma importância o monitoramento desta área que, além de abrigar uma grande parcela da população do estado (IBGE, 2007), é caracterizada pela alta biodiversidade e também pela ocorrência de organismos ameaçados (Ibama, 2007).

Uma implicação ao monitoramento ambiental utilizando o recrutamento de briozoários refere-se à escolha do período de amostragem, mais favorável no verão devido à maior abundância dos táxons. Desta forma, quando houver limitações de ordem financeira ou de cronograma que exigem a escolha de um determinado período para a realização do monitoramento, preferencialmente deverá ser realizado no verão. Porém isto não impede a amostragem no inverno, que mesmo com as baixas abundâncias dos táxons, apresentam as espécies arborescentes como indicadoras de abundância, sendo importante sua inclusão em monitoramentos durante este período. Ambas as espécies do gênero *Bugula* foram consideradas indicadoras de abundância para o inverno (Tabela 2) provavelmente devido à menor tolerância de *Bugula stolonifera* às temperaturas quentes (Winston, 1982). Caso esta característica fisiológica seja comum a várias espécies do gênero, a temperatura estaria limitando a ocorrência das espécies de *Bugula* nas placas de verão.

Concluindo, a maioria dos táxons de briozoários encontrada na Baía da Babitonga foi considerada generalista em relação às condições ambientais, por estar bem distribuída ao longo da baía. Três espécies puderam ser consideradas indicadoras: *Victorella* sp. esteve fortemente associada ao interior da baía tanto no inverno como no verão, *Electra tenella* se mostrou associada aos locais Vila da Glória/Ilha da Rita/Ilha Grande durante o verão e *Hippoporina indica* devido à sua ausência no interior da baía. Ambos os locais citados refletem condições ambientais adversas, seja pela poluição por metais pesados e baixa salinidade no interior da baía ou pela eutrofização no segundo caso. *Hippoporina indica* pode ser considerada uma espécie intolerante ou sensível às condições ambientais adversas do interior da Baía, pois foi abundante em todos os outros locais. As linhas de base apresentadas por este estudo constituem-se do ponto de partida para análises dos efeitos de alterações ambientais futuras na Baía da Babitonga, cujo monitoramento pode ser realizado com a utilização de briozoários como indicadores. Porém, ainda são necessários alguns refinamentos, por exemplo, em relação à taxonomia ainda indefinida do táxon *Victorella* sp., visto que um bom indicador necessita de uma resolução específica. Outro aspecto importante está relacionado à colocação do experimento em locais com condições

similares de influência das marés para evitar sua exposição por longos períodos. Ainda, a avaliação experimental das tolerâncias dos táxons indicadores a características ambientais específicas constitui-se do próximo passo para a elucidação dos motivos da ocorrência dos briozoários em locais específicos.

## 5. Referências Bibliográficas

Achab, M., El Arrim, A., El Moumni, B., El Hatimi, I., 2007. Metallic pollution affecting the Bay of Tangier and its continental emissaries: antropic impact. *Thalass.* 23, 23-36.

Ambrogi, A.O., D'Hondt, J.L., 1980. Distribution of bryozoans in brackish Waters of Italy, in: Larwood, G.P., Nielsen, C. (Eds.), *Recent and fossil Bryozoa*. Olsen & Olsen, Fredensborg, Denmark, pp. 191-198.

Bandelj, V., Curiel, D., Lek, S., Rismondo, A., Solidoro, C., 2009. Modelling spatial distribution of hard bottom benthic communities and their functional response to environmental parameters. *Ecol. Model.* 220, 2838-2850.

Becking, L.E., Cleary, D.F.R., Voogd, N.J., Renema, W., Beer, M., Soest, R.W.M., Hoeksema, B.W., 2006. Beta diversity of tropical marine benthic assemblages in the Spermonde Archipelago, Indonesia. *Mar. Ecol.* 27, 76-88.

Beisner, B.E., Peres-Neto, P.R., Lindström, E.S., Barnett, A., Longhi, M.L., 2006. The role of environmental and spatial processes in structuring lake communities from bacteria to fish. *Ecol.* 87, 2985-2991.

Benet-Monico, A., Cornell, S., Chatterton, P., Wilson, L., 2006. Water quality of the Madang Lagoon, Papua New Guinea: a status report. *Mar. Pollut. Bull.* 52, 458-465.

Borcard, D., Legendre, P., Drapeau, P., 1992. Partialling out the spatial component of ecological variation. *Ecol.* 73, 1045-1055.

Borcard, D., Gillet, F., Legendre, P., 2011. *Numerical Ecology with R*. Springer, New York.

Borcard, D., Legendre, P., 2002. All-scale spatial analysis of ecological data by means of principal coordinates of neighbour matrices. *Ecol. Model.* 153, 51-68.

Brandini, F.P., Alquini, F., Pereira, R.B., Leite, R.L., 2006. Abundância e estrutura populacional da comunidade planctônica na Baía da Babitonga: subsídios para a avaliação de impactos ambientais, in: Cremer, M.J., Morales, P.R.D., Oliveira, T.M.N (Eds.), *Diagnóstico Ambiental da Baía da Babitonga*. Editora Univille, Joinville, pp. 15-19.

Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, p. 58 – 63, de 18.03.2005..

Breves-Ramos, A., Lavrado, H.P., Junqueira, A.O.R., Silva, S.H.G., 2005. Succession in rocky intertidal benthic communities in areas with different pollution levels at Guanabara Bay (RJ-Brazil). *Braz. Arch. Biol. Technol.* 48, 951- 965.

Camargo, J.A., Alonso, A., Salamanca, A., 2005. Nitrate toxicity to aquatic animals: a review with new data for freshwater invertebrates. *Chemosphere* 58, 1255-1267.

Cangussu, L.C., Altvater, L., Haddad, M.A., Cabral, A.C., Heyse, H.L., Rocha, R.M., 2010. Substrate types as selective tool against colonization by non-native sessile invertebrates. *Braz. J. Oceanogr.* 58, 219-231.

Carballo, J.L., Naranjo, S.A., García-Gomez, J.C., 1996. Use of marine sponges as stress indicators in marine ecosystems at Algeciras Bay (Southern Iberian Peninsula). *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 135, 109-122.

Conti, M.E., Cecchetti, G., 2003. A biomonitoring study: trace metals in algae and molluscs from Tyrrhenian coastal areas. *Environ. Res.* 93, 99- 112.

Costa, M.D.P., Souza-Conceição, J.M., 2009. Composição e abundância de ovos e larvas de peixes na baía da Babitonga, Santa Catarina, Brasil. *Panam. J. Aquat. Sci.* 4, 372-382.

Cremer, M.J., 2006. O estuário da Baía da Babitonga, in: Cremer, M.J., Morales, P.R.D., Oliveira, T.M.N (Eds.), *Diagnóstico Ambiental da Baía da Babitonga*. Editora Univille, Joinville, pp. 15-19.

Dauvin, J.C., Bellan, G., Bellan-Santini, D., 2010. Benthic indicators: from subjectivity to objectivity – Where is the line? *Mar. Pollut. Bull.* 60, 947-953.

Diniz-Filho, J.A.F., Bini, L.M., 2005. Modelling geographical patterns ins species richness using eigenvector-based spatial filters. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 14, 177-185.

Dray, S., Legendre, P., Peres-Neto, P.R., 2006. Spatial modelling: a comprehensive framework for principal coordinate analysis of neighbour matrices (PCNM). *Ecol. Model.* 196, 483-493.

Dufrêne, M., Legendre, P., 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecol. Monogr.* 67, 345-366.

EPA- Environmental Protection Agency, U.S., Office of Water, 1986. Quality Criteria for Water (Gold Book). EPA 440/5-86-001. Washington D.C.

Goodsell, P.J., Underwood, A.J., Chapman, M.G., 2009. Evidence necessary for taxa to be reliable indicators of environmental conditions or impacts. *Mar. Pollut. Bull.* 58, 323-331.

Gordon, D.P., Mawatari, S.F., 1992. Atlas of marine-fouling Bryozoa of New Zealand ports and harbours. Misc. publ. N.Z. Oceanogr. Inst. 107, 1-52.

Griffith, D.A., Peres-Neto, P.R., 2006. Spatial modeling in ecology: the flexibility of eigenfunction spatial analyses. *Ecol.* 87, 2603-2613.

Hakanson, L., Blenckner, T., 2008. A review on operational bioindicators for sustainable coastal management – Criteria, motives and relationships. *Ocean and Coast. Manag.* 51, 43-72.

Haritonidis, S., Malea, P., 1995. Seasonal and local variation of Cr, Ni and Co concentrations in *Ulva rigida* C. Agardh and *Enteromorpha linza* (Linnaeus) from Thermaikos Gulf, Greece. *Environ. Pollut.* 89, 319-327.

Heink, U., Kowarik, I., 2010. What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. *Ecol. Indic.* 10, 584-593.

Heino, J., Soininen, J., 2006. Regional occupancy in unicellular eukaryotes: a reflection of niche breadth, habitat availability or size-related dispersal capacity? *Freshw. Biol.* 51, 672-685.

Holmes, C.W., Slade, E.A., McLerran, C.J., 1974. Migration and redistribution of zinc and cadmium in marine estuarine system. *Environ. Sci. Technol.* 8, 255-259.

Ibama – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis. 2007. Reserva de fauna Baía da Babitonga. 25p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2007. Contagem da População, <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/default.shtm>

Jebram, D., Everitt, B., 1982. New victorellids (Bryozoa, Ctenostomata) from North America: the use of parallel cultures in bryozoan taxonomy. *Biol. Bull.* 163, 172-187.

Johnston, E.L., Roberts, D.A., 2009. Contaminants reduce the richness and evenness of marine communities: A review and meta-analysis. *Environ. Pollut.* 157, 1745-1752.

Legendre, P., Legendre, L., 1998. *Numerical Ecology*, 2 Ed., Elsevier Science, Amsterdam.

Liang, L.N., He, B., Jiang, G.B., Chen, D.Y., Yao, Z.W., 2004. Evaluation of mollusks as biomonitors to investigate heavy metal contaminations along the Chinese Bohai Sea. *Sci. Total Environ.* 324, 105-113.

Lidgard, S., 1990. Growth in encrusting cheilostome bryozoans: II. Circum-Atlantic distribution patterns. *Paleobiology* 16, 304-321.

Lotze, H.K., Lenihan, H.S., Bourque, B.J., Bradbury, R.H., Cooke, R.G., Kay, M.C., Kidwell, S.M., Kirby, M.X., Peterson, C.H., Jackson, J.B.C., 2006. Depletion, degradation and recovery potential of estuaries and coastal seas. *Sci.* 312, 1806-1809.

Maturo, F.J.S., 1959. Seasonal distribution and settling rates of estuarine Bryozoa. *Ecol.* 40, 116-127.

Mayer-Pinto, M., Junqueira, A.O.R., 2003. Effects of organic pollution on the initial development of fouling communities in a tropical bay, Brazil. *Mar. Pollut. Bull.* 46, 1495- 1503.

McCann, L.D., Hitchcock, N.G., Winston, J.E., Ruiz, G.M., 2007. Non-native bryozoans in coastal embayments of the southern United States: new records for the Western Atlantic. *Bull. Mar. Sci.* 80, 319- 342.

McGeoch, M.A., Chown, S.L., 1998. Scaling up the value of bioindicators. *Trends Ecol. Evol.* 13, 46-47.

McGeoch, M. A., Van Rensburg, B.J., Botes, A., 2002. The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. *J. Appl. Ecol.* 39, 661-672.

McKinney, F.K., Jackson, J.B.C., 1989. Studies in Paleobiology: Bryozoan Evolution, Unwin Hyman, Boston.

Melville, F., Pulkownik, A., 2006. Investigation of mangrove macroalgae as bioindicators of estuarine contamination. Mar. Pollut. Bull. 52, 1260- 1269.

Menon, N.R., Nair, N.B., 1972. On the nature of tolerance to salinity in two euryhaline intertidal bryozoans *Victorella pavida* Kent and *Electra crustulenta* Pallas. J. Mar. Biol. Assoc. India 17, 553-579.

Murray, S.N., Littler, M.M., 1978. Patterns of algal succession in a perturbed marine intertidal community. J. Phycol. 14, 506-512.

Nabout, J.C., Siqueira, T., Bini, L.M., Nogueira, I.S., 2009. No evidence for environmental and spatial processes in structuring phytoplankton communities. Acta Oecol. 35, 720-726.

Naranjo, S.A., Carballo, J.L., García-Gómez, J.C., 1996. Effects of environmental stress on ascidian populations in Algeciras Bay (southern Spain). Possible marine bioindicators? Mar. Ecol. Prog. Ser. 144, 119-131.

Navarrete, S.A., Broitman, B.R., Menge, B.A., 2008. Interhemispheric comparison of recruitment to intertidal communities: pattern persistence and scales of variation. Ecol. 89, 1308-1322.

Nedwell, D. B., Dong, A.S., Underwood, G.J.C., 2002. Variations of the nutrients loads to the Mainland U.K. estuaries: correlation with catchment areas, urbanization and coastal eutrophication. Estuar. Coast. Shelf Sci. 951-970.

O'Dea, A., Okamura, B., 1999. Influence of seasonal variation in temperature, salinity and food availability on module size and colony growth of estuarine bryozoan *Conopeum seurati*. Mar. Biol. 135, 581-588.

Oliveira, T.M.N., Tureck, C.R., Bassfeld, J.C., Torrens, B.M.O., Faria, J.M., Brasil, K., 2006. Integridade ambiental da Baía da Babitonga: características físico-químicas, microbiológicas e ecotoxicidade, in: Cremer, M.J., Morales, P.R.D., Oliveira, T.M.N (Eds.), Diagnóstico Ambiental da Baía da Babitonga. Editora Univille, Joinville, pp. 20-80.

Osburn, R.C., 1932. Bryozoa from Chesapeake Bay and Strait. Ohio J. Sci. 32, 441-446.

Pandit, S.N., Kolasa, J., Cottenie, K., 2009. Contrasts between habitat generalists and specialists: an empirical extension to the basic metacommunity framework. *Ecol.* 90, 2253-2262.

Piola, R.F., Johnston, E.L., 2006a. Differential resistance to extended copper exposure in four introduced bryozoans. *Mar Ecol Progr. Ser.* 311, 103-114.

Piola, R.F., Johnston, E.L., 2006b. Differential tolerance to metals among populations of the introduced bryozoan *Bugula neritina*. *Mar. Biol.* 148, 997-1010.

Podani, J., Csányi, B., 2010. Detecting indicator species: some extensions of the IndVal measure. *Ecol. Indic.* 10, 1119-1124.

Rainbow, P.S., 2006. Biomonitoring of trace metals in estuarine and marine environments. *Australas. J. Ecotoxicol.* 12, 107-122.

Rangel, T.F., Diniz-Filho, J.A.F., Bini, L.M., 2010. SAM: a comprehensive application for Spatial Analysis in macroecology. *Ecogr.* 33, 46-50.

Saiz-Salinas, J.I., Ruiz, J.M., Frances-Zubillaga, G., 1996. Heavy metal levels in intertidal sediments and biota from Bidasoa estuary. *Mar. Pollut. Bull.* 32, 69-71.

Salas, F., Marcos, C., Neto, J.M., Patrício, J., Pérez-Ruzafa, A., Marques, J.C., 2006. User-friendly guide for using benthic ecological indicators in coastal and marine quality assessment. *Ocean and Coast. Manag.* 49, 308-331.

Sasal, P., Mouillot, D., Fichez, R., Chifflet, S., Kulbicki, M., 2007. The use of fish parasites as biological indicators of anthropogenic influences in coral-reef lagoons: A case study of Apogonidae parasites in New-Caledonia. *Mar. Pollut. Bull.* 54, 1697-1706.

SOS Mata Atlântica, ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2009. Relatório técnico socioeconômico para a criação de unidade de conservação de uso sustentável na região da Baía da Babitonga Estado de Santa Catarina.

Travis, J.M.J., 2003. Climate change and habitat destruction: a deadly anthropogenic cocktail. *Proc. R. Soc. Lond.* 270, 467-473.

Verfaillie, E., Degraer, S., Schelfaut, K., Willems, W., Van Lancker, V., 2009. A protocol for classifying ecologically relevant marine zones, a statistical approach. *Estuar., Coast. Shelf Sci.* 83, 175-185.

Vieira, L.M., Migotto, A.E., Winston, J.E. 2008. Synopsis and annotated checklist of Recent marine Bryozoa from Brazil. *Zootaxa* 1810, 1-39.

Villares, R., Puente, X., Carballeira, A., 2002. Seasonal variation and background levels of heavy metals in two green seaweeds. *Environ. Pollut.* 119, 79-90.

Weber-Scannell, P.K., Duffy, L.K., 2007. Effects of total dissolved solids on aquatic organisms: a review of literature and recommendation for Salmonid species. *American J. Environ. Sci.* 3, 1-6.

Wilson, J.G., 1994. The role of bioindicators in estuarine management. *Estuaries* 17, 94-101.

Winston, J.E., 1982. Marine bryozoans (Ectoprocta) of the Indian River Area (Florida). *Bull. American Mus. Nat. Hist.* 173, 99-176.

Winston, J.E., 1995. Ectoproct diversity of the Indian River Coastal Lagoon. *Bull. Mar. Sci.* 57, 84-93.

Winston, J.E., 1977. Distribution and ecology of estuarine ectoprocts: a critical review. *Est. Res. Fed.* 18, 34-57.

Winston, J.E., 2007. Diversity and distribution of bryozoans in the Pelican Cays, Belize, Central America. *Atoll Res. Bull.* 546, 1-24.

Winston, J.E., Jackson, J.B.C., 1984. Ecology of cryptic coral-reef communities. IV. Community development and life histories of encrusting cheilostome Bryozoa. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 76, 1-21.

Zintzen, V., Norro, A., Massin, C., Mallefet, J., 2008. Temporal variation of *Tubularia indivisa* (Cnidaria, Tubulariidae) and associated epizoites on artificial habitat communities in the North Sea. *Mar. Biol.* 153, 405-420.

Zuquette, L.V., Pejon, O.J., Collares, J.Q.S., 2004. Land degradation assessment based on environmental geoindicators in the Fortaleza metropolitan region, state of Ceará, Brazil. *Environ. Geol.* 45, 408-425.

Apêndice 1 – Variáveis ambientais relacionadas à água amostradas na Baía da Babitonga.

Local	VelCor <sup>1</sup>	Sal- Max <sup>2</sup>	Sal- Min <sup>3</sup>	Temp- Max <sup>4</sup>	Temp- Min <sup>5</sup>	pH- Max <sup>6</sup>	pH- Min <sup>7</sup>	OD- Max <sup>8</sup>	OD- Min <sup>9</sup>	TDS- Max <sup>10</sup>	TDS- Min <sup>11</sup>	Cond- Max <sup>12</sup>	Cond- Min <sup>13</sup>	DBO- Max <sup>14</sup>	DBO- Min <sup>15</sup>	Secchi- Max <sup>16</sup>	Secchi- Min <sup>17</sup>	Precip- Max <sup>18</sup>	Precip- Min <sup>19</sup>
Porto	1,1	32,0	28,0	27,0	19,0	7,7	7,6	9,0	4,0	23,4	21,9	46,8	20,0	12,0	1,0	131,0	75,0	891,6	24,8
Iperoba	1,1	32,0	21,0	27,0	19,0	7,7	7,4	9,0	4,0	23,3	21,9	46,6	20,0	12,0	1,0	100,0	67,0	685,7	14,0
Paulas	2,0	32,0	26,0	28,0	19,0	7,7	7,0	8,0	4,0	23,3	21,6	46,6	20,0	4,0	1,0	110,0	41,0	685,7	14,0
IC-SFS	2,0	32,0	25,0	28,0	19,0	7,5	6,9	8,0	4,0	22,2	20,2	45,0	20,0	4,0	1,0	100,0	50,0	685,7	14,0
Glória	1,1	32,0	20,0	28,0	19,0	7,6	7,6	9,0	6,0	22,3	20,3	44,7	12,0	6,0	1,0	103,0	60,0	891,6	24,8
Araújo	1,9	30,0	23,0	28,0	19,0	7,5	7,5	7,0	6,0	22,1	18,8	45,0	20,0	6,0	1,0	127,0	60,0	685,7	14,0
Hélias	1,1	32,0	21,0	28,0	19,0	7,7	7,5	9,0	6,0	21,6	17,8	43,4	12,0	6,0	1,0	140,0	60,0	974,3	21,9
Rita	1,1	32,0	20,0	28,0	19,0	7,6	7,4	9,0	6,0	20,9	16,7	38,0	12,0	6,0	1,0	72,0	30,0	974,3	21,9
Grande	1,1	32,0	16,0	28,0	19,0	7,6	7,1	9,0	6,0	21,3	18,4	38,0	12,0	6,0	1,0	100,0	44,0	974,3	21,9
Príncipe	0,5	24,0	11,0	28,0	20,0	7,3	6,3	9,0	6,0	15,0	13,4	35,0	12,0	6,0	1,0	46,0	25,0	974,3	21,9
JJC	0,5	24,0	11,0	28,0	20,0	7,1	6,2	9,0	6,0	14,3	12,5	35,0	12,0	6,0	1,0	54,0	25,0	974,3	21,9

Onde: <sup>1</sup> Velocidade de corrente em pés/s; <sup>2</sup> Salinidade máxima em g/L; <sup>3</sup> Salinidade mínima em g/L; <sup>4</sup> Temperatura máxima em °C; <sup>5</sup> Temperatura mínima em °C; <sup>6</sup> pH máximo; <sup>7</sup> pH mínimo; <sup>8</sup> Oxigênio dissolvido máximo em mg/mL; <sup>9</sup> Oxigênio dissolvido mínimo em mg/mL; <sup>10</sup> Sólidos totais dissolvidos máximo em ppt; <sup>11</sup> Sólidos totais dissolvidos mínimo em ppt; <sup>12</sup> Condutividade máxima em MS/cm; <sup>13</sup> Condutividade mínima em MS/cm; <sup>14</sup> Demanda bioquímica de oxigênio máxima em mg/mL; <sup>15</sup> Demanda bioquímica de oxigênio máxima em mg/mL; <sup>16</sup> Secchi máximo em cm; <sup>17</sup> Secchi mínimo em cm; <sup>18</sup> Precipitação máxima em mm e <sup>19</sup> Precipitação mínima em mm.

Apêndice 2 – Variáveis ambientais relacionadas ao sedimento em mg/kg (arsênio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco) e à urbanização (píeres e construção) amostradas na Baía da Babitonga.

Local	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Mercúrio	Níquel	Zinco	Píeres <sup>1</sup>	Construção <sup>2</sup>
Porto	1,7	0,0	8,3	2,3	6,4	0,0	2,6	19,1	1,0	20,0
Iperoba	1,7	0,0	8,3	2,3	6,4	0,0	2,6	19,1	0,0	5,0
Paulas	5,9	5,0	10,0	4,3	7,1	0,3	1,7	25,6	1,0	30,0
IC-SFS	5,9	5,0	10,0	4,3	7,1	0,3	1,7	25,6	8,0	62,5
Glória	10,7	1,1	4,2	5,3	17,8	0,0	10,4	25,6	1,0	10,0
Araújo	6,7	0,8	13,1	6,6	16,8	0,1	8,6	46,3	4,0	6,0
Helias	10,7	1,1	4,2	5,3	17,8	0,0	10,4	56,3	5,0	17,5
Ilha da Rita	10,7	1,1	4,2	5,3	17,8	0,0	10,4	56,3	1,0	12,5
Ilha Grande	10,7	1,1	4,2	5,3	17,8	0,0	10,4	56,3	1,0	5,0
Príncipe	0,4	1,0	12,7	16,5	27,5	0,2	10,1	233,0	5,0	60,0
JIC	0,4	1,0	12,7	16,5	27,5	0,2	10,1	233,0	7,0	20,0

Onde: <sup>1</sup> Número de píeres em um raio de 500m; <sup>2</sup> Porcentagem de construção civil em um raio de 500m