

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Biociências
Programa de Pós-Graduação em Ecologia

**Esponjas Marinhas do Sul do Brasil: estrutura das
assembléias, interações e biodiversidade**

Tese de Doutorado

João Luís de Fraga Carraro

Porto Alegre, Novembro de 2012

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Biociências
Programa de Pós-Graduação em Ecologia**

**Esponjas Marinhas do Sul do Brasil: estrutura das assembléias, interações e
biodiversidade**

João Luís de Fraga Carraro

**Tese submetida como um dos requisitos para a
obtenção do grau de Doutor, no Programa de Pós-
Graduação em Ecologia, da Universidade Federal
do Rio Grande do Sul.**

Orientadora: Profa. Dra. Norma Luiza Würdig

Comissão Examinadora:

Profa. Dra. Carla Zilberberg

Profa. Dra. Simone Caterina Kapusta

Profa. Dra. Catarina da Silva Pedrozo

Porto Alegre, novembro de 2012

**À minha esposa Kelly, que
sempre acreditou no meu
potencial, com muito amor e
paciência.**

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Dra. Norma, por acreditar em mim, pelo conhecimento transmitido e muita paciência.

À Dra. Barbará Segal pelas valiosas sugestões nos artigos.

À CAPES pela concessão de bolsa de doutorado no período de abril de 2008 a fevereiro de 2012.

Ao meu queridíssimo pai, Antonio José, pela amizade, preocupação e apoio, proporcionando-me as melhores condições de ensino.

À minha esposa Kelly, que é tudo de mais importante na minha vida. Ela é quem me deu força para seguir em frente e chegar onde estou. Sem teu carinho e dedicação, não teria saído do lugar.

Aos meus irmãos e cunhados, que sempre estiveram do meu lado com muita amizade e dedicação na minha formação acadêmica e pessoal.

Aos meus sogros, pela torcida incondicional nas etapas mais importantes e pelo carinho dado.

Aos Drs. Eloir Schenkel e Alberto Lindner, que disponibilizou gentilmente recursos financeiros para a realização deste trabalho e espaço para a realização do meu trabalho.

Aos Drs. Paulo Horta e Sérgio Floeter, Universidade Federal de Santa Catarina por toda a sabedoria compartilhada.

Aos meus grandes e queridos amigos do Laboratório de Farmacognosia da Universidade Federal de Santa Catarina, Simone, Everson, Teca, Flavio, Taty, Bel por toda a ajuda nas tentativas de experimentos e pelo constante incentivo!

Aos meus queridos amigos dos Laboratórios de Biodiversidade Marinha, Macroecologia de Ambientes recifais e Ficologia por toda a força e ótimos momentos vividos juntos..

À M.Sc Kátia Capel e o Mestrando Eduardo Bastos pela valiosa ajuda nas coletas dos Dados.

À Dra. Mariana Carvalho, à M.Sc Sula Sulani do Museu Nacional-UFRJ, pela identificação de amostras de esponjas.

À M.Sc. Cecília Pascelli pelas trocas de informações sobre as esponjas e pela amizade nas horas complicadas.

À Dra. Janayna Bouzon, Universidade Federal de Santa Catarina – Unicamp, pela ajuda nas fotoidentificações dos grupos Bryozoa, Hydrozoa e Ascidiaceae.

À Verinha pelo apoio, ajuda e muita amizade.

À Suzana, pelas incansáveis e valiosíssimas dicas de como desenvolver meu trabalho.

À Silvana, por todo o suporte na Secretaria do PPG Ecologia.

Aos meus colegas de mestrado Cláudia Brandt, Fernando Joner e Raul Coelho, pelos bons momentos vividos juntos e pelas sábias dicas do Fernando Joner sobre estatística.

RESUMO. O presente estudo tem como foco principal caracterizar a estrutura das assembléias de poríferos marinhos, a influência de fatores ambientais em sua distribuição, a sua relação com os demais organismos e a biodiversidade em três Ilhas do Estado de Santa Catarina. As coletas foram realizadas nas ilhas das Aranhas, do Xavier e do Campeche, município de Florianópolis. Os dados quantitativos foram coletados em dois estratos de profundidade: (1) a seis metros (RASO) e (2) a 12 metros (FUNDO). Em cada faixa de profundidade foram estendidas cinco transecções de 20 metros de comprimento cada, em contínuo. Para verificar se houve diferença significativa na estrutura das assembléias, considerando os fatores ilhas, profundidade e tipos de rocha, foi utilizado no SPSS, versão 18, o Modelo Linear Generalizado – GLM. Através da matriz de similaridade foi realizada uma análise de escalonamento multi-dimensional (nMDS) para representar a distribuição dos descritores ambientais em relação à composição de espécies. Para caracterizar e quantificar as interações entre as esponjas e o fito-zoobentos foram criadas quatro categorias de interação: Contato de Borda (CB): quando não há evidência de crescimento de dois organismos, um sobre o outro, que entram em contato direto pelas bordas; Contato Indireto (CI): quando a esponja está próxima ao organismo vizinho, num raio de até 5 cm de distância, sem contato das bordas de ambos; Contato por Recobrimento (RE): quando toda ou parte da esponja apresenta crescimento sobre o organismo em contato e Contato por Cobertura (RT): quando parte dos poros ou ósculos da esponja estão embaixo dos demais organismos ou quando estão sendo utilizadas como substrato. Para avaliar como as assembléias de esponjas utilizam o espaço no ambiente em relação à fauna e flora circundante, foi utilizado o índice de grau de intransitividade. A ilha das Aranhas apresenta a maior riqueza (42 spp) e abundância de esponjas (2859 ind). A ilha do Xavier apresentou a menor abundância (1665 ind) e riqueza intermediária (38 spp) e a ilha do Campeche apresentou a menor riqueza (34 spp) e abundância intermediária (2423 ind). Constatou-se interação significativa entre a localização (ilha) e o tipo de substrato e a riqueza de espécies (p -valor $< 0,001$) e o número de indivíduos ($p = 0,039$). O resultado do nMDS com *stress* de 0,07 mostra a tendência dos pontos a se agruparem mais proximamente uns dos outros em função da inclinação do substrato. As espécies mais abundantes foram *Pachychalina alcaloidifera*, *Hemimycale* sp., *Guitarra sepia*, *Haliclona (Halichoclona) sp.2* e *Dragmaxia anomala*. O padrão de crescimento predominante nas assembléias de esponjas foi o incrustante com 71,4% das espécies. Conforme os resultados das interações, a assembléia de esponja está estruturada em *Network*, tanto nas interações Interfiléticas (SI= 0,64), quanto nas relações Intrafiléticas (0,79), resultantes do maior valor encontrado para SI (*Stand-off Index*) em relação ao WI (*Win Index*). Os resultados da matriz de contato tanto para as espécies de esponjas com os grupos interfiléticos, quanto para as esponjas no grupo intrafilético, evidenciam a presença de competição *Network*, sem dominância evidente por nenhuma espécie ou grupo morfuncional. O presente estudo amplia o registro de poríferos em costões rochosos de Santa Catarina, das atuais 38 espécies para 75.

Palavras Chaves: Costões rochosos, Assembléias de esponjas, Estrutura, Riqueza de espécies, Associações competitivas, Índice de Intransitividade, *Network*, Endemismo, Ecorregião Sudeste do Brasil.

ABSTRACT. This study focuses mainly the structure of marine sponges assemblages, the influence of the environment factors on their distribution, its relationship with other marine organisms and biodiversity on tree islands of the Santa Catarina State. Samples were collected on the islands of Aranhas, Xavier and Campeche. Quantitative data were collected at two depths strata: (1) six meters (SHALLOW) and (2) 12 meters (DEEP). At each depth range, five transects were extended (20 meters long each) in a continuous way. To determine whether there was significant difference between the islands, depths and types of rock, the model Generalized Linear Models was employed. Through the similarity matrix, an analysis of multi-dimensional scaling (nMDS) was performed to represent the distribution of environmental descriptors regarding the species composition. To characterize and quantify the interactions between sponges and phyto-zoobenthos four categories of interaction were created: Tissue Contact: when there is no evidence of growth of two organisms on top of each other when they come into direct contact by the tissue; Indirect Contact: when the neighbor organism is next to the sponge, within a radius of up to 5 cm distance, but without contact on either edges; Win Interaction: when all or part of the sponge shows growth upon the organism in contact and Loss Interaction: when part of the pores or osculum of the sponge are underneath other organism or when they are being used as substrate. To evaluate how the assemblies of sponges uses the space in relation to the surrounding flora and fauna, the index degree of intransitivity was utilized. The island of Aranhas presents the greatest richness (42 spp) and abundance of sponges (2859 ind). The island of Xavier shows the lowest abundance (1665 ind) and intermediate richness (38 spp) and Campeche Island has the lowest richness (34 spp) and intermediate abundance (2423 ind). A significant interaction between location (island) and the type of substrate for species richness (p-value <0.001) and number of individuals (p = 0.039) was found in the study. The result of nMDS with stress of 0.07 shows that points grouped tend to group together more closely to each other according to the substrate inclination. The most abundant species were *Pachychalina alcaloidifera*, *Hemimyscale* sp., *Guitarra sepia*, *Haliclona* (*Halichoelona*) sp.2 and *Dragmaxia anomala*. The predominant growth pattern in the assemblies of sponges was incrustant with 71.4% of the species. According to the interaction results, the sponge assembly are in a Network structure, both in Interphyletic interactions (SI = 0.64), as Intrafiletic relations (0.79), resulting from the higher value found for SI (Stand-off Index) compared to WI (Win Index). The results of the contact matrix for both species of sponges with interphyletic groups, as well as for sponges with sponges, show the presence of competition-type Network, with no evident dominance by any species or morfunctional group. Thus, the present study extends the record of sponges, from the current 38 species to 75.

SUMÁRIO

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	iv
Sumário	v
Lista de Figuras	vi
Lista de Tabelas	ix
1. Introdução Geral	xi
2. Artigo I.....	4
2.1 Artigo I. Biodiversidade e Distribuição em Escala Local de Poríferos Marinhos de Águas Rasas no Estado de Santa Catarina.....	4
Resumo	4
Introdução	4
Material e Métodos	6
Resultados	8
Discussão	9
Referência Bibliográfica	12
3. Artigo II	18
3.1 Artigo II. Estrutura da comunidade de Porifera em três Ilhas de Costão Rochoso no Atlântico sul subtropical, Santa Catarina, Brasil.....	18
Resumo.....	18
Introdução	18
Material e Métodos	21
Resultados	27
Discussão	37
Referência Bibliográfica	43

4. Artigo III.....	49
4.1 Interação intra e interfilética das esponjas de costão rochoso no Atlântico Temperado Quente, Santa Catarina, Brasil.....	49
Resumo.....	49
Introdução	49
Material e Métodos	51
Resultados	56
Discussão	69
Referência Bibliográfica	75
5. Considerações Finais	81
6. Referências Bibliográficas	84
ANEXO 1	87

LISTA DE FIGURAS

Artigo II. Estrutura da comunidade de Porifera em três Ilhas de Costão Rochoso no Atlântico sul subtropical, Santa Catarina, Brasil

Figura 1. Mapa da região de Florianópolis e ilhas do entorno, Santa Catarina, com os 3 pontos de coleta destacados: 1. Ilha das Aranhas; 2. Ilha do Xavier e 3. Ilha do Campeche. (As linhas dos transectos são apenas representações ilustrativas dos pontos amostrados nas ilhas). Modificado de Google™ earth..... 23

Figura 2. Desenho esquemático do delineamento amostral empregado nas coletas de dados nas ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche, Florianópolis..... 24

Figura 3. Desenho esquemático dos seis padrões de crescimento encontrados nas ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche, Florianópolis. Imagem modificada de Bell & Barnes (2001)..... 25

Figura 4. Frequência (%) de cada tipo de substrato nas 28 transecções amostradas nas ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche, Município de Florianópolis..... 27

Figura 5. Riqueza de espécies e abundância total em cada uma das 28 transecções amostradas nas ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche, Florianópolis. Os valores sobre as barras se referem a riqueza de espécie..... 29

Figura 6. Gráfico das interações entre Local e Substrato a partir da análise do Modelo Linear Geral (GLM) para a variável dependente riqueza de espécies, nas ilhas de Florianópolis, Santa Catarina..... 33

Figura 7. Gráfico das interações entre Local e Substrato a partir da análise do Modelo Linear Geral (GLM) para a variável dependente abundância, nas ilhas de Florianópolis, Santa Catarina..... 35

Figura 8. Análise de agrupamento através do índice de similaridade de Bray-Curtis para os pontos amostrados nas ilhas do Município de Florianópolis. Abreviações: **Ar**-Ilha das Aranhas; **Xa**-Ilha do Xavier; **Ca**-Ilha do Campeche. Abreviações das letras Maiúsculas: **RV**- Rocha Vertical; **RH**- Rocha Horizontal; **SRV**- Matação Vertical; **SRH**- Matação Horizontal; **Sand** - Areia..... 36

Artigo III. Interação intra e interfilética das esponjas de costão rochoso no Atlântico Temperado Quente, Santa Catarina, Brasil.

Figura 1. Mapa da região de Florianópolis e ilhas do entorno, Santa Catarina, com os 3 pontos de coleta destacados: 1. Ilha das Aranhas; 2. Ilha do Xavier e 3. Ilha do Campeche. (As linhas dos transectos são apenas representações ilustrativas dos pontos amostrados nas ilhas). Modificado de Google™ earth..... 52

Figura 2. Desenho esquemático dos seis padrões de crescimento encontrados nas ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche, Florianópolis. Imagem modificada de Bell & Barnes (2001)..... 53

Figura 3. Frequências de cada categoria de interação Contato Sem Dominância (CSD), Interferência Sem Contato (CI), Recobre (RE) e Coberta (CR) entre os grupos Inter e Intrafiléticas. As letras minúsculas indicam diferenças significativas (*Tukey Test* $p < 0,05$) entre as categorias de interação..... 57

Figura 4. Número de interações de cada categoria de contato entre as esponjas e o grupo Interfilético. Abreviações: CB= Contato de Borda; CI= Contato Indireto; Re= Recobre; Rt= Recoberta. APLYSROS= *Aplysilla roseus*; AULOSP= *Aulospongia* sp.; CALLSPPSEUD= *Callyspongia pseudotoxa*; CHALIN= *Chalinula* sp.; CLATHRIAV= *Clathria* sp.2; CLATHRNAUR= *Clathrina aurea*; CLATHRNSP= *Clathrina* sp.; CLIONA= *Cliona celata*; DRAGMCDRET= *Dragmacidon reticulatum*; DRAGXANOM= *Dragmaxia anomala*; GUITARRA= *Guitarra sepia*; HALICC1= *Haliclona (Halichocona)* sp.1; HALICC2= *H. (Halichocona)* sp.2; HALICC3= *H. (Halichocona)* sp.3; HALIC2= *H. (Haliclona)* sp.2; HAPLOSCDAE= Chalinidae; HEMIMYCALE= *Hemimycala* sp.; MONANC= *Monanchora brasiliensis*; MYCARC= *Mycale arcuiris*; MYCMICROS= *Mycale microsigmata*; MYCSP= *Mycale* sp.; PACHYCA= *Pachychalina alcaloidifera*; POECIVIN= *Phorbis* sp.; SCOPALN= *Scopalina ruetzleri*; SUBERTAUR= *Suberites aurantiacum*; TEDNIGNIS= *Tedania ignis*; TERPMANG= *Terpios manglaris*..... 60

Figura 5. Número de interações de cada categoria de contato entre as esponjas e o grupo Intrafilético. Abreviações: CB= Contato de Borda; CI= Contato Indireto; Re= Recobre; Rt= Recoberta. APLYSROS= *Aplysilla roseus*; AULOSP= *Aulospongia* sp.; CALLSPPSEUD= *Callyspongia pseudotoxa*; CHALIN= *Chalinula* sp.; CLATHRIAV= *Clathria* sp.2; CLATHRNAUR=

Clathrina aurea; CLATHRNSP= *Clathrina* sp.; CLIONA= *Cliona celata*; DRAGMCDRET= *Dragmacidon reticulatum*; DRAGXANOM= *Dragmaxia anomala*; GUITARRA= *Guitarra sepia*; HALICC1= *Haliclona (Halichocona)* sp.1; HALICC2= *H. (Halichocona)* sp.2; HALICC3= *H. (Halichocona)* sp.3; HALIC2= *H. (Haliclona)* sp.2; HAPLOSCDAE= Chalinidae; HEMIMYCALE= *Hemimycale* sp.; MONANC= *Monanchora* sp.; MYCARC= *Mycale arcuiris*; MYCMICROS= *Mycale microsigmata*; MYCSP= *Mycale* sp.; PACHYCA= *Pachychalina alcaloidifera*; POECIVIN= *Phorbas* sp.; SCOPALN= *Scopalina ruetzleri*; SUBERTAUR= *Suberites aurantiacum*; TEDNIGNIS= *Tedania ignis*; TERPMANG= *Terpios manglaris*..... 62

Figura 6. Número de interações total de cada grupo morfo-funcional nas interações com contato direto entre as espécies de esponjas nas Ilhas das Aranhas, do Xavier e do Campeche, entorno Município de Florianópolis. Abreviações: TURF: pequenos hidróides, algas filamentosas e briozoários arborescentes indissociáveis a olho nú; ASC: Ascídia Colonial; OCT: Octocorais; CORY: Corallimorpharia, gênero *Corynactis*; ZOAN: Zoantídeos; ACTN: Actiniaria; HYD: Hidrozoários; BRYOZC: briozoários calcários; BRYOZA: briozoário arborescente, representado pela espécie *Bugula neritina*; PESS: alga calcária do gênero *Pessionelia*; ALCALINC: alga calcária incrustante; ALCALARTIC: alga calcária articulada, representada pelo gênero *Jania*; COD: alga do gênero *Codium*; CIRRIP: crustáceos cirripédios; POLQ: poliquetas calcários; EPIZOOB: epizobentos (organismos sem identificação); SCLERAC: corais da ordem/classe Scleractinia..... 63

Figura 7. Matriz interfilética com as 25 espécies com maior número de contato nas categorias de interações CSD, RE e CR nas ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche, entorno do Município de Florianópolis. Os quatro números representam o número de interações em cada uma das categorias de contato. O valor da esquerda em cima, é o número de interações do tipo CB; o valor da esquerda embaixo, é o número de vezes que a esponja recobre; o valor da direita em cima, é o número de vezes que a esponja é recoberta pelo seu par; o valor da direita embaixo, é o somatório de cada um dos tipos de interações..... 67

Figura 8. Matriz intrafilética com as 16 espécies com maior número de contato nas categorias de interações CSD, RE e CR nas ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche, entorno do Município de Florianópolis. Os quatro números representam o número de interações em cada uma das categorias de contato. O valor da esquerda em cima, é o número de interações do tipo CB; o valor da esquerda embaixo é o número de vezes que a esponja recobre; o valor da direita em cima, é o número de vezes que a esponja é recoberta pelo seu par; o valor da direita embaixo, é o somatório de cada um dos tipos de interações..... 68

LISTA DE TABELAS

Artigo I. Biodiversidade e Distribuição em Escala Local de Poríferos Marinhos de Águas Rasas no Estado de Santa Catarina.

Tabela I. Localidades e coordenadas geográficas dos pontos onde as amostras foram registradas ao longo da costa do estado de Santa Catarina..... 7

Artigo II. Estrutura da comunidade de Porifera em três Ilhas de Costão Rochoso no Atlântico sul subtropical, Santa Catarina, Brasil

Tabela I. Abundância total de indivíduos, número de espécies e Índice de Diversidade de Shannon nas Ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche, Florianópolis, SC. Os termos RASO e FUNDO se referem às faixas de profundidades: 6m e 12m..... 28

Tabela II. Valores da densidade das espécies de esponjas em 2m², abundância total, frequência de ocorrência das espécies e constância de Dajoz (1973) nas ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche, Florianópolis, SC. Os termos RASO e FUNDO se referem às duas faixas de profundidades: 6m e 12m..... 30

Tabela III. Resultados da análise do Modelo Linear Geral (GLM) para a variável dependente riqueza de espécies em relação aos fatores profundidade (RASO e FUNDO), Locais (Ilha das Aranhas, do Xavier e do Campeche) e Substrato (Rocha V, Rocha H, Matacão V, Matacão H, Areia), nas ilhas de Florianópolis, Santa Catarina..... 32

Tabela IV. Resultados das interações entre Local e Substrato a partir da análise do Modelo Linear Geral (GLM) para a variável dependente riqueza de espécies nas ilhas de Florianópolis, Santa Catarina. As letras minúsculas indicam diferenças significativas entre os fatores em cada ilha e as letras maiúsculas indicam diferenças significativas entre as ilhas..... 32

Tabela V. Resultados da análise do Modelo Linear Geral (GLM) para a variável dependente número de indivíduos em relação aos fatores profundidade (RASO e FUNDO), Locais (Ilha das Aranhas, do Xavier e do Campeche) e Substrato (Rocha V, Rocha H, Matacão V, Matacão H, Areia), nas ilhas de Florianópolis, Santa Catarina..... 34

Tabela VI. Resultados das interações entre Local e Substrato a partir da análise do Modelo Linear Geral (GLM) para a variável dependente abundância, nas ilhas de Florianópolis, Santa Catarina. As letras minúsculas indicam diferenças significativas entre os fatores em cada ilha e as letras maiúsculas indicam diferenças significativas entre as ilhas..... 34

Tabela VII. Frequência das 21 espécies mais abundantes em relação aos tipos de substrato. Abreviações se referem ao padrão de crescimento das esponjas conforme Boury-Esnault & Rützler (1997) e ao tipo de substrato: **INC**- Incrustante; **REP**- Repente; **MAS**- Massiva; **ARB**- Arborecente; **TUB**- Tubular; **DIG**- Digitiforme; **PERF**- Perfurante; **PALM**- Palmada; **Matacão**- Matacão. Letras Maiúsculas se referem a inclinação do perfil: **V**- Vertical; **H**- Horizontal..... 37

Artigo III. Interação intra e interfilética das esponjas de costão rochoso no Atlântico Temperado Quente, Santa Catarina, Brasil.

Tabela I. *Ranking* de desempenho competitivo Interfilético das 25 espécies de esponjas encontradas sobre rochas com superfície vertical, gerado através do índice WIN: TOTAL e a

indicação do padrão de crescimento de cada espécie. Quanto maior o valor percentual, melhor é o desempenho de cada uma das espécies..... 65

Tabela II. *Ranking* de desempenho competitivo Intrafilético das 25 espécies de esponjas encontradas sobre rochas com superfície vertical, gerado através do índice WON: TOTAL e a indicação do padrão de crescimento de cada espécie. Quanto maior o valor percentual, melhor é o desempenho de cada uma das espécies..... 66

INTRODUÇÃO GERAL

As esponjas estão entre os principais componentes de comunidades bentônicas em vários ambientes marinhos, desde costões rochosos, recifes de corais, grutas submarinas a substratos artificiais, distribuindo-se desde os trópicos aos pólos e das zonas entre marés até fossas abissais (em torno de 8000m de profundidade). Compreendem um dos grupos de invertebrados dominantes, tanto em biomassa, quanto em riqueza de espécies e exercem um importante e diversificado papel no funcionamento dos ecossistemas em ambientes temperados, tropicais e polares (Bergquist, 1978; Hooper & Lévi 1994; Van Soest, 1994; Bell, 2008).

As esponjas marinhas, na atualidade, constituem um dos grupos que mais fornece novas moléculas bioativas ou com estruturas incomuns. São consideradas as maiores produtoras de compostos bioativos, onde cerca de 10% das espécies apresentam atividade citotóxica, sendo consideravelmente maior do que o encontrado em outros grupos marinhos (2%), plantas terrestres (<1%) e microorganismos (<1%) (Osinga *et al.*, 1998). Também são múltiplos os seus papéis ecológicos e sua sensibilidade a variações da qualidade da água, podendo ter papel valioso no biomonitoramento de ambientes degradados (Monteiro & Muricy, 2004).

Assembléias de costões rochosos são apropriadas para o estudo das mudanças causadas pelos impactos antropogênicos locais e globais e pelo efeito das mudanças climáticas, devido as suas características ecológicas e acessibilidade aos pontos de estudos. Qualquer perda de diversidade reflete negativamente no funcionamento de um sistema e desta forma, é de extrema importância se estar apto em detectar as mudanças nos ecossistemas naturais (Cruz-Motta *et al.*, 2010).

O baixo conhecimento a respeito da fauna bentônica sésil de substrato consolidado e o desconhecimento sobre possíveis introduções de espécies exóticas em nos ecossistemas marinhos, são problemas que podem levar a sérios prejuízos à integridade das comunidades naturais, influenciando mecanismos como competição, predação, parasitismo, alterando as cadeias-alimentares e ciclagem de nutrientes (Vitousek, 1990).

A redução da riqueza de espécies nativas em ambientes impactados podem favorecer a invasão de espécies exóticas nestes sistemas menos diversos (Marins *et al.*, 2010). Organismos introduzidos em um sistema degradado podem ser favorecidos na medida que espécies menos tolerantes a esta degradação morram, disponibilizando espaço para espécies mais tolerantes (Herbert, 1999).

Um exemplo de ameaça para as espécies de costão rochoso é o Coral-Sol, um coral Scleractinia do gênero *Tubastrea*, oriundo do Indo-Pacífico, cujas populações foram avistadas ainda na década de 80 em plataformas de petróleo no Brasil e, atualmente, está dominando costões rochosos nos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo (Figueira & Creed, 2004; Paula & Creed, 2005). Duas espécies do gênero *Tubastrea* foram observadas no Estado de Santa Catarina, na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, demonstrando a facilidade destas espécies em se dispersar e colonizar o ambiente (Lindner, comunicação pessoal).

A distribuição das espécies de esponjas é fortemente relacionada com fatores físicos como processos hidrodinâmicos, sedimentação, temperatura e luminosidade. Outro fator relevante é a heterogeneidade do próprio habitat que determina a diversidade e a abundância das espécies, considerando-se aqui as superfícies expostas para sua fixação, com diferentes tamanhos e granulometrias, inclinações e rugosidades (Monteiro & Muricy, 2004; Carballo & Nava, 2007).

Na extremidade sul da costa brasileira, o Estado de Santa Catarina torna-se um importante local para espécies com hábito de vida bentônica, devido à presença de costões rochosos e inúmeras ilhas, que oferecem substrato diversificado para a fixação, e representa o limite meridional de distribuição para inúmeras espécies tropicais de esponjas, corais escleractíneos, ascídias e peixes tropicais (Lerner *et al.*, 2005; Rodrigues, 1965; Capel *et al.*, 2012; Barneche *et al.*, 2009). A costa de Santa Catarina também é caracterizada pelo fenômeno da ressurgência costeira, que tornam estas águas bastante produtivas. Este processo oceanográfico confere à região características climáticas semelhante a de regiões temperadas, o que influencia profundamente a composição da fauna local (Amaral & Jablonski, 2005).

Diante deste cenário de mudanças climáticas globais e devido ao efeito que estas mudanças causam nas comunidades marinhas, o presente estudo tem como foco principal caracterizar as assembléias de poríferos em três Ilhas do Estado de Santa Catarina: ilha das Aranhas, ilha do Xavier e ilha do Campeche, todas situadas no Município de Florianópolis, analisando a influência do ambiente na estrutura das assembléias, as formas de associação com os demais organismos marinhos do fito-zoobentos e a biodiversidade da espongiofauna na ecorregião do Sudeste do Brasil.

O primeiro capítulo do presente trabalho traz os resultados da influência do substrato na organização das assembléias de esponjas nas ilhas das Aranhas, do Xavier e do Campeche. O segundo capítulo analisa a forma como as esponjas marinhas se relacionam, caracterizando e quantificando as interações entre as espécies do próprio grupo e destas com o fito-zoobentos. O terceiro capítulo trata da biodiversidade de esponjas do litoral catarinense, apresentando novos registros de espécies para o Estado e a ampliação da área de ocorrência de algumas espécies.

O presente artigo será submetido à Revista Biota Neotropica ISSN 1676-0603

2.1. Biodiversidade e Distribuição em Escala Local de Poríferos Marinhos de Águas Rasas no Estado de Santa Catarina.

João Luís Carraro^{1,2}; Cléa Lerner² & Norma Luiza Würdig¹.

1. Laboratório de Invertebrados Bentônicos I, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

2. Aluno de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

3. Laboratório de Poríferos Marinhos, Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do RS, Porto Alegre, RS, Brasil.

Resumo: O presente estudo visa incrementar o conhecimento da biodiversidade de poríferos marinhos através da ampliação de novos registros de espécies, em águas rasas, no estado de Santa Catarina e verificar a similaridade de ocorrência de espécies nas localidades levantadas. Foram realizadas coletas nas ilhas das Aranhas, do Xavier e do Campeche. Os dados quantitativos foram coletados em dois estratos de profundidades: (1) a seis metros (RASO) e (2) a 12 metros (FUNDO), onde foram estendidas cinco transecções de 20 metros de comprimento cada, em contínuo. Para confecção da tabela de presença e ausência das espécies de esponjas do litoral catarinense, além dos dados oriundos das coletas das ilhas das Aranhas, do Xavier e do Campeche, foram consultados artigos científicos publicados para a região foco do estudo. No presente estudo são ampliadas as distribuições meridionais de quatro espécies: *Dragmaxia anomala*, *Pachychalina alcaloidifera*, *Aplysilla rosea* e *Cliona aff celata*. Além destas quatro espécies, são acrescentados mais 7 novos gêneros para o Estado: *Arenosclera*, *Aulospongius*, *Darwnilla*, *Hemimycale*, *Leucascus*, *Oceanapia* e *Phorbas*. Também são ampliados os registros de poríferos para as ilhas das Aranhas (36 spp), do Xavier (26 spp); do Campeche (30 spp) e do Coral (11 spp). Assim, o presente estudo amplia o registro de poríferos, das atuais 38 espécies para 75.

Palavras-Chaves. Demospongiae, Calcarea, Endemismo, Ecorregião, Riqueza de espécies, Análise de Similaridade.

INTRODUÇÃO

Esponjas são um dos grupos de invertebrados dominantes nas comunidades de substrato duro, tanto em biomassa, quanto em riqueza de espécies e exercem um importante papel no funcionamento dos ecossistemas em ambientes temperados, tropicais e polares (Sarà & Vacelet, 1973; Bell, 2008).

A distribuição das esponjas nos oceanos reflete a condição de organismos sésseis em sua fase adulta, a limitada capacidade de dispersão de suas larvas, e sua adaptação às condições específicas de temperatura para seu crescimento e atividade reprodutiva (Van Soest & Hajdu, 1997). As grandes massas continentais e profundidades oceânicas, além das isotermas, são as principais barreiras delimitando áreas de endemismo (Van Soest, 1994). Ainda, de acordo com Van Soest (op.cit.), a distribuição de gêneros pode ser classificada em cinco padrões principais: cosmopolita, Tethyano, Indo-Australiano, de águas frias e descontínuo. O mapeamento da distribuição da maioria das espécies ainda é incompleto e estima-se que importante fração das espécies existentes siga desconhecida da ciência (Hooper & Wiedenmayer, 1994; Hooper & Van Soest, 2002). Todavia, padrões de distribuição de espécies vêm sendo revelados (Van Soest, 1994; Xavier & Van Soest, 2011; Van Soest *et al.*, 2012). Spalding *et al.* (2007) basearam-se em estudos compostos, onde vários parâmetros oceanográficos ou táxons divergentes foram utilizados, para estabelecer os limites geográficos de distribuição de espécies marinhas ao redor de todo o mundo, propondo um sistema com 12 Reinos, 62 Províncias e 232 Ecorregiões marinhas. Assim, a costa brasileira apresenta 3 províncias e 8 ecorregiões. Santa Catarina está inserida na Província do Atlântico Sudeste Temperado-quente, ecorregião do Sudeste do Brasil.

Na extremidade sul da costa brasileira, o estado de Santa Catarina torna-se um importante local para espécies com hábito de vida bentônica, devido à presença de costões rochosos e inúmeras ilhas, que oferecem substrato diversificado para a sua fixação, representando o limite meridional de distribuição para inúmeras espécies tropicais de esponjas, corais escleractíneos, ascídias e peixes tropicais (Lerner *et al.*, 2005; Rodrigues, 1965; Capel *et al.*, 2012; Barneche *et al.*, 2009).

As esponjas do litoral catarinense vêm sendo estudadas pela equipe da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (FZB) desde 1975. Dos primeiros registros feitos, da década de setenta até meados dos anos noventa, as coletas foram na zona de entre-marés sendo registradas 17 espécies de esponjas (Volkmer-Ribeiro & Mothes-de-Moraes (1975); Mothes-de-Moraes (1985); Mothes-de-Moraes (1987); Mothes & Lerner (1994). A partir de Lerner (1996) as amostragens passaram a ocorrer através de mergulho autônomo, como método de coleta. A partir de então, foram registradas mais 21 espécies (Lerner, 1996; Lerner & Hajdu 2002; Carvalho *et al.* 2003; Lerner *et al.* 2004, 2005 e 2006; Mothes *et al.*, 2006; Bouzon *et al.*, 2012), totalizando 38 espécies conhecidas para o Estado de Santa Catarina.

O presente estudo visa incrementar o conhecimento da biodiversidade de poríferos marinhos através da ampliação de novos registros de espécies, acrescentar novas localidades com registros de esponjas e verificar a similaridade de espécies entre as localidades amostradas.

Material e Métodos

Área de Estudo.

Nos 538 km de costa do Estado de Santa Catarina (7% da costa brasileira), encontra-se uma grande diversidade de ambientes litorâneos e costeiros. Do norte do estado em direção ao Cabo de Santa Marta, a Serra do Mar torna-se a característica marcante do trecho, sendo constituída por maciços e escarpas cristalinas. As origens estão ligadas à tectônica do Terciário, responsável pelo soerguimento e basculamento do cristalino acompanhado de fraturas, falhas e flexuras que orientam a direção das escarpas voltadas para sudeste. Essa porção do litoral é intensamente recortada por costões rochosos, baías e inúmeras ilhas (Lerner, 2001).

Coleta das Amostras em Campo e Identificação de espécies

As coletas foram realizadas nos períodos de janeiro a maio 2011 e de dezembro de 2011 a janeiro de 2012, em três ilhas do Município de Florianópolis, ilha das Aranhas, ilha do Xavier e ilha do Campeche. Os dados quantitativos foram coletados em dois estratos de profundidades, 6 e 12m, realizando-se 5 transecções por estrato. Este procedimento se repetiu em cada ilha amostrada, totalizando 28 transecções (área 1120m²). A identificação das amostras baseou-se nos caracteres morfológicos como forma e tamanho da esponja, coloração, consistência, superfície, arquitetura do esqueleto, forma e tamanho das escleras, conforme Mothes-de-Moraes (1985) e Mothes (1987). Para compor a tabela de ocorrência foram utilizados somente os exemplares que tiveram sua identificação em nível genérico ou específico. As amostras identificadas apenas em grande grupo não foram utilizadas para as análises.

Coleta dos Dados a partir da Bibliografia

Para confecção da tabela de presença e ausência das espécies de esponjas do litoral catarinense, foram consultados artigos científicos publicados para a região foco do estudo, além dos dados coletados no presente trabalho, nas ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche. Também foram utilizados dados ainda não publicados, oriundos da tese de doutorado da Dra. Cléa Beatriz Lerner, que realizou extensas e sucessivas coletas de dados a respeito da fauna de poríferos marinhos da região (Tabela 1).

Tabela 1. Localidades e coordenadas geográficas dos pontos onde as amostras foram registradas ao longo da costa do estado de Santa Catarina.

Local	Coordenadas
Ilha João da Cunha	27°08'30"S/48°32'30"W
Praia de Bombinhas, Lagoinha	27°08'42"S/48°28'54"W
Costão entre Bombas e Bombinhas	27°08'42"S/48°29'48"W
Praia de Bombinhas	27°08'48"S/48°29'00"W

Praia de Porto Belo	27°08'48"S/48°32'12"W
Ilha da Galé	27°10'48"S/48°24'18"W
Parcel da Deserta	27°16'00"S/48°19'36"W
Ilha Deserta	27°16'30"S/48°20'00"W
Ilha do Arvoredo	27°17'42"S/48°21'36"W
Ilha do Francês	27°24'54"S/48°28'30"W
Ilha das Aranhas	27°29'18"S/48°21'37"W
Ilha do Xavier	27°36'35"S/48°23'13,41"W
Praia da Armação	27°43'30"S/48°30'18"W
Ilha do Campeche	27°41'44"S/48°27'59"W
Ilha Três Irmãs	27°50'S/48°31'W
Ilha Moleques do Sul	27°51'S/48°26'W
Ilha do Coral	27°56'S/48°32'W
Praia de Garopaba	28°01'30"S/48°37'00"W

RESULTADOS

Dezessete localidades apresentam registros de esponjas no Estado de Santa Catarina. A distribuição das ilhas e costões abrange basicamente seis municípios: Bombinhas, Governador Celso Ramos, Florianópolis, Palhoça, Garopaba e Imbituba. O número de espécies de esponjas registrado foi de 75 espécies pertencentes a duas classes, Demospongiae e Calcarea (ANEXO I).

A Classe Demospongiae foi a mais representativa, com 70 espécies, distribuídas em 9 ordens e 28 famílias. A ordem com mais espécies foi a Poecilosclerida (26spp). Haplosclerida apresentou 16spp, Hadromerida, 8spp, Halichondrida. 7spp, Dendroceratida 2spp e Lithistida, Homosclerophorida, Verongida e Dictyoceratida apresentaram apenas uma espécie cada. A Classe Calcarea apresentou duas Ordens, Clathrinida e Leucosolenida, cada uma com duas espécies. Três gêneros se destacam pela grande presença de espécies, *Haliclona* (13 spp), *Clathria* (5 spp) e *Mycale* (4 spp), representado 30% de todas as espécies registradas para Santa Catarina.

A localidade que apresentou o maior número de espécies foi a Ilha do Arvoredo, principal ilha da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, com 38 espécies. A ilha das

Aranhas foi a segunda com 37 espécies, a ilha do Campeche 31, a ilha da Galé 30 e a ilha do Xavier apresentou 27 espécies. Estas cinco localidades apresentaram a ocorrência de 62 espécies, representando 83% do total das espécies registradas para todo o Estado de Santa Catarina. A área onde estão localizadas as ilhas, praias e costões com registros de esponjas podem ser separadas em 4 regiões principais, são elas: Península de Porto Belo, Rebio do Arvoredo, Florianópolis, Palhoça e Praias do Sul. Assim, a região que apresentou o maior número de espécies foi a Rebio do Arvoredo com a ocorrência de 52 espécies de esponjas, seguida por Florianópolis com 44 espécies, Península de Porto Belo com 23, Palhoça com 14 e, por último, Praias do Sul, com apenas 4 espécies registradas. Ao todo foram 21 espécies com distribuição restrita a apenas uma localidade e 15 espécies com registro em duas localidades no litoral de Santa Catarina. Estas espécies representaram 49% da riqueza total para o litoral catarinense. Já as espécies mais amplamente distribuídas foram *Drummacidon reticulatum*, *Tedania ignis*, *Haliclona (Rhizoniera) mammillaris* e *Guitarra sepia*. Todas elas ocorreram em mais de 60% das localidades, porém nenhuma alcançou 100% de ocorrência (Anexo I).

DISCUSSÃO

Provavelmente, as comunidades de esponjas amostradas a 20-30 anos nos ambientes da zona entre-marés já tenham sofrido drásticas mudanças neste período, pois atualmente as regiões onde se encontram são locais fortemente antropizados. Este efeito já é sentido nas assembleias de algas em enseadas do litoral catarinense, que apresentam declínio de populações de espécies sensíveis as mudanças do ambiente pela pressão humana, principalmente pela poluição por óleo e saídas de esgoto (Martins *et al.*, 2012). Mas o risco de perda de diversidade não é exclusivo aos costões de áreas de entre-marés e enseadas, mas também nas ilhas costeiras. Monteiro & Muricy (2004) atribuem a menor

riqueza de espécies de esponjas no Arquipélago das Cagarras, Estado do Rio de Janeiro, a efeitos antrópicos, como descarga de esgotos e poluição por derramamento de óleo. Outro fator que pode colocar em declínio as populações nativas das ilhas costeiras são as espécies invasoras, onde nestes ambientes recém colonizados, elas apresentam altas taxas reprodutivas, recobrando rapidamente o substrato e afetando, assim, as comunidades nativas. Em Santa Catarina já foram encontradas colônias da espécie invasora do gênero *Tubastrea* (Lindner comunicação pessoal), o que pode colocar em risco a fauna sésil destas regiões, como na Ilha Grande, Rio de Janeiro, onde este gênero já domina os substratos rochosos (Figueira & Creed, 2004; Paula & Creed, 2005).

A partir dos táxons confirmados até espécie pode-se fazer considerações a respeito da sua ocorrência nas Ecorregiões, conforme Custódio & Hajdu (2011). Três espécies são endêmicas provisórias do Estado de Santa Catarina: *Haliclona catarinense*, *Haliclona lilaceus* e *Spongia catarinensis*. Sete espécies são endêmicas provisórias da Ecorregião Sudeste do Brasil: *Aplysina caissara*, *Ciocalypta alba*, *Clathrina conifera*, *Guitarra sepia*, *Mycale arcuiris*, *Pachychalina alcaloidifera*, *Raspailia bouryesnaultae*, *Spongia catarinensis*. Três espécies são endêmicas provisórias do Brasil, ocorrendo além da Ecorregião Sudeste do Brasil: *Clathrina aurea*, *Petromica citrina* e *Polymastia janeirensis*. 12 espécies são amplamente distribuídas no Atlântico Tropical Ocidental, em alguns casos alcançando até a costa sudeste dos Estados Unidos e/ou Arquipélago das Bermudas: *Axinella corrugata*, *Chalinula zae*, *Dragmacidon reticulatum*, *Hymeniacidon heliophila*, *Mycale magnirhaphidifera*, *M. microsigmatosa*, *Myxilla mucronata*, *Scopalina ruetzleri*, *Suberites aurantiacus*, *Tedania ignis*, *Terpios manglaris* e *Tethya diploderma*.

No presente estudo são ampliadas as distribuições meridionais de quatro espécies: *Dragmaxia anomala* e *Pachychalina alcaloidifera*, ambas antes tidas como provisoriamente endêmicas para costa de São Paulo por Custódio & Hajdu (2011), agora passam a apresentar status de provisoriamente endêmica para a Ecorregião Sudeste; *Aplysilla rosea* e *Cliona aff celata* anteriormente com limite de distribuição até a costa de São Paulo por Custódio & Hajdu (2011), passa a apresentar distribuição no Atlântico Tropical Ocidental até o Estado de Santa Catarina. Além destas três espécies, são acrescentados mais 7 novos gêneros para o Estado: *Arenosclera*, *Aulospongius*, *Darwnilla*, *Hemimycale*, *Leucascus*, *Oceanapia* e *Phorbas*. Outras cinco espécies identificadas até o nível genérico ou de subespécie são acrescentadas para o litoral catarinense, três espécies de *Haliclona* (*Haliclona*), uma espécie de *Mycale* (*Carmia*) e uma de *Callyspongia*.

Também são ampliados os registros de poríferos para as ilhas das Aranhas, de uma espécie (Mothes *et al.*, 2006) para 37 espécies; do Xavier, de nenhum registro para 27 espécies; do Campeche, de 11 registros (Bouzon *et al.*, 2012) para 31 e do Coral, de um registro (Carvalho *et al.*, 2003) para 11 espécies.

A presença de um maior número de espécies dentro da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo é muito importante para trabalhos de conservação marinha, pois estes resultados aliados a de outros grupos, como o de corais Escleractíneos (Capel *et al.*, 2012), mostram que áreas protegidas podem ser eficientes na preservação dos ecossistemas marinhos.

Assim, o presente estudo amplia o registro de poríferos, das atuais 38 espécies para 75. No entanto, este número deve aumentar, pois inúmeras espécies ainda não foram identificadas até nível específico, bem como inúmeros locais permanecem sem coletas de dados.

AGRADECIMENTOS

Aos professores Dr. Alberto Lindner e ao Dr. Eloir Schenkel pela disponibilidade de recursos financeiros para a realização do presente trabalho. A Dra. Janayna Bouzon, a M.Sc Kátia Capel, ao biólogo Eduardo Bastos pelas ajudas das coletas de dados em campo. A CAPES pela concessão de bolsa de doutorado do autor sênior deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barneche, D.R.; Anderson, A.B.; Floeter, S.R.; Silveira, M.; Dinslaken, D.F. & A. Carvalho-Filho. 2009. Ten new records of reef fish on the coast of Santa Catarina State. Brazil. *Marine Biodiversity Records*. 2: 143.
- Becking, L.E.; Cleary, D.F.R; De Voogd, N.; Renema, W.; De Beer, M. Van Soes, R.W.M & B.W. Hoeksema. 2006. Beta diversity of tropical marine benthic assemblages in Spermonde Archipelago, Indonesia. *Marine Ecology*. 27: 76-88.
- Bell, J. 2008. The ecological roles of marine sponges. *Est. Coast. Shelf Sci*. 79:341–353
- Bell, J.J. 2002. The sponge community in a semi-submerged temperate sea cave: density, diversity and richness. *Marine Ecology*. 23 (4): 297-311
- Bell, J.J. & D.K.A. Barnes, 2000. The distribution and prevalence of sponges in relation to environmental gradients within a temperate sea lough: inclined cliff surfaces. *Diversity and Distribution*. 6: 305-323.
- Bell, J.J. & D.K.A. Barnes. 2001. Sponge morphological diversity: a qualitative predictor of species diversity? *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 11: 109-121.
- Bell, J.J. & D.K.A. Barnes 2002. The distribution and prevalence of sponges in relation to environmental gradients within temperate sea lough: inclined cliff surfaces. *Diversity and Distributions*. 6: 305-323.

- Bell, J.J. & D.K.A. Barnes. 2003a. Effect of disturbance on Assemblages: an example using Porifera. *Biological Bulletins*. 205: 144-159
- Bell, J.J. & D.K.A. Barnes. 2003b. The importance of competitor identity, morphology and ranking methodology to outcomes in interference competition between sponges. *Marine Biology*. 143: 415-426
- Bell, J.J.; Barnes, D.K.A. & J.R. Turner. 2002a. The importance of micro and macro morphological variation in the adaptation of a sublittoral demosponge to current extremes. *Marine Biology*. 140: 75-81.
- Bell, J.J.; D.K.A. Barnes & C. Schaw. 2002b. Branching dynamics of two species of arborescent demosponge. the effect of flow regime and bathymetry. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom*. 82: 279-294.
- Bell, J.J. & D. Smith. 2004. Ecology of sponge assemblages (Porifera) in the Wakatobi region, south-east Sulawesi, Indonesia: richness and abundance. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom*. 84: 581-591.
- Bergquist, P. R. 1978. Sponges. Ed. Hutchinson, London.
- Boury-Esnault, N. & K. Rützler. 1997. Thesaurus of sponge morphology. *Smithson. Contrib. Zool*. 596.
- Bouzon, J.; Brandini, F.P. & R. Rocha 2012. Biodiversity of Sessile Fauna on Rocky Shores of Coastal Islands in Santa Catarina, Southern Brazil. *Marine Science*. 2(5): 39-47.
- Capel, K.C.C.; Bertuol, P; Segal, B & A. Lindner. 2012. Corallith beds at the edge of the tropical South Atlantic. *Coral Reefs*. 31-75
- Carballo, J.L. & H. Nava. 2007. A comparison of sponge assemblage patterns in two adjacent Rochay habitats (tropical Pacific Ocean, Mexico). *Écosciense*. 14(1): 92-102

- Carvalho, M.A.; Carraro, J.L.; Lerner, C.B. & E. Hajdu, 2003. First Record of *Ciocalypta* (Demospongiae: Halichondrida) from Brazil, Southwestern Atlantic, with description of a new valid species. *Zootaxa*. 302: 1-8
- Clarke, K.R. & Warwick, R.M. (2001). Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition. Plymouth, Plymouth Marine Laboratory.
- Clarke, K.R. & Gorley, R.N. (2006) PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth.
- Custódio, M. & E. Hajdu. 2011. Check list de Porifera do Estado de São Paulo. *Biota Neotropica*. 1: 1-17.
- Figueira, A.P. & J.C. Creed. 2004. Two species of the coral *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) in Brazil: a case of accidental introduction. *Bulletin of Marine Science*. 74(1): 175-183.
- Hooper, J.N.A. & R. Van SOEST, 2002. *Systema Porifera* ed. New York : Kluwer Academic / Plenum Publishers, 1707p.
- Hooper, J.N.A. & F. Wiedenmayer, 1994. Porifera. Pp 1-624. In: WELLS, A. (ed). *Zoological Catalogue of Australia*. vol. 12 (CSIRO Australia: Melbourne).
- Lerner, C.B. 1996. Esponjas da Ilha da Galé (Porifera, Demospongiae), Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Santa Catarina, Brasil. *Biociências* 4 (2):101-24.
- Lerner, C.B. 2001. **Inventariamento da fauna de poríferos da costa do Estado de Santa Catarina, Brasil**. São Paulo: USP, 2001. Tese (Doutorado em Zoologia), Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. 239 pp.
- Lerner, C.B. & E. Hajdu. 2002. Two new *Mycale* (*Naviculina*) (Mycalidae, Poecilosclerida, Demospongiae) from the Paulista Biogeographic Province (SW Atlantic). *Revta bras. Zool.* 19(1): 109-122.

- Lerner, C. B., Hajdu, E.; Custódio, M. & Van Soest, R. 2004. *Guitarra sepia* n.sp. from the southwestern Atlantic (Demospongiae, Poecilosclerida, Guitarridae). First record of a *Guitarra* without placochelae. Bollettino Dei Musei e Degli Istituti Biologici Dell Università Di Genova. Genova: , v.68, p.405 - 411.
- Lerner, C.B.; Mothes, B. & J.L. Carraro. 2005. Novos registros e ampliação de limites meridionais de distribuição de poríferos (Porifera, Demospongiae) no Atlântico sudoeste. Revta bras. Zool. 22(3): 596-612.
- Lerner, C.B.; Carraro, J.L. & R.W.M. Van Soest. 2006. *Raspailia* (*Raspaxilla*) *bouryesnaultae*, a new name for Brazilian *Raspaxilla elegans* Boury-Esnault, 1973 (Demospongiae, Poecilosclerida, Raspailiidae) with a redescription and a new record. Zootaxa. 1129: 37-45.
- Martins, C.D.L.; Arantes, N.; Faveri, C.; Batista, M.B.; Oliveira, E.C. ; Pagliosa, P. R. ; Fonseca, A.L.; Nunes, J.C.; Chow, F.; Pereira, S.B. & Horta, P. A. 2012. The impact of coastal urbanization on the structure of phytobenthic communities in southern Brazil. Marine Pollution Bulletin. 64: 772-778.
- Monteiro, L. C. & G. Muricy. 2004. Patterns of sponge distribution in Cagarras Archipelago, Rio de Janeiro, Brazil. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 84: 681-687
- Mothes De Moraes, B. 1985. Primeiro registro de *Myriastra purpurea* (Ridley, 1884) para a costa brasileira (Porifera, Demospongiae). Revta. Bras. Zool. 2 (6): 321-326.
- Mothes De Moraes, B. 1987. Ocorrência de poríferos na zona de maré da Ilha de João da Cunha, Porto Belo, Santa Catarina, Brasil (Porifera - Demospongiae). Iheringia, sér. Zool.(66): 129-139.

- Mothes, B. & C.B. Lerner. 1994. Esponjas marinhas do infralitoral de Bombinhas (Santa Catarina, Brasil) com descrição de três espécies novas (Porifera: Calcarea e Demospongiae). *Biociências*. 2 (1): 47-62.
- Mothes, B.; Kasper, G.L.; Lerner, C.B.; Campos, M. & J.L. Carraro. 2006. *Spongia (Heterofibria) catarinensis* sp. nov. (Porifera, Spongiidae) no litoral de Santa Catarina, Brasil. *Iheringia, Série Zoológica*. 96(3):335-338.
- Rodrigues, S. A. 1965. Distribution of Ascidiacea on the Brazilian coast. *An. Acad. Bras. Ciências*, 37:393.
- Sarà M, Vacelet J (1973) **Ecologie des Démosponges**. In: Grassé PP (ed). *Traité de zoologie. Anatomie, systématique, biologie: Spongiaires*. Masson, Paris, 3: 462-576
- Spalding, M. D., Fox, H. E., Allen, G. R., Davidson, N., Ferdaña, Z. A. & Finlayson, M., 2007. Marine ecoregions of the world: A bioregionalization of coastal and shelf areas. *Bioscience*, 57(7), 573-583.
- Van Soest, R.W.M. Van, 1994. Demosponge distribution. In “Sponges in Time and Space” (R.W.M. Van Soest, Th. M.G. Van Kempen and J.C. Braekman, Eds). Balkema, Róterdam. p.213-223.
- Van Soest, R.W.M. Van & E. Hajdu, 1997. Marine Area Relationships from Twenty Sponge Phylogenies. A Comparison of Methods and Coding Strategies. *Cladistics* 13:1-20.
- Van Soest, R. W. M.; Boury-Esnault, N.; Hooper, J. N. A.; Rützler, K.; De Voogd, N. J.; Alvarez De Glasby, B.; Hajdu, E.; Pisera, A. B.; Manconi, R.; Schoenberg, C.; Janussen, D.; Tabachnick, K. R.; Klautau, M.; Picton, B. & Kelly, M. 2012. World Porifera Database. Available at <http://www.marinespecies.org/porifera>.

Xavier, J. R. & R.W.M. Van Soest, 2011. Diveristy patterns and zoogeography of the Northeast Atlantic and Mediterranean shallow-water sponge fauna. *Hidrobiologia*. doi: 10.1007/s10750-011-0880-4.

Volkmer-Ribeiro, C. & B. Mothes De Moraes. 1975. Esponjas tetraxonidas do litoral sul-brasileiro. I - Redescricao de *Cydonium glariosus* Sollas, 1886 e *Erylus formosus* Sollas, 1886. *Iheringia, sér. Zool.* (47): 3-22.

Wulf, J.L. 2006. Ecological interactions of marine sponges. *Canadian J Zool* 84:146–166

O presente trabalho foi submetido para a revista Iheringia, Série Zoológica.

3.1. Estrutura da comunidade de Porifera em três Ilhas de Costão Rochoso no Atlântico sul subtropical, Santa Catarina, Brasil.

João Luís Carraro¹, Maria Eduarda Alves dos Santos², Fernando Pulgati³, Norma Luiza Würdig¹ & Bárbara Segal⁴.

1. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. joao.carraro@ufrgs.br
2. Laboratório de Biodiversidade Marinha, Departamento de Ecologia e Zoologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.
3. Núcleo de Assessoria Estatística, Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.
4. Laboratório de Ecologia de Ambientes Recifais, Departamento de Ecologia e Zoologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.

Resumo. O presente trabalho teve como objetivos: (1) descrever a comunidade de poríferos infralitorâneos nas ilhas das Aranhas, do Xavier e do Campeche, em Santa Catarina, (2) identificar a influência da profundidade, do tipo de substrato e seu perfil de inclinação sobre as comunidades e (3) apontar as similaridades quanto à composição de espécies e estrutura da comunidade nas três ilhas. Os dados quantitativos foram coletados em dois estratos de profundidades: (1) a seis metros (RASO) e (2) a 12 metros (FUNDO). Em cada faixa de profundidade foram estendidas cinco transecções de 20 metros de comprimento cada, em contínuo. Para verificar se houve diferença significativa entre as ilhas, profundidades e tipos de rocha, foi utilizado no SPSS, versão 18, o Modelo Linear Generalizado – GLM. Através da matriz de similaridade foi realizada uma análise de escalonamento multi-dimensional (nMDS) para representar a distribuição dos descritores ambientais em relação à composição de espécies. Conforme os resultados, a ilha das Aranhas apresenta a maior riqueza (42 spp) e abundância de esponjas (2859 ind). A ilha do Xavier apresentou a menor abundância (1665 ind) e riqueza intermediária (38 spp) e a ilha do Campeche apresentou a menor riqueza (34 spp) e abundância intermediária (2423 ind). Constatou-se interação significativa da localização (ilha) e o tipo de substrato com a riqueza de espécies ($p < 0,001$) e com número de indivíduos ($p = 0,039$). O resultado do nMDS, com *stress* de 0,07, mostra a tendência dos pontos a se agruparem mais proximamente uns dos outros em relação a inclinação do substrato. As espécies mais abundantes foram *Haliclona mammillaris*, *Hemimycale* sp., *Guitarra sepia*, *Haliclona (Halichocona)* sp.2 e *Dragmaxia anomala*. O padrão de crescimento predominante nas assembléias de esponjas foi o incrustante, representando 71,4% das espécies.

Palavras Chave. Riqueza de espécies, Modelos Lineares Generalizados, Padrão de Crescimento, Distribuição de esponjas.

INTRODUÇÃO.

As esponjas estão entre os principais componentes das comunidades bentônicas, em vários ambientes marinhos, desde costões rochosos, recifes de corais, grutas submarinas à substratos artificiais, distribuindo-se desde os trópicos aos pólos e das zonas entre

marés até fossas abissais (em torno de 8000m de profundidade) (Bergquist, 1978; Hooper & Lévi 1994; Van Soest, 1994).

A distribuição das espécies de esponjas é fortemente relacionada com fatores físicos como processos hidrodinâmicos, sedimentação, temperatura e luminosidade. Outro fator relevante é a heterogeneidade do próprio habitat que determina a diversidade e a abundância das espécies, considerando-se aqui as superfícies expostas para sua fixação, com diferentes tamanhos e granulometrias, inclinações e rugosidades (Monteiro & Muricy, 2004; Carballo & Nava, 2007). Também são múltiplos os seus papéis ecológicos e sensibilidade a variações da qualidade da água, podendo ser valiosos em biomonitoramentos (Monteiro & Muricy, 2004).

No entanto, trabalhos sobre a estrutura de assembléias de esponjas de costões rochosos ainda são raros e os principais registros podem ser encontrados para a costa do México, no Oceano Pacífico (Carballo 2006; Carballo & Nava, 2007) e para uma ilha na Irlanda, Lough Hyne, no Atlântico Norte (Bell & Barnes, 2000; Bell *et al.*, 2002a; 2002b; Bell & Barnes, 2003a).

A situação é crítica analisando-se o Atlântico Sul Ocidental, onde trabalhos sobre a estrutura da assembléia de esponjas são poucos, embora costões rochosos se estendam desde o sul da costa da Bahia até Santa Catarina. Moraes *et al.*, 2003 e Monteiro & Muricy, 2004, descrevem a ocorrência e abundância de esponjas, em escala local, na Reserva Biológica Marinha (Rebio) do Atol das Rocas, Estado do Rio Grande do Norte e no Arquipélago de Cagarras, no Estado do Rio de Janeiro, respectivamente. Muricy, 1989, discute a importância de esponjas como indicadores de qualidade do ambiente; Santos *et al.*, 2002, tratam sobre esponjivoria por ouriços-do-mar; Ribeiro *et al.*, 2003, focam a interação entre uma única espécie de esponja, *Mycale microsigmatosa*, e a

fauna associada, na costa do Rio de Janeiro, e dois artigos foram publicados sobre testes de medida de densidade da espécie *Polymastia janeirensis* (Bakus *et al.*, 2004; 2007).

A costa de Santa Catarina, contemplada pela presença de ilhas e costões rochosos, também é caracterizada pelo fenômeno da ressurgência costeira, que tornam estas águas bastante produtivas. Este processo oceanográfico confere à região características climáticas mais próximas das temperadas, o que influencia profundamente a composição da fauna local (Amaral & Jablonski, 2005). Considerando os aspectos analisados de clima e fisiografia, o litoral de Santa Catarina representa o limite de distribuição sul das espécies de esponjas tropicais (Lerner *et al.*, 2005). O mesmo é encontrado para as ascídias (Rodrigues, 1965) e para as últimas formações de Corais Escleractínios zooxantelados no Atlântico Sul Ocidental, *Madracis decatis* (Capel *et al.*, 2012). Santa Catarina está inserida na Província do Atlântico Sudeste Temperado-quente, ecorregião do Sudeste do Brasil, que se estende até o Estado do Rio de Janeiro (Spalding *et al.*, 2007).

O Estado de Santa Catarina apresenta o registro de 38 espécies de esponjas de águas rasas (Volkmer-Ribeiro & Mothes-de-Moraes 1975; Mothes-de-Moraes 1985; Mothes-de-Moraes 1987; Mothes & Lerner 1994, 1996; Lerner & Hajdu 2002; Carvalho *et al.* 2003; Lerner *et al.* 2004, 2005 e 2006; Mothes *et al.*, 2008; Bouzon *et al.*, 2012), porém este número ainda é baixo, principalmente se compararmos a outras localidades dentro da mesma província biogeográfica, p. ex., o litoral Paulista apresenta 96 espécies (Custódio & Hajdu, 2011) e o litoral Fluminense 102 espécies (Muricy *et al.*, 2011). Já o conhecimento a respeito da estrutura das comunidades de esponjas de águas rasas do litoral catarinense é praticamente inexistente. Estes dois aspectos, o baixo conhecimento sobre as espécies e como estas estão estruturadas, fazem com que possíveis introduções de espécies exóticas nestes ecossistemas sejam problemáticas, podendo ocorrer sérios

prejuízos à integridade destas comunidades naturais. Neste sentido, o estudo da comunidade de Porífera nos costões rochosos de Santa Catarina, ainda em seu estado natural, ou pelo menos sem grandes alterações, representa uma contribuição importante para o conhecimento da biodiversidade da costa brasileira.

Assim, o Estado apresenta uma série de condições que o tornam singular e com relevante importância para o estudo da riqueza e abundância da fauna de esponjas marinhas. O presente trabalho é pioneiro nesse tipo de estudo com as comunidades de esponjas marinhas para a costa brasileira e teve como objetivos (1) descrever a comunidade de poríferos infralitorâneos em três ilhas do entorno do Município de Florianópolis, Santa Catarina, Ilha das Aranhas, ilha do Xavier e ilha do Campeche, (2) identificar a influência da profundidade, do tipo de substrato e perfil de inclinação sobre as comunidades e (3) apontar as similaridades quanto à composição de espécies e estrutura da comunidade nas três ilhas.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo.

Feições oceanográficas.

As principais massas de água atuantes no litoral de Santa Catarina são: (1) Água Costeira: constituída pela mistura de águas costeiras provenientes do continente e águas da plataforma continental. Possui baixo valor de salinidade e sua extensão sobre a plataforma é fortemente influenciada pela vazão do Rio da Prata e da Lagoa dos Patos; (2) Água Tropical: possui temperatura superior a 20°C e salinidade acima de 36,4, fluindo para S/SW na camada superficial da Corrente do Brasil entre 0-200m; (3) Água Central do Atlântico Sul: possui temperatura inferior a 20°C, salinidade acima de 36,4‰ e também é levada para S/SW pela Corrente do Brasil, entre 200-500m. É caracterizada por ser uma massa de água rica em nutrientes inorgânicos e com grande

concentração de oxigênio dissolvido. Alguns autores consideram uma quarta massa de água denominada de Água de Plataforma, com características físico-químicas resultantes do processo de mistura entre as outras três (Pereira, 2009).

Na costa de Santa Catarina é observado o fenômeno da ressurgência, especialmente na altura do Cabo de Santa Marta, ocorrendo principalmente na primavera e verão, quando predominam os ventos de nordeste que facilitam a penetração da ACAS- Águas Centrais do Atlântico Sul (Acha *et al.*, 2004). A presença de ACAS em superfície foi reportada por Pereira *et al.* (2009) em imagens do sensor MODIS, em janeiro, fevereiro e novembro de 2003. A massa de água fria formou uma pluma que alcançou até a porção norte da Ilha de Santa Catarina. Ao longo de toda esta pluma de água de menor temperatura os autores observaram maiores concentrações de clorofila, da ordem de 3mg.m^{-3} . Conforme Piola (2005), a região também é influenciada pelo aporte de águas de baixa salinidade devido à descarga continental do Rio da Prata. Schettini *et al.* (1998) também mencionam frentes oceanográficas, uma muito próxima da costa, certamente relacionada ao aporte local de uma série de pequenos rios que desaguam ao longo do litoral catarinense, produzindo uma água costeira rica em nutrientes e material orgânico.

Locais de coleta

As coletas foram realizadas em três ilhas localizadas no município de Florianópolis: Ilha das Aranhas, nas coordenadas $27^{\circ}29'18,8''\text{S}/48^{\circ}21'37,63''\text{W}$, Ilha do Xavier, $27^{\circ}36'35,08''\text{S}/48^{\circ}23'13,41''\text{W}$ e do Campeche, $27^{\circ}41'44,84''\text{S}/48^{\circ}27'59,28''$. Todas as ilhas apresentam características semelhantes entre si, como inclinação da rampa praial, substrato formado por rochas cristalinas que se estendem até os 15 metros de profundidade nas margens Oeste voltadas para o continente (figura 1).

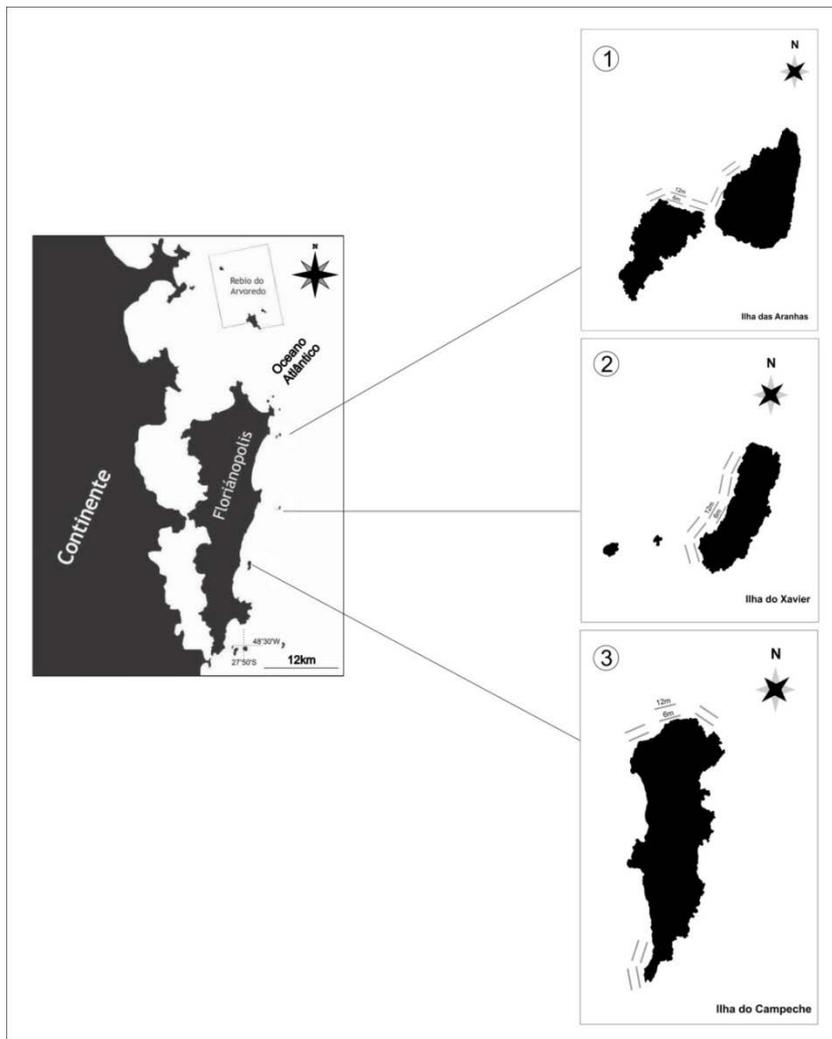


Figura 1. Mapa da região de Florianópolis e ilhas do entorno, Santa Catarina, com os 3 pontos de coleta destacados: 1. Ilha das Aranhas; 2. Ilha do Xavier e 3. Ilha do Campeche. (As linhas dos transectos são apenas representações ilustrativas dos pontos amostrados nas ilhas). Modificado de Google™ earth.

Amostragens

As coletas foram realizadas nos períodos de janeiro a maio 2011 e de dezembro de 2011 a janeiro de 2012. Os dados quantitativos foram coletados em dois estratos de profundidades: (1) a seis metros (RASO) e (2) a doze metros (FUNDO). Em cada faixa de profundidade foram estendidas paralela a linha da costa cinco transecções de 20 metros de comprimento cada, onde dez pontos foram sorteados em cada uma delas aleatoriamente (figura 2). Este procedimento de estender transecções se repetiu 10 vezes por ilha, sendo cinco no RASO e cinco no FUNDO, sendo as transecções usadas como

réplicas para a coleta dos dados. A área de cada um dos dez pontos sorteados tinha 2x1m (2m²). A coleta dos dados se deu através de fotoquadrados com amostrador com área de 0,04m² (0,2x0,2m) feito com canos de PVC. Somente as esponjas que estivessem expostas dentro dos pontos sorteados foram amostradas.

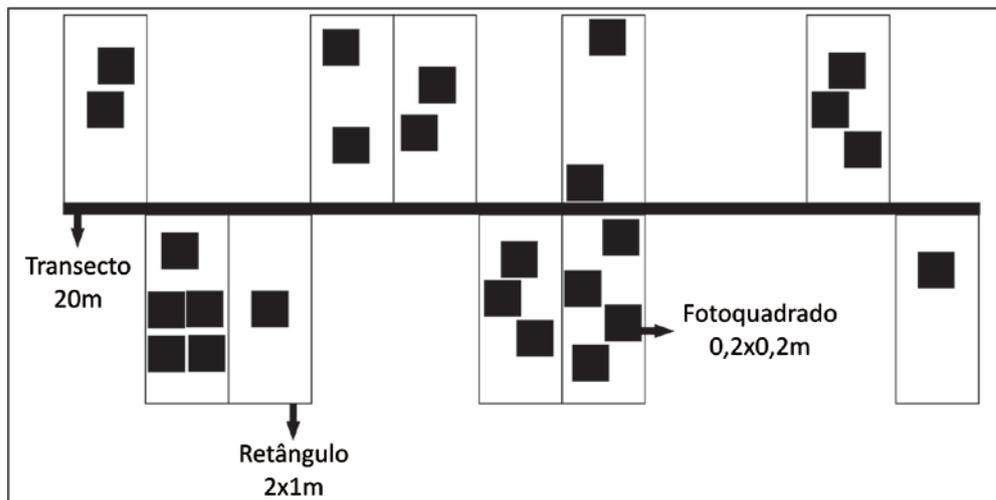


Figura 2. Desenho esquemático do delineamento amostral empregado nas coletas de dados nas ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche, Florianópolis.

Caracterização dos descritores ambientais e estimativas populacionais

Para avaliar a influência do ambiente na distribuição das espécies de esponjas foram utilizados como descritores ambientais a profundidade, tipo e inclinação de substrato. O tipo de substrato foi classificado de acordo com o tamanho e altura da rocha: Substrato inconsolidado (Areia) - Substrato arenoso de granulometria variada; Clastos pequenos (Matacão) - rochas roladas menores que 0,2m em seu maior comprimento, podendo estar uma sobre as outras ou soltas no ambiente; Clastos maiores (Rocha) – Rochas com comprimento e altura superiores à 0,2m. A inclinação do substrato foi classificada de acordo com sua orientação em relação ao fundo: Vertical (V) - substrato com inclinação de 90° e Horizontal (H) substrato com inclinação de 0°. Assim, da combinação dos descritores ambientais foram utilizados cinco fatores para as análises estatísticas: Rocha

V, Rocha H, Matação V, Matação H e Areia. Estes fatores foram testados tanto para o RASO, quanto para o FUNDO.

A abundância por transecto foi quantificada através da soma de todos os indivíduos por espécie presentes na área do amostrador (0,2x0,2m) e da mesma forma, foi realizada para a coleta dos dados dos fatores abióticos. Os dados dos fatores abióticos só foram quantificados quando havia a presença de esponjas. Da mesma forma foram quantificados os padrões de crescimento.

O padrão de crescimento das espécies de esponjas foi determinado conforme a terminologia utilizada por Boury-Esnault & Rutzler (1997) e Bell & Barnes (2003). Estes últimos autores utilizam três categorias de espécies incrustantes, optando-se neste trabalho em dividi-las em apenas duas categorias (figura 3). São elas: (1)- Incrustante (de <3 mm até 1cm); (2)- Arborescente; (3)- Digitiforme; (4)- Massivo: espécimes sem forma definida com altura superior a 1cm; (5)- Repente; (6)- Tubular.



Figura 3. Desenho esquemático dos seis padrões de crescimento encontrados nas ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche, Florianópolis. Imagem modificada de Bell & Barnes (2001).

Identificação Taxonômica das Espécies de Esponjas

As esponjas foram identificadas conforme Mothes-de-Moraes (1985) e Mothes (1987) e o material coletado foi depositado na Coleção de Porífera do Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica.

Análise dos Padrões da Comunidade de Esponjas

Os cinco fatores Rocha V, Rocha H, Matacão V, Matacão H e Areia foram utilizados para as análises dos Modelos lineares Generalizados (GLM-Generalized Linear Models) e para as análises multivariadas ANOSIM e MDS.

Para verificar se houve diferença significativa entre as ilhas, profundidades e tipos de rocha, foi utilizado o Modelos Lineares Generalizados para variáveis de Poisson (McCullagh & Nelder, 1989) através do *software* estatístico SPSS versão 18.

A riqueza de espécies foi calculada através do somatório de espécies registradas em cada um dos pontos amostrados nas três ilhas. Para análise de diversidade de espécies das três ilhas foi calculado o Índice de Shannon-Weaver. Para classificar as espécies quanto a sua frequência de ocorrência nos transectos foi utilizada a definição de constância baseada nas percentagens sugeridas por Dajoz (1973), onde 0 a 25% são consideradas Ocasionais, de 25 a 50% Acessórias e >50% Constantes.

Para verificar a similaridade entre as ilhas quanto à composição de espécies de esponjas, foi calculado o índice de similaridade de Bray-Curtis. Através da matriz de similaridade foi realizada uma análise de escalonamento multi-dimensional (nMDS) para representar a distribuição dos descritores ambientais em relação à composição de espécies. Para testar a significância dos fatores substrato, inclinação e ilhas, na composição das espécies foi realizado uma ANOSIM, onde H_0 indica ausência de efeito dos fatores tipo de substrato e inclinação. Todas as análises multivariadas foram realizadas através do

pacote estatístico do programa PRIMER v.6.0. (CLARKE & WARRICK, 2001; CLARKE & GORLEY, 2006).

RESULTADOS

Distribuição dos descritores ambientais nas ilhas

O substrato Rocha Vertical foi o mais frequente no presente trabalho, com 44,1% de todos os pontos amostrados nas 28 transecções, sendo Matacão Horizontal, com 23,4%, o segundo. Nas ilhas das Aranhas e do Campeche o substrato Rocha Vertical foi o mais frequente. No entanto, na ilha do Campeche, os substratos formados por clastos de tamanhos médios à grandes apresentaram maior representatividade, chegando 60% do total, enquanto que na ilha das Aranhas este tipo de substrato representou 50% e, por último, na ilha do Xavier, apenas 30% (figura 4). A ilha do Xavier apresentou substratos com menor inclinação que as demais ilhas, com alta frequência do substrato Areia e Matacão Horizontal, sendo este último o principal (figura 4).

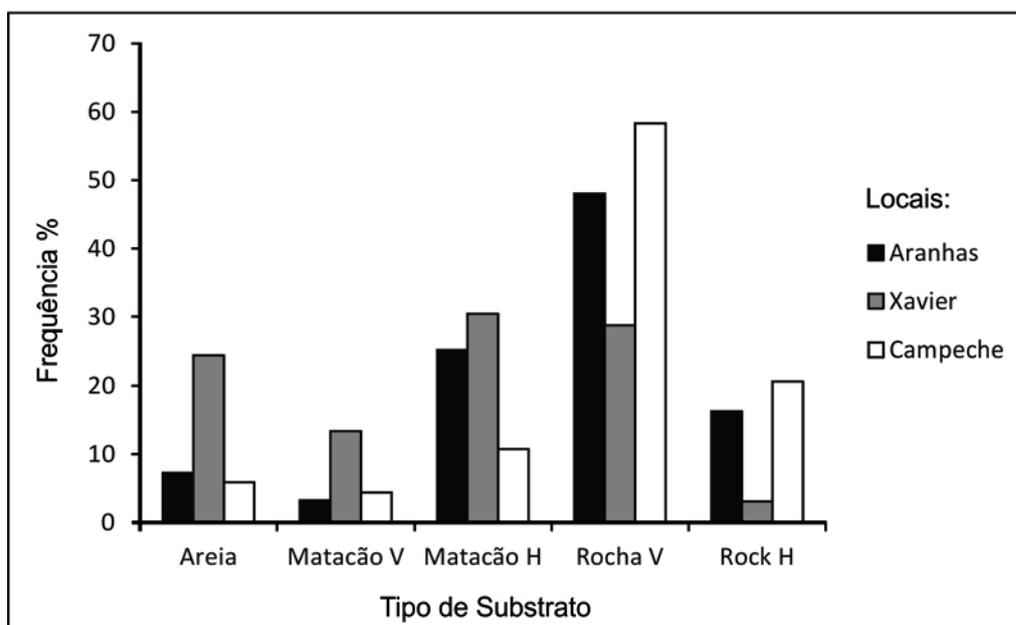


Figura 4. Frequência (%) de cada tipo de substrato nas 28 transecções amostradas nas ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche, Município de Florianópolis.

Abundância, Densidade, Diversidade e Riqueza de esponjas

Foram analisados 1816 fotoquadrados, contabilizando 6947 indivíduos distribuídos em 50 espécies de esponjas nas três ilhas amostradas. A ilha com maior número de espécies e abundância foi a Ilha das Aranhas com 43 espécies e 2859 indivíduos. A ilha do Xavier apresentou a segunda maior riqueza, 38 espécies, porém a menor abundância, 1665 indivíduos. Já a ilha do Campeche apresentou a menor riqueza, 34 espécies, porém a segunda maior abundância de indivíduos, 2423 (tabela I). Tanto na ilha das Aranhas, quanto na Ilha do Campeche, a riqueza e a abundância foram maiores no FUNDO do que no RASO. Já na ilha do Xavier o padrão foi o inverso, sendo a abundância maior no RASO do que FUNDO. A riqueza de espécies se manteve igual tanto no RASO, quanto no FUNDO (tabela I).

Os valores do índice de Diversidade de Shannon praticamente não variaram entre as localidades, no entanto foram mais altos na ilha das Aranhas e do Xavier, do que na Ilha do Campeche, apresentando mesma tendência dos que os encontrados para a riqueza de espécies.

Tabela I. Abundância total de indivíduos, número de espécies e Índice de Diversidade de Shannon nas Ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche, Florianópolis, SC. Os termos RASO e FUNDO se referem às faixas de profundidades: 6m e 12m.

Localidade	Nº de Indivíduos		Nº de Espécies		Total de Ind. (Total de Spp)	Diversidade	
	Raso	Fundo	Raso	Fundo		Raso	Fundo
Ilha das Aranhas	1160	1699	35	36	2859 (43)	1,0832	1,0316
Ilha do Xavier	922	743	32	32	1665 (38)	0,955	0,985
Ilha do Campeche	878	1545	22	29	2423 (34)	0,859	0,950
	2960	3987	46	45	6947		

Na figura 5 estão representados os valores do número de indivíduos e riqueza de espécie por transecção. Ilha das Aranhas apresentou a maior ocorrência de espécie em um ponto

com 25 espécies. A ilha do Campeche apresentou o ponto com a menor riqueza e a menor abundância de todas as transecções amostradas com apenas seis espécies e menos que 100 indivíduos. Todas as ilhas apresentaram flutuação tanto riqueza de espécies, quanto na abundância de uma transecção a outra.

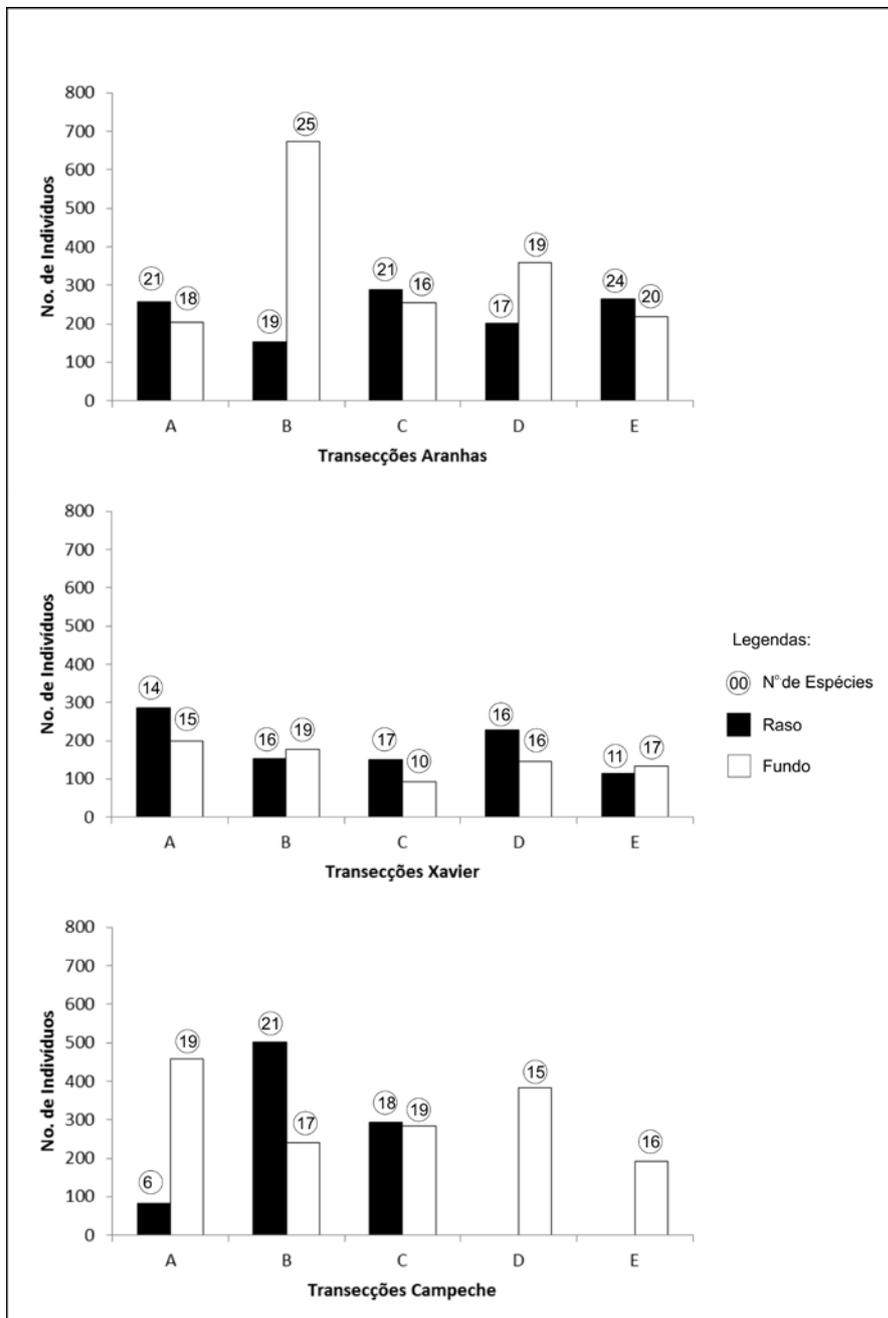


Figura 5. Riqueza de espécies e abundância total em cada uma das 28 transecções amostradas nas ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche, Florianópolis. Os valores sobre as barras se referem a riqueza de espécie

Das 50 espécies de esponjas registradas para as ilhas das Aranhas, do Xavier e do Campeche, apenas 6 representaram 60,7% da abundância total de esponjas no presente estudo, podendo-se destacar três destas que apresentaram as maiores densidades, *Dragmaxia anomala* (6,6 ind/2m²) na ilha das Aranhas, FUNDO, *Pachychalina alcaloidifera* (5,78 ind/2m²) e *Haliclona (Halichoclona) sp.2* (4,44 ind/2m²), ambas na ilha do Campeche, FUNDO (tabela II).

Tabela II. Valores da densidade das espécies de esponjas em 2m², abundância total, frequência de ocorrência das espécies e constância de Dajoz (1973) nas ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche, Florianópolis, SC. Os termos RASO e FUNDO se referem às duas faixas de profundidades: 6m e 12m.

	Espécies	Aranhas Ind/2m ²		Xavier Ind/2m ²		Campeche Ind/2m ²		Abundância Total	Freq. Ocorrência	Constância
		Raso	Fundo	Raso	Fundo	Raso	Fundo	No. Ind.	(%)	
1	<i>Pachychalina alcaloidifera</i>	3,36	2,92	3,3	2,68	1,7	5,78	1000	96,4	constante
2	<i>Guitarra sepia</i>	3,14	3,54	3,52	2,52	0,22	3,98	845	96,4	constante
3	<i>Hemimycale sp1</i>	3,34	3,02	2,12	2,42	2,04	3,56	825	96,4	constante
4	<i>Haliclona (Halichoclona) sp.2</i>	2,3	3,66	0,72	0,78	2,2	4,44	708	89,3	constante
5	<i>Dragmaxia anomala</i>	0,22	6,56	0,04	0,3	-	2,22	459	53,6	constante
6	<i>Dragmacidon reticulatum</i>	0,72	2,12	0,98	1,42	0,86	1,46	378	92,85	constante
7	<i>Scopalina ruetzleri</i>	0,62	2,22	1,82	0,58	-	1,48	275	71,4	constante
8	<i>Mycale microsigmatosa</i>	1,52	0,4	1,08	0,6	0,78	1,04	271	85,7	constante
9	<i>Clathrina sp.</i>	0,38	0,22	0,36	0,06	2,78	0,72	226	57,1	constante
10	<i>Tedania ignis</i>	0,98	0,24	0,06	0,06	2,07	-	202	32,1	Acessória
11	<i>Cliona celata</i>	0,18	0,82	0,04	0,28	0,04	2,7	200	64,3	constante
12	<i>Haliclona (Halichoclona) sp.1</i>	1,12	1,26	0,08	0,04	0,2	1,08	192	71,4	constante
13	<i>Aplysilla aff rosea</i>	0,56	0,34	1,22	0,36	0,08	0,38	147	78,6	constante
14	<i>Phorbas sp.</i>	0,18	2,24	-	-	-	-	123	21,4	Ocasional
15	<i>Clathria sp.2</i>	0,32	0,2	0,32	0,46	0,44	0,16	101	89,3	constante
16	CHALINIDAE sp.1	0,86	0,02	0,22	0,24	0,64	-	99	35,7	Acessória
17	<i>Haliclona (Halichoclona) sp.3</i>	0,6	0,7	0,1	-	-	0,4	90	42,9	Acessória
18	<i>Terpios manglaris</i>	0,04	-	0,92	0,38	0,24	0,06	82	32,1	Acessória
19	<i>Polymastia janeirensis</i>	0,58	0,2	0,18	0,44	-	0,2	80	53,6	constante
20	<i>Suberites aurantiacus</i>	0,12	-	0,8	0,2	0,38	0,08	79	39,3	Acessória
21	<i>Leucascus sp.</i>	0,46	0,68	0,06	-	-	-	60	25	Acessória
22	<i>Clathria sp.1</i>	0,56	0,56	0,08	0,06	-	-	56	39,3	Acessória
23	<i>Haliclona (Haliclona) sp.2</i>	-	-	-	-	1,12	-	56	7,1	Ocasional
24	<i>Aulospongos sp.</i>	0,02	0,26	0,02	0,16	-	0,34	40	39,3	Acessória
25	<i>Monanchora sp.</i>	23	0,16	0,1	0,02	-	0,02	38	32,1	Acessória
26	DICTYOCERATIDA sp.1	-	0,04	-	0,02	0,62	-	34	14,3	Ocasional
27	<i>Haliclona (Haliclona) sp.1</i>	-	0,06	-	0,06	0,12	0,34	29	25	Acessória
28	<i>Hymeniacion heliophila</i>	0,1	0,32	-	0,12	-	-	27	28,6	Acessória
29	<i>Clathrina aurea</i>	0,1	0,38	0,02	-	-	-	25	25	Acessória

30	<i>Mycale arcuiris</i>	-	0,02	0,02	0,16	0,16	0,14	25	28,6	Acessória
31	<i>Petromica citrina</i>	-	0,1	0,06	0,3	-	0,02	24	28,6	Acessória
32	<i>Oceanapia</i> sp.	-	0,38	-	-	-	-	19	7,1	Ocasional
33	DICTYOCERATIDA sp.2	-	-	-	-	-	0,28	14	10,7	Ocasional
34	CHALINIDAE sp.2	-	-	0,04	0,02	-	-	12	10,7	Ocasional
35	<i>Callyspongia pseudotoxa</i>	0,1	0,08	-	-	0,02	0,02	12	21,4	Ocasional
36	<i>Haliclona (Haliclona)</i> sp.3	0,06	0,06	-	0,02	-	0,08	11	14,3	Ocasional
37	<i>Arenosclera</i> sp.	-	-	0,2	-	-	-	11	14,3	Ocasional
38	<i>Chalinula</i> sp.1	0,1	-	0,06	0,02	-	-	10	3,6	Ocasional
39	<i>M. magnirhaphidifera</i>	0,04	0,14	-	-	-	-	9	10,7	Ocasional
40	<i>Mycale</i> sp.1	-	-	-	0,04	0,08	0,2	9	7,1	Ocasional
41	DICTYOCERATIDA sp.3	0,06	0,1	0,02	0,06	-	-	9	21,4	Ocasional
42	<i>Callyspongia</i> sp.1	-	-	-	-	0,14	-	8	10,7	Ocasional
43	HALICHONDRIDA sp.1	0,02	-	-	0,08	-	-	7	7,1	Ocasional
44	POECILOSCLERIDA sp.	-	0,04	-	-	-	0,06	5	7,1	Ocasional
45	<i>Aplysina caissara</i>	-	0,08	-	-	-	-	5	14,3	Ocasional
46	MICROCIONIDAE sp.1	-	0,02	0,02	-	-	-	4	10,7	Ocasional
47	HALICHONDRIDA sp.2	-	-	0,04	-	-	-	2	7,6	Ocasional
48	<i>Ciocalypta alba</i>	0,02	-	-	-	-	-	2	3,6	Ocasional
49	<i>Spongia catarinensis</i>	0,02	-	-	-	-	-	1	3,6	Ocasional
50	<i>Trachycladus</i> sp.	-	-	-	-	-	0,02	1	3,6	Ocasional

Apesar da espécie *D. anomala* apresentar a maior abundância, ela esteve presente em apenas 53,6% das 28 transecções utilizadas nas três ilhas no raso e fundo. Um total de 14 espécies foi considerado constante pela presença superior a 50% nas 28 transecções. As espécies com maior frequência de ocorrência (96,4%), foram também as mais abundantes, *P. alcaloidifera*, *Guitarra sepia* e *Hemimycal* sp. Espécies menos abundantes também apresentaram frequência de ocorrência alta, como *Clathria* sp.2 e *Polymastia janeirensis*, com ocorrências tanto no RASO, quanto no FUNDO. No entanto, a maioria das espécies (35spp) apresentou ocorrência inferior a 50%, sendo 13 spp acessórias e 22 spp ocasionais (tabela II). Destas espécies ocasionais, 12 apresentaram distribuição restrita a apenas uma ilha. A ilha que mais apresentou espécies únicas foi a ilha das Aranhas, totalizando 6: *Aplysina caissara*, *Ciocalypta alba*, *Mycale magnirhaphidifera*, *Oceanapia* sp., *Phorbis* sp., *Spongia catarinensis*. A segunda em número de espécies únicas foi a ilha do Campeche com 4 ocorrências: *Callyspongia* sp., DICTYOCERATIDA sp.2, *Haliclona (Haliclona)* sp.2, *Trachycladus*

sp. Por último, a ilha do Xavier apresentou 3 espécies únicas: *Arenosclera* sp., CHALINIDAE sp.2, HALICHONDRIDA sp.2 (tabela II).

Relação entre as espécies e os descritores ambientais

A tabela III descreve os resultados para os testes dos efeitos principais e de interação entre os fatores para as variáveis dependente riqueza de espécies. Assim, de acordo com os resultados se constatou interação significativa entre a localização (ilha) e o tipo de substrato para a riqueza de espécies, (p -valor < 0,001). Além da interação entre os locais e substrato, a profundidade também apresentou diferenças, quanto a composição de espécies entre RASO e FUNDO, bem como o substrato e os locais também apresentaram diferenças na riqueza de espécies.

Tabela III. Resultados da análise do Modelo Linear Geral (GLM) para a variável dependente riqueza de espécies em relação aos fatores profundidade (RASO e FUNDO), Locais (Ilha das Aranhas, do Xavier e do Campeche) e Substrato (Rocha V, Rocha H, Matacão V, Matacão H, Areia), nas ilhas de Florianópolis, Santa Catarina.

Testes dos efeitos do Modelo			
Fonte	Wald Chi-Square	DF	Sig.
(Intercept)	303,621	1	,000
Profundidade	4,925	1	,026
Locais	13,135	2	,001
Substrato	82,486	4	,000
Profundidade * Locais	3,177	2	,204
Profundidade * Substrato	9,110	4	,058
Locais * Substrato	32,908	8	,000
Profundidade * Locais * Substrato	4,853	7	,678

Tabela IV. Resultados das interações entre Local e Substrato a partir da análise do Modelo Linear Geral (GLM) para a variável dependente riqueza de espécies nas ilhas de Florianópolis, Santa Catarina. As letras minúsculas indicam diferenças significativas entre os fatores em cada ilha e as letras maiúsculas indicam diferenças significativas entre as ilhas.

	Aranhas	Xavier	Campeche
Rocha V	a 16,4 A	a 8,4 B	a 17,75 A
Rocha H	b 8,4 A	b 1,9 B	b 5,9 A
Matacão V	b 4,0 A	a/b 5,0 B	c 2,4 C
Matacão H	b 9,3 A	a 7,8 A	c 3,0 B
Areia	b 3,3 A/B	a/b 4,6 A	c 1,6 B

De acordo com os resultados representados na tabela IV, o tipo de substrato Rocha Vertical registrou os maiores valores nas médias de riqueza de espécies nas ilhas das Aranhas (16,4), Xavier (8,4) e Campeche (17,7), sendo superior em relação aos demais substratos. Nos demais tipos de substratos, em geral, não foram detectadas diferenças significativas. Já entre as ilhas, o substrato Rocha Vertical e Rocha Horizontal, apresentam mais espécies nas ilhas das Aranhas e Campeche, quando comparado com a ilha do Xavier, onde os substratos Matacão Vertical, Matacão Horizontal e Areia apresentaram superior de espécies que nas demais ilhas (figura 6).

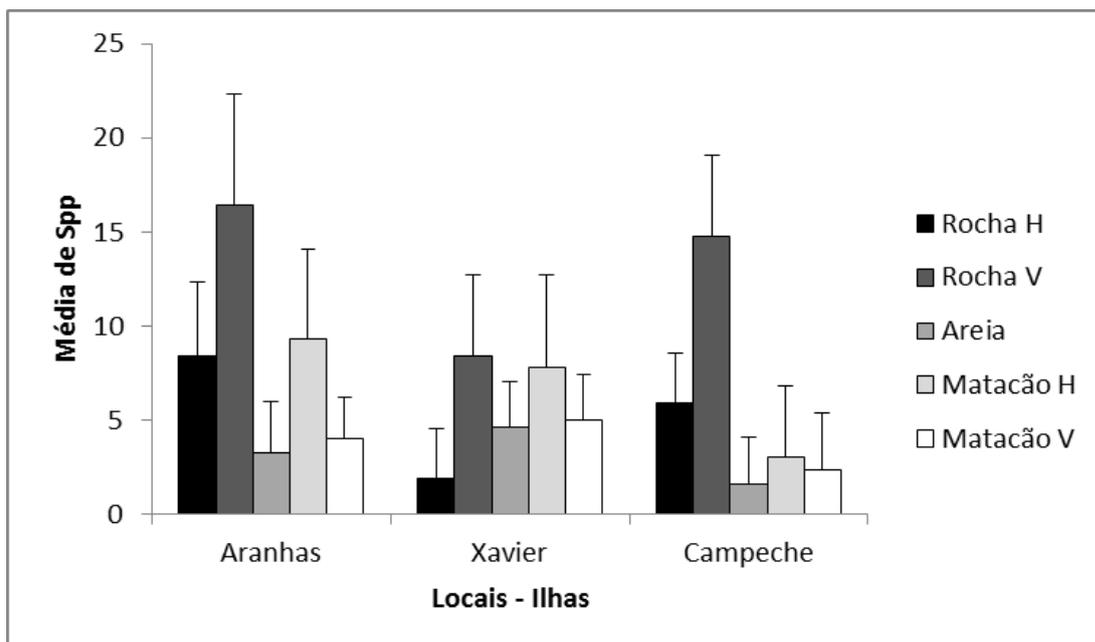


Figura 6. Gráfico das interações entre Local e Substrato a partir da análise do Modelo Linear Geral (GLM) para a variável dependente riqueza de espécies, nas ilhas de Florianópolis, Santa Catarina.

Os resultados apresentados na tabela V mostram interação significativa entre a local (ilhas) e o tipo de substrato para a variável dependente número de indivíduos ($p=0,039$).

Tabela V. Resultados da análise do Modelo Linear Geral (GLM) para a variável dependente número de indivíduos em relação aos fatores profundidade (RASO e FUNDO), Locais (Ilha das Aranhas, do Xavier e do Campeche) e Substrato (Rocha V, Rocha H, Matacão V, Matacão H, Areia), nas ilhas de Florianópolis, Santa Catarina.

Teste do efeito do Modelo			
Fonte	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	124,707	1	,000
Profundidade	,651	1	,420
Locais	,779	2	,677
Substrato	81,407	4	,000
Profundidade * Locais	1,469	2	,480
Profundidade* Substrato	4,815	4	,307
Locais * Substrato	16,227	8	,039
Profundidade* Locais * Substrato	3,389	7	,847

Os resultados descritos na tabela VI mostram diferenças menores entre os fatores do que os encontrados para a riqueza de espécies.

Tabela VI. Resultados das interações entre Local e Substrato a partir da análise do Modelo Linear Geral (GLM) para a variável dependente abundância, nas ilhas de Florianópolis, Santa Catarina. As letras minúsculas indicam diferenças significativas entre os fatores em cada ilha e as letras maiúsculas indicam diferenças significativas entre as ilhas.

	Aranhas	Xavier	Campeche
Rocha V	a 176,8 A/B	a 83,3 A	a 234,25 B
Rocha H	b 40,6 A	b 4,7 A	b 39,6 A
Matacão V	b 7,0 A	a/b 17,7 A	b 9,4 A
Matacão H	b 56,0 A	a/b 41,5 A	b 14,75 A
Areia	b 10,9 A	a/b 21,3 A	b 7,25 A

O substrato Rocha Vertical apresenta valores superiores para as médias no número de indivíduos nas três ilhas em relação aos demais tipos de substratos. Na ilha do Xavier, a única diferença significativa ficou por conta da grande diferença dos valores de abundância entre Rocha Horizontal e Rocha Vertical. Entre as ilhas, chama a atenção os valores de abundância no substrato Rocha Vertical, na ilha do Campeche, significativamente maior que nas outras duas ilhas (figura 7).

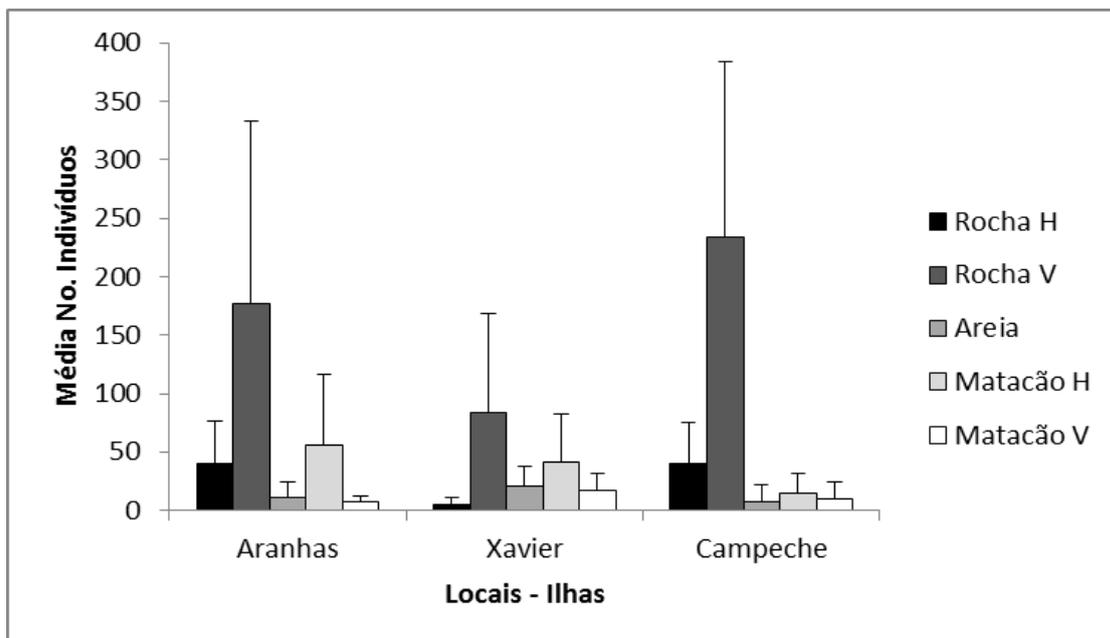


Figura 7. Gráfico das interações entre Local e Substrato a partir da análise do Modelo Linear Geral (GLM) para a variável dependente abundância, nas ilhas de Florianópolis, Santa Catarina.

Conforme os resultados das interações apresentados nas tabelas III e V, o substrato rochoso vertical, mais estável, adquire importância nas três ilhas amostradas, devido a grande presença de esponjas, tanto em número de indivíduos, como em riqueza de espécies. Este fato é mais evidente nas ilhas das Aranhas e do Campeche do que na ilha do Xavier, onde o substrato formado por clastos menores e areia também sustenta um grande número de indivíduos e de espécies.

Os resultados da análise ANOSIM mostram os fatores inclinação do substrato ($R= 0,4$ $p<0,01$) e o tipo de substrato ($R= 0,246$ $p<0,05$) significativos, demonstrando efeito na estrutura das assembléias de esponjas.

Os resultados do MDS corroboram os resultados da ANOSIM com $stress= 0,07$, mostrando que os pontos tendem a se agruparem mais proximamente uns aos outros em função da inclinação do substrato, não importando a que ilha este ponto pertença (figura 8).

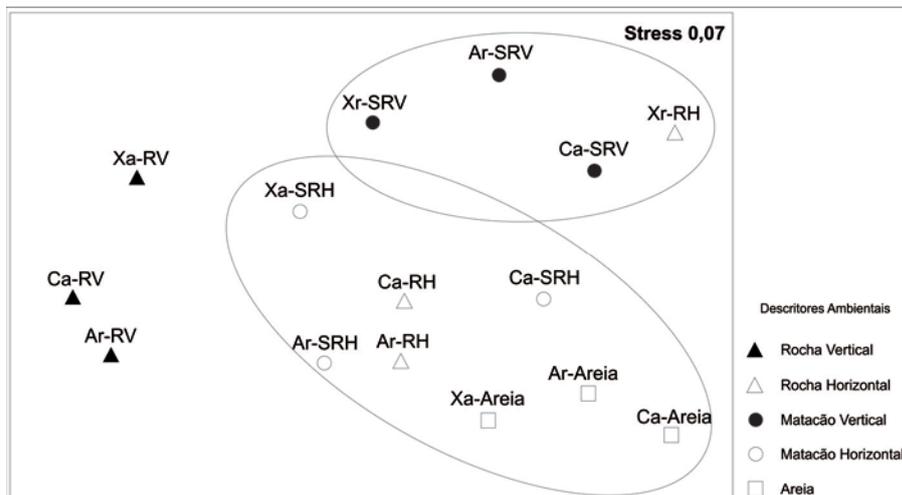


Figura 7. Análise de agrupamento através do índice de similaridade de Bray-Curtis para os pontos amostrados nas ilhas do Município de Florianópolis. Abreviações: **Ar**-Ilha das Aranhas; **Xa**-Ilha do Xavier; **Ca**-Ilha do Campeche. Abreviações das letras Maiúsculas: **RV**- Rocha Vertical; **RH**- Rocha Horizontal; **SRV**- Matacão Vertical; **SRH**- Matacão Horizontal; **Sand** - Areia.

Padrão de crescimento das esponjas em relação aos descritores ambientais

Na tabela VII, estão as frequências das 21 espécies mais abundantes no presente estudo (92,7% da abundância total) em relação ao tipo de substrato. Apenas duas espécies apresentaram 100% de frequência em um único tipo de substrato, *Clathrina conifera* e *Terpios manglaris*, cuja ocorrência foi apenas no substrato Rocha Vertical. Observa-se a grande predominância das espécies com padrão de crescimento incrustante, ao todo 16 espécies (76,2%). As espécies com crescimento massivo, tubular, palmado, arborescente ou digitiforme apresentaram maior frequência nos substratos com inclinação horizontal (Rocha Horizontal, Matacão Horizontal e Areia), sem preferência aparente por algum deles. As espécies *Polymastia janeirensis* e *Suberites aurantiacum* foram as duas únicas que apresentaram maior frequência na Areia. *Guitarra sepia* e *Tedania ignis* foram duas exceções à regra, pois são duas espécies massivas que tiveram suas maiores frequências no substrato Rocha Vertical. Apenas três espécies de esponjas, entre as mais abundantes, apresentaram mais de um padrão de crescimento, *Drummacidon reticulatum*, *G. sepia* e *T. ignis*, sendo a *D. reticulatum* a espécie com a maior plasticidade morfológica, apresentando padrões massivo, tubular e palmado.

Tabela VII. Frequência das 21 espécies mais abundantes em relação aos tipos de substrato. Abreviações se referem ao padrão de crescimento das esponjas conforme Boury-Esnault & Rützler (1997) e ao tipo de substrato: **INC**- Incrustante; **REP**- Repente; **MAS**- Massiva; **ARB**- Arborescente; **TUB**- Tubular; **DIG**- Digitiforme; **PERF**- Perfurante; **PALM**- Palmada; **Matac**- Matacão. Letras Maiúsculas se referem a inclinação do perfil: **V**- Vertical; **H**- Horizontal.

Espécies	Tipo de Substrato				
	Rocha V	Rocha H	Matac V	Matac H	Areia
<i>Aplysilla rosea</i> - INC	56,1	0	28,4	14,2	1,3
<i>Clathria</i> sp.1 - INC	59,1	4,9	4,9	31,1	0
<i>Clathria</i> sp.2 - INC	61,8	9,3	3,1	21,7	4,1
<i>Clathrina</i> sp. - REP	100	0	0	0	0
<i>Cliona celata</i> - PERF	54,8	12,6	5	25,6	2
<i>Dragmacidon reticulatum</i> - MAS, TUB, PALM	11,8	21,9	0,8	37,7	27,8
<i>Dragmaxia anomala</i> - ARB	20,7	28,5	1,3	32,3	17,2
<i>Guitarra sepia</i> - MAS, INC	52,1	9,2	11,8	24,4	2,5
<i>H. (Halichoclona)</i> sp.1 - INC	86,5	4,2	1,5	7,8	0
<i>H. (Halichoclona)</i> sp.2 - INC	68	10,5	4,7	11	5,8
<i>H. (Halichoclona)</i> sp.3 - INC	64,5	21,5	4,3	6,4	3,3
Chalinidae sp.1 - INC	71	22	5	2	0
<i>Hemimycale</i> sp. - INC	76,4	5,9	4,1	13,1	0,5
<i>Phorbas</i> sp. - INC	47,6	17	6,1	29,3	0
<i>Mycale microsigmatosa</i> - INC	75,3	12,2	8,5	4	0
<i>Pachychalina alcaloidifera</i> - INC	85,4	1,9	3,9	7,8	1
<i>Polymastia janeirensis</i> - DIG	6,5	14,3	0	29,9	49,3
<i>Scopalina ruetzleri</i> - INC	80,2	8,7	7	3,8	0,3
<i>Suberites aurantiacum</i> - MAS	17,7	19	0	21,5	41,8
<i>Tedania ignis</i> - MAS, INC	66,8	32,7	0	0,5	0
<i>Terpios manglaris</i> - INC	100	0	0	0	0

DISCUSSÃO

Influência dos Descritores Ambientais na Composição de Espécies

Diversos estudos mostram que a estrutura física do ambiente influencia diretamente as assembléias de esponjas marinhas, tanto em recifes de corais no Atlântico (DIAZ *ET AL.*, 1985; WULF, 2006) e no Pacífico (BELL & SMITH, 2004; BECKING *ET AL.*, 2006), assim como em recifes rochosos (BELL 2000a, 2000b; BELL & BARNES, 2003; MONTEIRO & MURICY, 2004; CARBALLO & NAVA, 2007). Da mesma forma, as ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche tiveram a estrutura da comunidade de esponjas influenciada pelos descritores ambientais. Através das análises de Modelos Lineares Gereralizados (GLM) foi possível evidenciar que os descritores ambientais

que apresentaram maior efeito sobre a distribuição das espécies de esponjas foi o tipo de substrato e a inclinação do perfil. Os ambientes com o tipo de substrato Rocha Vertical apresentam os maiores valores de abundância e riqueza de espécies, em relação aos demais descritores (tabelas IV e VI, figuras 6 e 7). Estes resultados corroboram com os encontrados nos trabalhos de ZEA (1993), BELL & BARNES (2003a), MONTEIRO & MURICY (2004) e CARBALLO & NAVA (2007), onde os autores também encontraram maior riqueza de espécies e abundância em substratos rochosos verticais, que constituem habitats mais estáveis. Os resultados da ANOSIM e MDS também deixam evidente o efeito estruturador que o ambiente exerce na organização das esponjas marinhas nas ilhas estudadas. No entanto, a profundidade não apresentou influência no padrão de distribuição das esponjas, diferentemente do encontrado por CARBALLO & NAVA (2007). Estes autores estudaram duas assembleias de esponjas na Baía de Mazatlán, México, em profundidades relativamente rasas, 2-3m e em 6-8m, concluindo que a profundidade, principalmente pela movimentação da água, é um importante estruturador das assembleias de esponjas. A profundidade também exerceu influência sobre a riqueza de espécies nas ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche (tabela III). No entanto, esta diferença pode ser influência da grande variação no número de espécies nas transecções amostradas (figura 5), já que a riqueza total entre as duas profundidades são muito próximas (tabela I). Quanto a densidade de esponjas, a profundidade não apresentou influência nas profundidades amostras (tabela V).

Riqueza de Espécies, Abundância e Densidade nas Ilhas

A ilha das Aranhas, aparentemente foi o local que reuniu as melhores condições na estrutura do ambiente para a comunidade de esponjas, pois apresentou a maior riqueza de espécies, maior número de espécies com ocorrências únicas e maior abundância total.

Esse resultado pode ser um reflexo da distribuição dos descritores ambientes (figura 4), o que aumentaria a complexidade estrutural do ambiente, já que ocorrem clastos pequenos, médios e o predomínio do clastos grandes. As ilhas do Xavier e do Campeche apresentaram peculiaridades com relação à riqueza de espécies e abundância. Em função da ocorrência dos descritores ambientais (figura 4) era esperada uma riqueza e abundância maior na ilha do Campeche, pois a estrutura do ambiente se assemelha à Ilha das Aranhas. Já para a Ilha do Xavier era esperado menor riqueza de espécies devido ao tipo de hábitat ser caracterizado por superfícies mais horizontais e clastos pequenos. A ilha do Xavier é a mais afastada da costa do presente estudo e foi o local que apresentou a maior transparência de água (observação pessoal). Bell & Barnes (2003a) comentam que a menor sedimentação e maior luminosidade influenciam o crescimento de algas. Justamente, na ilha do Xavier há um banco extenso de algas calcárias do gênero *Peissonellia*, onde quatro transecções foram amostradas neste local, podendo ter influenciado na abundância das espécies. Bell (2002) relata que em uma caverna semi-submersa em Lough Hyne, Irlanda, a comunidade algal domina a entrada da mesma devido à presença de maior luminosidade, mas a medida que esta diminui, a área de cobertura algal reduz e a presença de esponjas aumenta. Outra possível explicação para a presença do elevado número de espécies e baixa abundância, é o efeito de perturbações causadas pela ação da movimentação das águas, que ajudaria a manter a diversidade alta em parte do hábitat e geraria uma grande variação na composição de espécies (McGuinness, 1987). Carballo & Nava (2007) comentam que a composição de espécies na Baía de Mazatlán, com substrato predominantemente horizontal, semelhante ao encontrado na ilha do Xavier é influenciada por perturbações, como por exemplo, o rolamento das rochas de tamanhos distintos, provocadas pela ação das ondas, criando um mosaico de estágios sucessionais, que podem explicar a

coexistência de um alto número de espécies. No presente estudo, as coletas na ilha do Xavier ocorreram todas no mesmo período, não sendo possível avaliar tal efeito sucessional.

A Ilha do Campeche apresentou a menor riqueza de espécies, 21% menor que a ilha das Aranhas e 10% menor que a ilha do Xavier, com uma abundância maior em relação a esta última ilha (30%). A ilha do Campeche é o local mais próximo da costa em relação às demais ilhas estudadas e apresentou alta turbidez (observação pessoal). Maldonado *et al.* (2008) comentam que a sedimentação elevada pode interferir nas comunidades de esponjas marinhas, acarretando a diminuição do número de espécies. Normalmente, ambientes impactados apresentam poucas espécies e alta abundância de indivíduos. Das dez espécies mais abundantes, seis apresentaram suas maiores densidades na ilha do Campeche, esta que apresenta uma maior perturbação antrópica, especialmente nos meses de verão.

Assim, a ilha das Aranhas é diferente quanto a estrutura do ambiente em relação a ilha do Xavier, onde a complexidade do ambiente é maior, devido a maior presença de clastos maiores e verticalizados. Em relação a ilha do Campeche, a ilha das Aranhas se difere pela maior distância da costa e principalmente, pela menor presença de embarcações turísticas e pesqueiras, causando menor perturbação antrópica.

Relação entre padrão de crescimento e os descritores ambientais

Assim como na composição de espécies, a estrutura do ambiente e as condições físicas e químicas também apresentam influência nos padrões de crescimento das espécies de esponjas. Segundo Bell *et al.*, (2002b) a espécie *Cliona celata* apresenta padrão de crescimento esférico em ambientes com grande turbulência, uma área maior de contato basal com o substrato, e que, dependendo da complexidade estrutural das ramificações

de espécies arborescentes, é possível prever a taxa de sedimentação e regime de correntes nos ambientes onde elas ocorrem.

No presente estudo, o padrão incrustante foi o mais frequente entre as principais espécies de esponjas, com 71,4% das espécies apresentando tal padrão. As principais espécies incrustantes foram *Pachycalina alcaloidifera*, *Hemimycale* sp., *Haliclona* (*Halichoclona*) sp.2, *Scopalina ruetzleri* e *Mycale microsigmata*. Todas elas apresentaram maior frequência de ocorrência nos substratos verticais e estáveis (tabela VII). No entanto, é importante ressaltar as duas únicas espécies, *Terpios manglaris* (incrustante) e *Clathrina* sp. (repente), que ocorreram exclusivamente no substrato Rocha Vertical. O padrão incrustante está associado à ambientes verticais e substrato consolidado estável. Nestes ambientes dada a estabilidade do substrato e baixa sedimentação, ocorre uma grande densidade de espécies de organismos sésseis e normalmente existe uma grande competição por espaço (Jackson & Buss, 1979, Bell & Barnes, 2000; 2003b). As espécies massivas representaram 14,3% do total de espécies, sendo *Guitarra sepia* e *Dragmacidon reticulatum* as mais representativas do grupo. As duas espécies também apresentaram a maior plasticidade morfológica, podendo ser encontradas nas formas incrustante (*G. sepia*); tubular e palmada (*D. reticulatum*). Apesar das espécies massivas serem mais frequentes em ambientes horizontais, formados pelo substrato Matacão e Areia, *G. sepia* apresentou grande frequência no substrato Rocha Vertical. Possivelmente, por ser uma espécie muito delicada, facilmente sofre danos (observação pessoal) e sua presença em ambientes verticais pode ser explicada pela baixa sedimentação, que ocorre nestes tipos de substratos. Já a espécie *D. reticulatum* é uma espécie massiva, robusta, com os ósculos distribuídos em linha na superfície, apresentou suas maiores abundâncias nos ambientes horizontais associados ao substrato Matacão e Areia. Bell *et al.* (2002a) chamam a atenção que esta

forma massiva, com muitos ósculos presentes, indicam que este padrão está associado a ambientes com alta sedimentação e baixo fluxo de água.

Os padrões arborescente e digitiforme apresentaram apenas um representante cada, *Draxmaxia anomala* e *Polymastia janeirensis*, respectivamente, e assim como a espécie *D. reticulatum*, estão associadas aos ambientes horizontais com substrato Matacão e Areia. O padrão arborescente está ligado à ambientes com alta taxa de sedimentação (Bell *et al.*, 2002b). Assim, *D. anomala* apresentou as menores densidades na ilha do Xavier, esta que apresentou as melhores condições de transparência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostram que as ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche, apresentam assembléias de esponjas diversas e abundantes. No entanto, é importante a realização de trabalhos futuros, focando a qualidade da água, já que a ilha do Campeche apresenta sinais de degradação.

Os padrões encontrados na distribuição das espécies de esponjas no presente estudo mostram que a estrutura física do ambiente, principalmente a inclinação do substrato, exerce um papel estruturador importante nas assembleias de esponjas. O efeito da profundidade foi notado nas ilhas amostradas, no entanto a riqueza total não apresentou diferença entre as duas profundidades. Dentre as ilhas, aquela que apresentou as melhores condições ambientais para a ocorrência de esponjas, foi a ilha das Aranhas, com a maior abundância e riqueza de espécies do presente estudo. Provavelmente as espécies que ocorrem na ilha do Xavier enfrentam competição por espaço com a alga calcária do gênero *Pessionelia* e que um possível efeito perturbador com frequência moderada esteja influenciando na riqueza de espécies, já que nesta ilha o substrato inconsolidado areia e aquele formado por clastos pequenos e horizontais, apresentaram maior frequência no ambiente. A ilha do Campeche provavelmente sofre possíveis

efeitos da sedimentação, em função da proximidade da costa e atividades antrópicas, levando a uma menor riqueza de espécies e maior densidade dos principais grupos.

A presença de espécies de esponjas como *Dragmacidon reticulatum*, *Petromica citrina*, *Dragmaxia anomala* e *Polymastia janeirensis*, com padrões de crescimento massivo, arborescente e digitiforme podem indicar ambientes com estrutura tridimensional menos complexa, uma vez que estas espécies apresentaram suas maiores frequências em ambientes com perfil horizontal e substrato com pequenas rochas esparsas e até mesmo em areia. Já a presença das espécies incrustantes *Pachychalina alcaloidifera*, *Hemymicale* sp., *Scopalina ruetzleri*, *Mycale microsigmata*, *Terpios manglaris* e *Clatrhina* sp. indicam ambientes com substrato rochoso mais verticalizado, sendo mais frequentes em ambientes com perfil de inclinação vertical e substrato rochoso de grande área, conseqüentemente demonstrando uma maior complexidade estrutural do ambiente.

AGRADECIMENTOS

Aos professores Dr. Alberto Lindner e ao Dr. Eloir Schenkel pela disponibilidade de recursos financeiros para a realização do presente trabalho. A Dra. Janayna Bouzon, a M.Sc Kátia Capel, ao biólogo Eduardo Bastos pelas ajudas das coletas de dados em campo. A CAPES pela concessão de bolsa de doutorado do autor sênior deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acha E. M.; Mianzan H.W.; Guerrero R.A.; Favero M.; Bava J. (2004). Marine fronts at the continental shelves of austral South America: Physical and ecological processes. **Journal of Marine Systems**, 44: 83–105.
- Amaral, A.C. & S. Jablonski. 2005. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. **Megadiversidade**. 1(1): 43-51

- Bakus, G. J.; Hajdu E.; Pinheiro, U. S. & G. Nishiyama. 2004. **Density measurements for biodiversity studies: the sponge *Polymastia janeirensis* (Boury-Esnault, 1973) from Brazil.** In: Pansini M, Pronzato R, Bavestrello G, Manconi R (eds) *Bollettino Musei Istituti Biologici, Univ. Genoa* 68, 2003:195–200
- Bakus, G. J.; Nishiyama, G.; Hajdu, E.; Mehta, H.; Mohammad, M.; Pinheiro, U. S.; Sohn, S. A.; Pham, T. K.; Yasin, Z.; Shau-Hwai, T.; Karam, A. & E. Hanan. 2007. A comparison of some population density sampling techniques for biodiversity, conservation, and environmental impact studies. **Biodiversity and Conservation.** 16: 2445-2455
- Becking, L.E.; Cleary, D.F.R; De Voogd, N.; Renema, W.; De Beer, M. Van Soes, R.W.M & B.W. Hoeksema. 2006. Beta diversity of tropical marine benthic assemblages in Spermonde Archipelago, Indonesia. **Marine Ecology.** 27: 76-88.
- Bell, J.J. 2002. The sponge community in a semi-submerged temperate sea cave: density, diversity and richness. **Marine Ecology.** 23 (4): 297-311
- Bell, J.J. & D.K.A. Barnes, 2000. The distribution and prevalence of sponges in relation to environmental gradients within a temperate sea lough: inclined cliff surfaces. **Diversity and Distribution.** 6: 305-323.
- Bell, J.J. & D.K.A. Barnes. 2001. Sponge morphological diversity: a qualitative predictor of species diversity? **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems.** 11: 109-121.
- Bell, J.J. & D.K.A. Barnes 2002. The distribution and prevalence of sponges in relation to environmental gradients within temperate sea lough: inclined cliff surfaces. **Diversity and Distributions.** 6: 305-323.
- Bell, J.J. & D.K.A. Barnes. 2003a. Effect of disturbance on Assemblages: an example using Porifera. **Biological Bulletins.** 205: 144-159

- Bell, J.J. & D.K.A. Barnes. 2003b. The importance of competitor identity, morphology and ranking methodology to outcomes in interference competition between sponges. **Marine Biology**. 143: 415-426
- Bell, J.J.; Barnes, D.K.A. & J.R. Turner. 2002a. The importance of micro and macro morphological variation in the adaptation of a sublittoral demosponge to current extremes. **Marine Biology**. 140: 75-81.
- Bell, J.J.; D.K.A. Barnes & C. Schaw. 2002b. Branching dynamics of two species of arborescent demosponge. the effect of flow regime and bathymetry. **Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom**. 82: 279-294.
- Bell, J.J. & D. Smith. 2004. Ecology of sponge assemblages (Porifera) in the Wakatobi region, south-east Sulawesi, Indonesia: richness and abundance. **Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom**. 84: 581-591.
- Bergquist, P. R. 1978. **Sponges**. Ed. Hutchinson, London.
- Boury-Esnault, N. & K. Rützler. 1997. **Thesaurus of sponge morphology**. Smithsonian. Contrib. Zool. 596.
- Capel, K.C.C.; Bertuol, P; Segal, B & A. Lindner. 2012. Corallith beds at the edge of the tropical South Atlantic. **Coral Reefs**. 31-75
- Carballo, J.L. 2006. Effect of natural sedimentation on the structure of tropical Rochay sponge assemblages. **Écoscience**. 13: 119-130
- Carballo, J.L. & H. Nava. 2007. A comparison of sponge assemblage patterns in two adjacent Rochay habitats (tropical Pacific Ocean, Mexico). **Écoscience**. 14(1): 92-102
- Clarke, K.R. & Warwick, R.M. (2001). **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition**. Plymouth, Plymouth Marine Laboratory.

- Clarke, K.R. & Gorley, R.N. (2006) **PRIMER v6: User Manual/Tutorial**. PRIMER-E, Plymouth.
- Custódio, M. & E. Hajdu. 2011. Check list de Porifera do Estado de São Paulo. **Biota Neotropica**. 1: 1-17.
- Dajoz, R. 1973. **Ecologia Geral**. São Paulo, Vozes. 472p.
- Figueira, A.P. & J.C. Creed. 2004. Two species of the coral *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) in Brazil: a case of accidental introduction. **Bulletin of Marine Science**. 74(1): 175-183.
- Hooper, J.N.A. & C. Levi. 1994. **Biogeography of Indo-west Pacific sponges: Microcionidae, Raspailiidae, Axinellidae**. In: SOEST, R. W. M. VAN *et al.* (eds). *Sponges in Time and Space*. Proc. IV int. Porifera Congr. Balkema, Rotterdam.p.191-212.
- Lerner, C.B. & E. Hajdu. 2002. Two new *Mycale* (*Naviculina*) (*Mycalidae*, *Poecilosclerida*, *Demospongiae*) from the Paulista Biogeographic Province (SW Atlantic). **Revista Brasileira de Zoologia**. 19(1): 109-122.
- Lerner, C.B.; Mothes, B. & J.L. Carraro. 2005. Novos registros e ampliação de limites meridionais de distribuição de poríferos (*Porifera*, *Demospongiae*) no Atlântico sudoeste. **Revista Brasileira de Zoologia**. 22(3): 596-612.
- Mccullagh, P. & Nelder, J.A. 1989. **Generalized Linear Models, 2nd edition**. London: Chapman and Hall/CRC Press. 511p.
- Monteiro, L. C. & G. Muricy. 2004. Patterns of sponge distribution in Cagarras Archipelago, Rio de Janeiro, Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**. 84: 681-687

- Moraes, F. C.; Vilanova, E. P. & G. Muricy. 2003. Distribuição das esponjas (porifera) na reserva biológica do atol das rocas, nordeste do brasil. **Arquivos do Museu Nacional**. 61 (1): 13-22,
- Mothes De Moraes, B. 1985a. Primeiro registro de *Myriastria purpurea* (Ridley, 1884) para a costa brasileira (Porifera, Demospongiae). **Revista Brasileira de Zoologia**. 2 (6): 321-326.
- Mothes De Moraes, B. 1987. Ocorrência de poríferos na zona de maré da Ilha de João da Cunha, Porto Belo, Santa Catarina, Brasil (Porifera - Demospongiae). **Iheringia, série Zoológica**. 66: 129-139.
- Muricy, G. 1989. Sponges as pollution-biomonitoring at Arraial do Cabo, Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**. 49 (2): 347-354.
- Palacio, F.J. 1982. Revisión zoogeográfica marina del sur del Brasil. **Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo**. 31(1): 69-92
- Pereira, M. D.; Schettini, C. A. F.; Omachi, C. Y. (2009). Caracterização de Feições Oceanográficas na Plataforma de Santa Catarina Através de Imagens Orbitais. **Brazilian Journal of Geophysics**, 27(1): 81-93.
- Piola, A.R.; Möller Jr.; O.; Palma, E.D. (2005). O impacto do Rio da Prata. **Ciência Hoje**, 36 (216): 30-37.
- Ribeiro, S. M.; Omena, E. P. & G. Muricy. 2003. Macrofauna associated to *Mycale microsigmatosa* (Porifera, Demospongiae) in Rio de Janeiro State, SE Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 57: 951–959
- Rodrigues, S.A. 1965. Distribution of Ascidiacea on the brazilian coast. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 37:393.

- Santos, C. P.; Coutinho, A. B. & E. Hajdu. 2002. Spongivory *Eucidarys tribuloides* from Salvador, Bahia (Echinodermata, Echinoidae). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 82: 295-297.
- Segal, B. & C.B. Castro. 2011. Coral community structure and sedimentation at different distances from the coast of the Abrolhos Bank, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**. 59(2): 119-129.
- Schettini, C.A.F.; Barreiros, M.; Siegle, E. 1998. **Transporte e distribuição de coliformes fecais no estuário do Rio Camboriú – SC**. In: SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA, 11, Rio Grande, Resumos Expandidos. Furg, pp410-412.
- Van Soest, R.W.M. 1994. **Demosponge distribution patterns**. In: R. W. M. VAN SOEST *et al.* (eds.). Sponges in Time and Space. Proc. IV intern. Porifera Congr.: 213-223. Balkema, Rotterdam, i-xviii + 1-515 p.
- Wulff, J. 2006. Rapid diversity and abundance decline in a Caribbean coral reef sponge community. **Biological Conservation**. 127: 167-176
- Zea, S. 1993. Recruitment of Demosponges (Porifera, Demospongiae) in Rochay and Coral Reef Habitats of Santa Marta, Colombian Caribbean. **Marine Ecology**. 14(1): 1-21.

4.1. Interação intra e interfilética das esponjas de costão rochoso no Atlântico Temperado Quente, Santa Catarina, Brasil.

João L. Carraro^{1,2}; Maria E. ³& Norma L. Würdig¹

RESUMO. Espaço é geralmente um recurso limitante para invertebrados bentônicos marinhos que vivem em substratos duros. Assim, a competição por espaço é muito comum em ambientes marinhos de substrato consolidado e geralmente envolve um competidor recobrando, parte ou totalmente, seu oponente. O presente trabalho, realizado nas ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche, em Santa Catarina, teve como objetivos: 1) Quantificar as interações de esponjas e elaborar uma matriz de contato com o grupo Interfilético (fitozoobentos) e outra entre as espécies do grupo Intrafilético; 2) verificar qual o tipo de organização as comunidades de esponjas apresentam em relação ao grupo interfilético e ao grupo intrafilético, se Hierárquico ou em *Network*; 3) Verificar se as espécies de esponjas diferem quanto à capacidade competitiva nestes dois grupos, através de um *ranking* competitivo. Conforme os resultados das interações, a assembléia de esponjas está estruturada em *Network*, tanto nas interações Interfiléticas (SI= 0,64), quanto nas relações Intrafiléticas (0,79), resultantes do maior valor encontrado para SI (*Stand-off Index*) em relação ao WI (*Win Index*). Os resultados da matriz de contato tanto para as espécies de esponjas com os grupos interfiléticos, quanto para as espécies de esponjas entre si, evidenciam a presença de competição em *Network*, sem dominância evidente por nenhuma espécie ou grupo morfofuncional.

Palavras-Chave. Associações competitivas, Índice de Intransitividade, *Network*, Esponjas, sul do Brasil.

INTRODUÇÃO

Espaço é geralmente um recurso limitante para invertebrados bentônicos marinhos que vivem em substratos duros (Russ, 1982). Assim, a competição por espaço é muito comum em ambientes marinhos de substrato consolidado e geralmente envolve um competidor recobrando, parte ou totalmente, seu oponente (Bell & Barnes, 2003).

Trabalhos focando as interações competitivas entre esponjas e corais são bem difundidos (Porter & Targett, 1988; Suchanek *et al.*, 1983; Vicente, 1990; Aerts & Van Soest, 1997; Aerts, 2000; De Voogd *et al.*, 2004) ou entre espécies de esponjas recifais (Ayling, 1983; Vicente, 1990; Engel & Pawlick, 2005a, 2005b) do que em ambientes de costões rochosos (Bell & Barnes, 2003). Trabalhos sobre interações de esponjas na

costa brasileira são reportados apenas por Ribeiro *et al.* (2003) e Campos *et al.* (2012), porém focam o aspecto ecológico das esponjas como substrato ou abrigo para a comunidade bêntica em geral.

Buss & Jackson (1979), Kay & Kcough (1981) e Russ (1982) definem dois tipos de competição com relação à dominância das espécies: o primeiro tipo em que uma espécie apresenta clara dominância sobre seus competidores, denominada de Hierárquica, p.ex., espécie A > espécie B > espécie C e assim por diante. No outro tipo, não fica evidente a dominância de uma espécie sobre as demais, sendo caracterizada pela dominância em laço (*Loop*), onde a espécie A > espécie B > espécie C, mas a espécie C > espécie A. Este tipo de competição é denominado de *Network*. No entanto, nenhum destes autores consideram as relações do tipo *stand-off* (contato de borda, sem dominância das espécies envolvidas). Nas assembléias de espécies onde *stand-off* é frequentemente encontrado, esta categoria não pode ser ignorada e deve receber o mesmo status do que as interações de *win* (espécie A recobre parcial ou totalmente a espécie B) e *loss* (espécie A é recoberta parcial ou totalmente pela B), quando determinadas as hierarquias competitivas (Tanaka & Nandakumar, 1994). Os autores desenvolveram um índice capaz de medir a estrutura das assembléias através de uma matriz de contato entre todas as espécies envolvidas em três tipos de interação, *win*, *loss* e *stand-off*.

Os objetivos do presente estudo foram: 1) Quantificar as interações de esponjas e elaborar uma matriz de contato entre o grupo Interfilético (fitozoobentos) e outra entre o grupo Intrafilético (esponjas); 2) verificar qual o tipo de organização as assembléias de esponjas apresentam em relação ao grupo interfilético e dentro de seu próprio grupo intrafilético, se Hierárquico ou *Network*; 3) Verificar se as espécies de esponjas diferem quanto à capacidade competitiva nestes dois grupos, através de um *ranking* competitivo.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo.

As coletas foram realizadas em 3 ilhas localizadas no município de Florianópolis: Ilha das Aranhas, nas coordenadas 27°29'18,8''S/48°21'37,63''W, Ilha do Xavier, 27°36'35,08''S/48°23'13,41''W e do Campeche, 27°41'44,84''S/48°27'59,28''. Todas as ilhas apresentam características semelhantes entre si, como inclinação da rampa praial, substrato formado por rochas cristalinas que se estendem até os 15 metros de profundidade nas margens Oeste voltadas para o continente (figura 1).

Amostragens

As coletas foram realizadas nos períodos de janeiro a maio 2011 e de dezembro de 2011 a janeiro de 2012. Os dados quantitativos foram coletados em dois estratos de profundidades: (1) a seis metros (RASO) e (2) a 12 metros (FUNDO). Em cada faixa de profundidade foram estendidas cinco transecções de 20 metros de comprimento cada, em contínuo, onde dez pontos foram sorteados em cada uma delas aleatoriamente. Este procedimento de estender transecções se repetiu 10 vezes por ilha, sendo cinco no RASO e cinco no FUNDO, sendo usadas como réplicas para a coleta dos dados. A área de cada um dos dez pontos sorteados tinha 2x1m (2m²). A coleta dos dados se deu através de fotoquadrados com amostrador com área de 0,04m² (20x20cm) feito com canos de PVC. Somente as esponjas que estivessem expostas dentro dos pontos sorteados foram amostradas. Esse procedimento se repetiu nas três ilhas (figura 1).

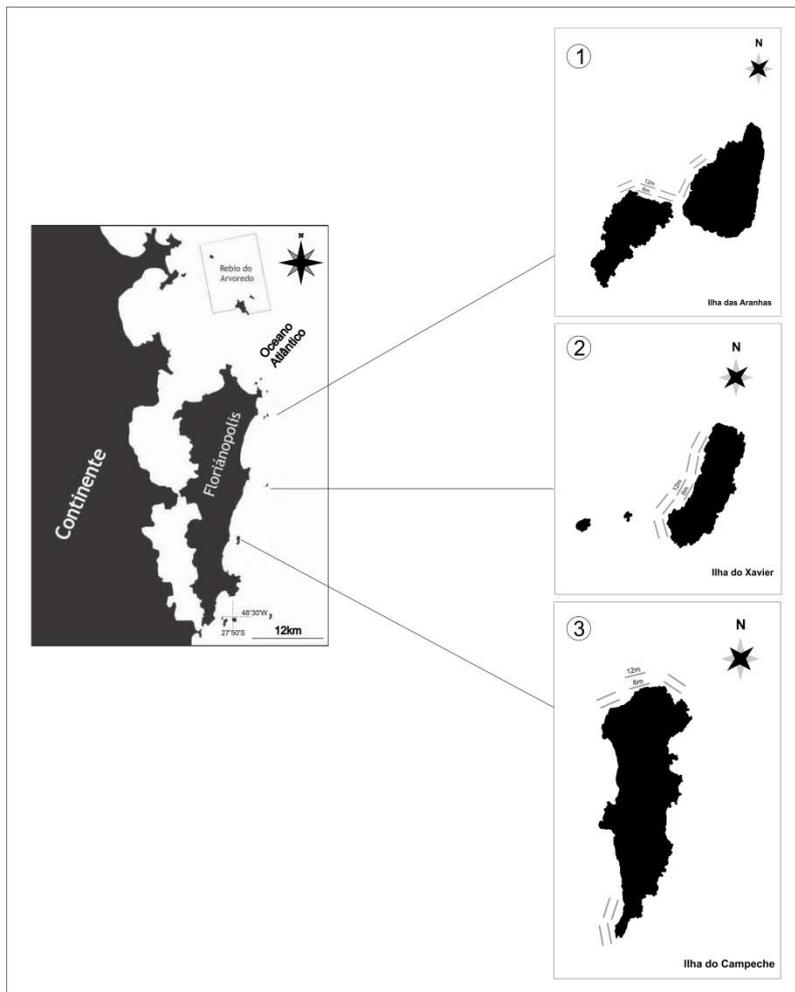


Figura 1. Mapa da região de Florianópolis e ilhas do entorno, Santa Catarina, com os 3 pontos de coleta destacados: 1. Ilha das Aranhas; 2. Ilha do Xavier e 3. Ilha do Campeche. (As linhas dos transectos são apenas representações ilustrativas dos pontos amostrados nas ilhas). Modificado de Google™ earth.

Padrão de crescimento

O padrão de crescimento das espécies de esponjas foi determinado conforme a terminologia utilizada por Boury-Esnault & Rutzler (1997) e Bell & Barnes (2003). Estes últimos autores utilizam três categorias de espécies incrustantes, optando-se neste trabalho em dividi-las em apenas duas categorias. São elas: (1)- Finamente Incrustante (<3mm); (2)- Incrustante; (>3mm até 1cm); (3)- Arborescente; (4)- Digitiforme; (5)- Massivo I: espécimes com altura entre 1-4cm; (6)- Massivo II: espécimes com altura maior que 4cm; (7)- Repente; (8)- Tubular.



Figura 2. Desenho esquemático dos seis padrões de crescimento encontrados nas ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche, Florianópolis. Imagem modificada de Bell & Barnes (2001).

Caracterização das Interações

Para caracterizar e quantificar as interações entre as esponjas e o fito-zoobentos foram adaptadas quatro categorias de interação, tendo como base os trabalhos de Aerts & Van Soest (1997), Bell & Barnes (2003) E Engel & Pawlik (2005a): Contato Sem Dominância (**CSD**): quando não há evidência de crescimento de um organismo sobre o outro, entrando em contato direto pelas bordas; Interferência Sem Contato (**ISC**): quando a esponja está próxima ao organismo vizinho em um raio de até 5 cm de distância, sem que haja contato das bordas de ambos. Segundo os autores Turon *et al.* (1996), é possível que esponjas interfiram em seus vizinhos dentro de um raio de até 5cm, através da exudação de compostos bioativos; Contato por Recobrimento (**RE**): quando toda ou parte da esponja apresenta crescimento sobre o organismo em contato e Contato por Cobertura (**CR**): quando parte dos poros ou ósculos da esponja estão embaixo dos demais organismos ou quando estão sendo utilizadas como substrato. As

categorias de interação CSD, RE e CR apresentam o mesmo significado das categorias *Stand-off*, *Win* e *Loss*, utilizadas pelos autores em publicações de língua inglesa.

Para a aplicação do índice de intransitividade e para a composição do *rank* de habilidade competitiva foram montadas duas matrizes de interação: uma matriz composta pelas interações entre esponjas e fito-zoobentos (Matriz Interfilética) e uma matriz composta pelas interações entre esponjas (Matriz Intrafilética). Para compor as matrizes de contato foram consideradas apenas as espécies que apresentaram frequência superior à cinco ocorrências em qualquer tipo de contato e as espécies de esponjas que apresentaram tamanho superior à dois centímetros de comprimento, a fim de minimizar o número de indivíduos recém assentados.

O fito-zoobentos foi classificado quanto ao grupo morfo-funcional, como segue: TURF: diminutas algas filamentosas e pequenos animais indistinguíveis sem auxílio de lupa; ALCALINC: alga calcária incrustante; ALCALARTIC: alga calcária articulada do gênero *Jania*; COD: alga verde do gênero *Codium*; PESS: alga calcária do gênero *Pessionelia*; HYD: cnidários hidrozoários; ZOANT: cnidários zoantídeos dos gêneros *Palythoa* e *Parazoanthus*; ACT: cnidários actiniários dos gêneros *Bunodosoma* e *Actinia*; OCT: cnidários octocorais dos gêneros *Leptogorgia*, *Carijoa* e *Heterogorgia*; CORY: cnidários do gênero *Corynactis*; BRYOZC: briozoário incrustante calcário; BRYOZARB: briozoário arborescente do gênero *Bugula*; POLQ: poliqueta sedentário calcário; CIRR: crustáceos cirripédios; ASC: ascídia colonial.

Para avaliar como as assembléias de esponjas utilizam o espaço no ambiente em relação à fauna e flora circundante, foi utilizado o índice de grau de intransitividade, sugerido por Tanaka & Nandakumar (1994). Abaixo as características e suposições para que o índice possa ser utilizado corretamente e o que significam os resultados, conforme os autores:

- (1) No caso de hierarquia perfeita, os valores do índice de Contato por Recobrimento (RE) e Contato por Cobertura (CR) serão 1 e o índice de Contato Sem Dominância (CSD) será 0;
- (2) no caso de igualdade entre as interações RE e CR, os valores dos índices RE e CR serão maiores que 0 e menores que 1, e o valor do índice CSD será 0;
- (3) no caso das assembléias serem organizadas em *Network*, devido às interações CSD, onde não há vitória, os valores do índice CSD será 1 e os demais serão 0;
- (4) os valores dos índices não dependem do número de espécies;
- (5) para calcular os valores dos índices, todas as espécies da matriz devem entrar em contato uma com a outra pelo menos 3 vezes, para que os 3 tipos de resultados possam ocorrer.

Para que todas as premissas acima fossem contempladas, utilizaram-se as 21 espécies mais abundantes nas três ilhas, sendo os valores das interações agrupados em uma única tabela para o cálculo dos índices RE e CSD.

O índice RE é expresso pela seguinte fórmula:

$$WI = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_{ij}[W]^2}{\frac{n(n-1)}{2}}}$$

Onde, $P_{ij} [W]$ é a probabilidade da espécie i recobrir a espécie j , e n é o número de espécies. Já a fórmula do índice CSD é expressa conforme abaixo:

$$SI = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n p_{ij}[S]^2}{\frac{n(n-1)}{2}}}$$

Onde, $P_{ij} [S]$ é a probabilidade da espécie i ocorrer em interação sem dominância com a espécie j .

Para a criação do ranking de habilidade competitiva foi calculado o somatório total das interações do tipo RE pelas esponjas e dividido pelo número total de encontros entre os organismos pareados (RE:Total). Esse procedimento foi realizado para todas as espécies de esponjas em relação às interações Interfiléticas e Intrafiléticas.

Estatística

Para verificar se ocorreram diferenças entre as médias de cada categoria de interação em cada uma das ilhas, foi utilizada uma análise de variância (ANOVA *One-Way*), através do programa Statistica v.7 para Windows.

RESULTADOS

Interações Inter e Intrafiléticas

Ao todo foram quantificadas 9557 interações entre 25 espécies de esponjas nas ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche. As esponjas apresentaram duas vezes e meia mais interações com o grupo Interfilético 71,1% (6797) do que com os grupos intrafiléticos 28,9% (2760).

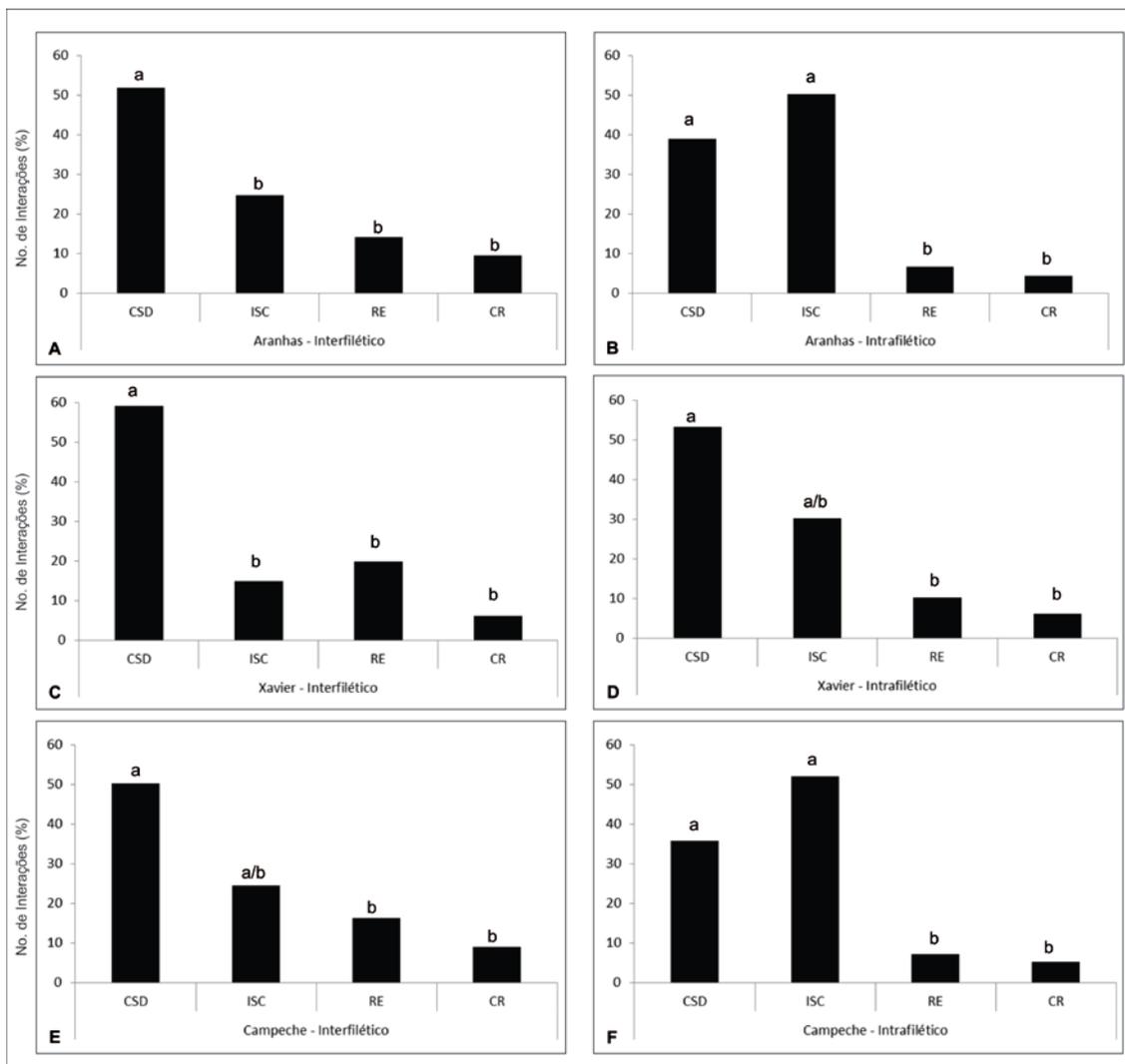


Figura 3. Frequências de cada categoria de interação Contato Sem Dominância (CSD), Interferência Sem Contato (CI), Recobre (RE) e Coberta (CR) entre os grupos Inter e Intrafiléticas. As letras minúsculas indicam diferenças significativas (*Tukey Test* $p < 0,05$) entre as categorias de interação.

Na figura 3 estão representados os valores das frequências de cada uma das categorias de interação, tanto para as interações Interfiléticas (figuras 3A, C, E), quanto para as Intrafiléticas (figuras 3B, D, F).

A categoria mais representativa no grupo interfilético foi o contato sem dominância (CSD). Esta categoria foi significativamente superior às demais categorias nas três ilhas amostradas (figura 3A, C, E - Aranhas $F_{(3,80)} = 6,7153$ $p < 0,001$; Xavier $F_{(3,36)} = 7,3402$ $p < 0,001$; Campeche $F_{(3,80)} = 6,6231$ $p < 0,001$) e representou 52,3% das interações totais.

A segunda categoria foi a de Interferência Sem Contato (ISC), com 22,8% das

interações. As esponjas recobrem mais seus concorrentes no ambiente, do que estes recobrem as esponjas, porém não se observa diferença significativa entre as duas categorias de interação, sendo 16% e 8,9%, respectivamente.

Já nas interações do grupo Intrafilético, a categoria ISC foi a mais representativa nas Ilhas das Aranhas e Campeche, com uma diferença significativa em relação as demais categorias observadas, representando 48,3% das interações totais (figura 3B e F) ($F_{(3,80)} = 8,3331$ $p < 0,0001$; $F_{(3,80)} = 9,4548$ $p < 0,0001$, respectivamente). Na ilha do Xavier (figura 3D), o Contato de Borda (CB) foi superior ($F_{(3,36)} = 7,3402$ $p < 0,0001$) representando 39,5% do total das categorias. As interações onde há recobrimento de um dos organismos pelo outro foram menos representativos no valor total das interações entre o grupo intrafilético, representando apenas 5%.

As figuras 5 e 6 mostram os valores das quatro categorias de interações (CSD, ISC, RE, CR) nas 25 espécies de esponjas, tanto para o grupo Interfilético (figura 4), quanto para o grupo Intrafilético (figura 5).

Dentro do grupo Interfilético (figura 4), das 25 espécies de esponjas, apenas duas apresentaram maior frequência na categoria ISC, *Aulospongia* sp. e *C. pseudotoxa*. Oito espécies de esponjas representaram a grande maioria das interações, totalizando 77,3% de todas as interações (5258) com o grupo Interfilético. *Pachychalina alcaloidifera* foi a espécie com o maior número de interações com 1075 (CSD- 53,7%), *Haliclona* (*Halichoclona*) sp.2 com 1066 (CSD- 50,5%), *Guitarra sepia* com 856 (CSD- 54,1%), *Hemimycale* sp. com 847 (CSD- 53%), *Scopalina ruetzleri* com 462 (CSD- 55,8%), *Clathrina* sp. com 358 (CSD- 48,6%), *Mycale microsigmatosa* com 327 (CSD- 60,5%) e *Aplysilla roseus* com 267 (CSD- 47,9%).

Já nas interações entre as espécies de esponjas, 8 espécies representaram 78% de todas as interações (2152) no grupo Intrafilético (figura 5). As espécies que mais interagiram

apresentaram variação quanto à categoria de interação mais representativa: *H. (Halichoclona) sp.2* foi a espécie com o maior número de interações com 455 (ISC-56%), *Guitarra sepia* foi a segunda com 351 interações (ISC-51%), *Pachychalina alcaloidifera* com 347 (ISC-43%), *Hemimyscale sp.* com 338 (CSD-43,8%), *Scopalina ruetzleri* com 199 (CSD-51,2%), *Tedania ignis* com 187 (ISC-48,5%), *Clathrina sp.* com 158 (ISC-55,7%), e *Aplysilla roseus* com 117 (ISC-38,5%).

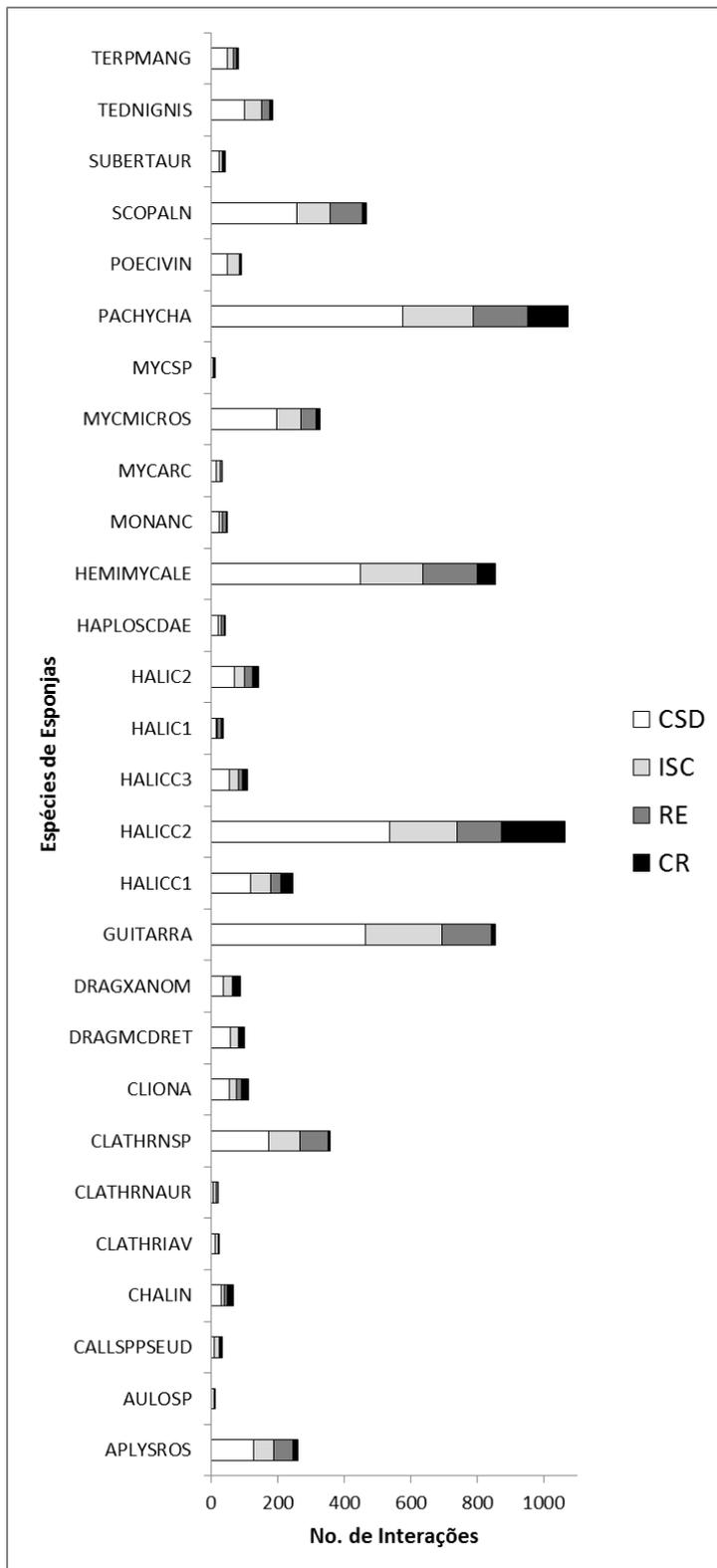


Figura 4. Número de interações de cada categoria de contato entre as esponjas e o grupo Interfilético. Abreviações: CB= Contato de Borda; CI= Contato Indireto; Re= Recobre; Rt= Recoberta. APLYSROS= *Aplysilla roseus*; AULOSP= *Aulospongia* sp.; CALLSPPSEUD= *Callispongia pseudotoxa*; CHALIN= *Chalinula* sp.; CLATHRIAV= *Clathria* sp.2; CLATHRNAUR= *Clathrina aurea*; CLATHRNSP= *Clathrina* sp.; CLIONA= *Cliona celata*; DRAGMCDRET= *Drumacidon reticulatum*; DRAGXANOM= *Drumaxia anomala*; GUITARRA= *Guitarra sepia*; HALICC1= *Haliclona (Halichocona)* sp.1; HALICC2= *H. (Halichocona)* sp.2; HALICC3= *H. (Halichocona)* sp.3; HALIC2= *H. (Haliclona)* sp.2; HAPLOSCDAE= Chalinidae; HEMIMYCALE=

Hemimycale sp.; MONANC= *Monanchora brasiliensis*; MYCARC= *Mycale arcuiris*; MYCMICROS= *Mycale microsigmata*; MYCSP= *Mycale* sp.; PACHYCA= *Pachychalina alcaloidifera*; POECIVIN= *Phorbis* sp.; SCOPALN= *Scopalina ruetzleri*; SUBERTAUR= *Suberites aurantiacum*; TEDNIGNIS= *Tedania ignis*; TERPMANG= *Terpios manglaris*.

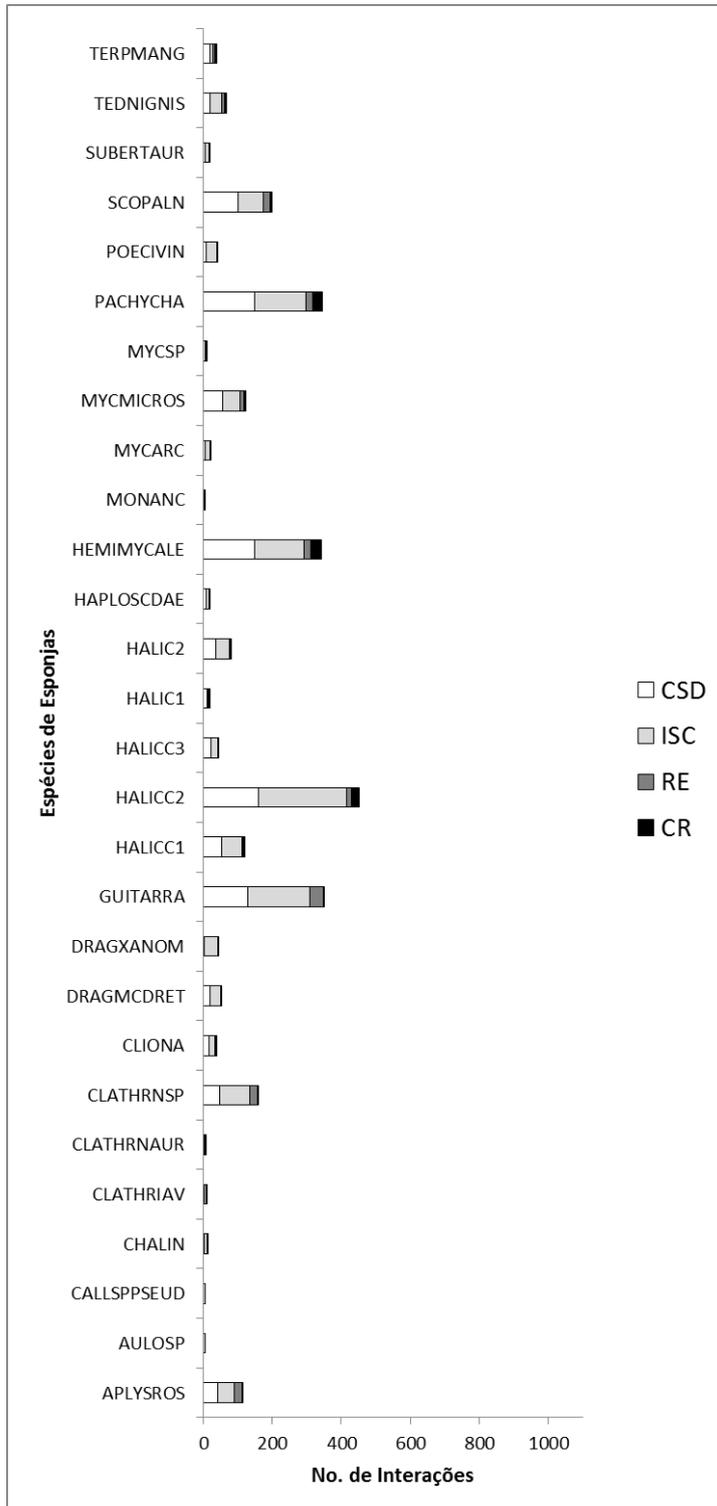


Figura 5. Número de interações de cada categoria de contato entre as esponjas e o grupo Intrafilético. Abreviações: CB= Contato de Borda; CI= Contato Indireto; Re= Recobre; Rt= Recoberta. APLYSROS= *Aplysilla roseus*; AULOSP= *Aulospongia* sp.; CALLSPPSEUD=

Callyspongia pseudotoxa; CHALIN= *Chalinula* sp.; CLATHRIAV= *Clathria* sp.2; CLATHRNAUR= *Clathrina aurea*; CLATHRNSP= *Clathrina* sp.; CLIONA= *Cliona celata*; DRAGMCDRET= *Dragmacidon reticulatum*; DRAGXANOM= *Dragmaxia anomala*; GUITARRA= *Guitarra sepia*; HALICC1= *Haliclona (Halichocona)* sp.1; HALICC2= *H. (Halichocona)* sp.2; HALICC3= *H. (Halichocona)* sp.3; HALIC2= *H. (Haliclona)* sp.2; HAPLOSCDAE= Chalinidae; HEMIMYCALE= *Hemimycale* sp.; MONANC= *Monanchora* sp.; MYCARC= *Mycale arcuiris*; MYCMICROS= *Mycale microsigmatosa*; MYCSP= *Mycale* sp.; PACHYCA= *Pachychalina alcaloidifera*; POECIVIN= *Phorbis* sp.; SCOPALN= *Scopalina ruetzleri*; SUBERTAUR= *Suberites aurantiacum*; TEDNIGNIS= *Tedania ignis*; TERPMANG= *Terpios manglaris*.

Dos 17 grupos morfo-funcionais considerados no fito-zoobentos, 4 representaram 71,7% da interação total com as esponjas (figura 6). O que apresentou o maior número de interações com as esponjas foi o TURF, representando 34,9% do total das interações, ALCALINC totalizou 14,7%, ASC, 11,4% e BRYOZC, 10,7%. Apenas três grupos conseguiram superar as esponjas quanto à capacidade de recobrimento: BRYOZC, TURF e ASC. O grupo morfo-funcional que mais recobriu as esponjas foi o BRYOZC, com 253 interações, representando 44,8% das interações; TURF foi o segundo com 231 interações, representando apenas 12,7% do total e o terceiro grupo foi o ASC com 89 interações, representando 14,9% dos contatos com as esponjas.

Nas interações de contato por recobrimento (RE) onde as esponjas recobrem seus vizinhos, o grupo ALCALINC foi o único em que esta categoria foi a mais representativa, sendo recoberto em 84,5% dos encontros com as esponjas (644 interações). Se considerarmos a frequência relativa com que as esponjas recobrem seus vizinhos, podemos destacar os seguintes grupos mais recobertos: ALCALINC; CIRRIIP; COD; POLQ e ZOAN. Neste tipo de interação onde há recobrimento de uma das partes entre o par de espécies em contato, as esponjas apresentaram vantagem em relação aos demais organismos, apresentando maior frequência de recobrimento sobre 14 grupos morfo-funcionais diferentes. No entanto, é importante ressaltar que as interações onde as esponjas recobrem seus competidores representaram apenas 20,1% do total de interações.

O grupo BRYOZC é o que apresentou o maior número de recobrimentos sobre esponjas de todo o estudo. Cabe destacar, que 83% das interações CR sobre todas as espécies de esponjas ocorreram em apenas um grupo da ordem Haplosclerida (figura 4). As espécies do gênero *Haliclona* apresentaram média de recobrimento de 75,1% ($SD \pm 6,94$) pelo BRYOZC.

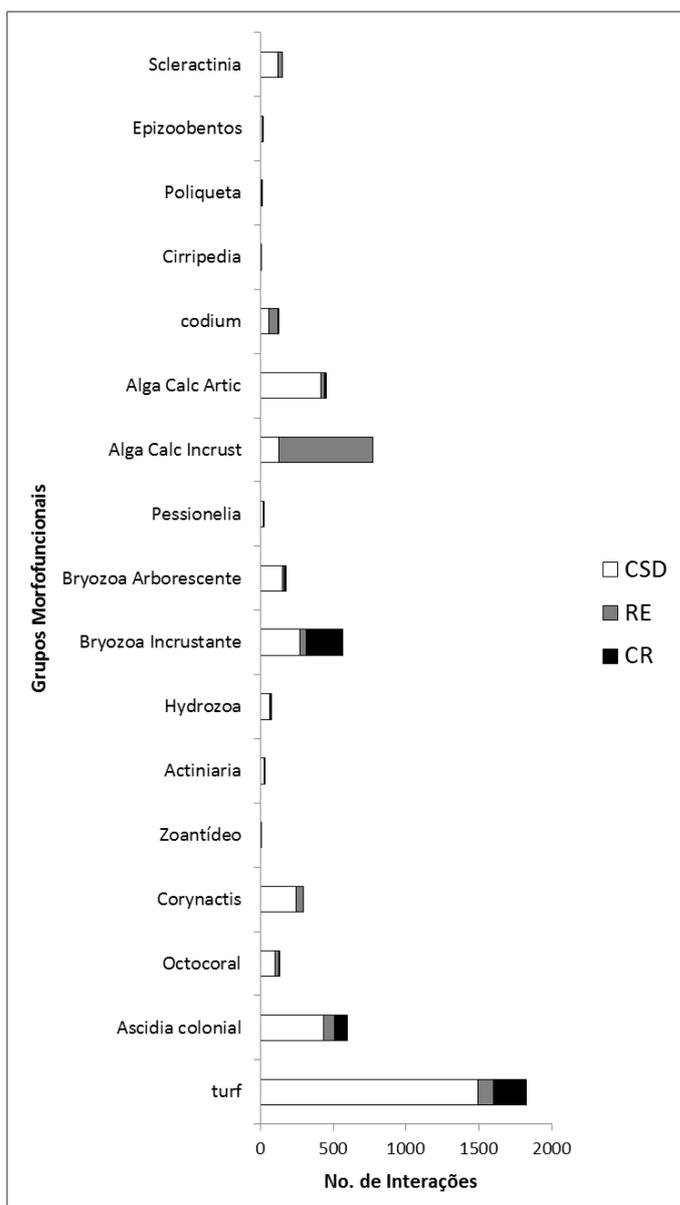


Figura 6. Número de interações total de cada grupo morfo-funcional nas interações com contato direto entre as espécies de esponjas nas Ilhas das Aranhas, do Xavier e do Campeche, entorno Município de Florianópolis. Abreviações: TURF: pequenos hidróides, algas filamentosas e briozoários arborescentes indissociáveis a olho nú; ASC: Ascídia Colonial; OCT: Octocorais; CORY: Corallimorpharia, gênero *Corynactis*; ZOAN: Zoantídeos; ACTN: Actiniaria; HYD: Hidrozoários; BRYOZC: briozoários calcários; BRYOZA: briozoário arborescente, representado pela espécie *Bugula neritina*; PESS: alga calcária do gênero *Pessionelia*; ALCALINC: alga calcária incrustante; ALCALARTIC: alga calcária articulada, representada pelo

gênero *Jania*; COD: alga do gênero *Codium*; CIRRIP: crustáceos cirripédios; POLQ: poliquetas calcários; EPIZOOB: epizoobentos (organismos sem identificação); SCLERAC: corais da ordem/classe Scleractinia.

Desempenho competitivo

Os resultados do *ranking* interfilético (tabela I) mostram *Clathrina* sp. como a espécie que mais recobre o fito-zoobentos, seguida pelas espécies *Chalinidae* sp.1, *Haliclona* (*Haliclona*) sp.1, *Monanchora brasiliensis*, *A. roseus* e *Scopalina ruetzleri*. No caso da capacidade competitiva entre esponjas e o fito-zoobentos, o padrão de crescimento mostrou ser mais importante, já que das dez espécies melhores posicionadas, oito são finamente incrustantes. Importante ressaltar que as espécies com pior desempenho competitivo apresentam padrão de crescimento diferente do finamente incrustante.

Apesar de nenhuma espécie de esponja apresentar as categorias Contato por Recobrimento (**RE**) e Contato por Cobertura (**CR**) como as mais representativas dentre as categorias de interação (figuras 3 e 4), podemos destacar os desempenhos das espécies quanto à capacidade competitiva, através dos valores da relação entre RE:total (tabelas I e II). Os resultados dos *rankings* competitivos diferem entre si quanto à posição das espécies nos grupos interfilético e intrafilético. No *ranking* intrafilético (tabela II), as espécies que mais recobriram foram *Aplysilla roseus*, *Clathrina* sp., *Guitarra sepia*, *Tedania ignis*, *Terpios manglaris*. Aparentemente, o padrão de crescimento não apresentou influência quanto a capacidade competitiva, já que as cinco espécies melhores posicionadas, apresentaram três padrões de crescimento distintos: *A. roseus* e *T. manglaris* são espécies finamente incrustantes, *Clathrina* sp. é uma espécie repente e *G. sepia* e *T. ignis* são espécies massivas.

As espécies mais abundantes *P. alcaloidifera*, *H. (Halichoelona) sp.2*, *G. sepia* e *Hemimycale* sp. apresentaram menor capacidade competitiva e ocuparam posições intermediárias em ambos os *rankings* (tabelas I e II). Além de não estarem entre as

primeiras posicionadas, as espécies, *P. alcaloidifera* e *H. (Halichocona) sp2* também mostraram altos valores de recobrimento por seus vizinhos interfiléticos e intrafiléticos (figura 7 e 8), respectivamente.

Tabela I. Ranking de desempenho competitivo Interfilético das 25 espécies de esponjas encontradas sobre rochas com superfície vertical, gerado através do índice WIN: TOTAL e a indicação do padrão de crescimento de cada espécie. Quanto maior o valor percentual, melhor é o desempenho de cada uma das espécies.

	Espécie	Desempenho %	Padrão de Crescimento
1	<i>Clathrina</i> sp.	0,33	Repente
2	Chalinidae sp.1	0,31	Incrustante I
3	<i>Haliclona (Haliclona)</i> sp.1	0,31	Incrustante II
4	<i>Monanchora brasiliensis</i>	0,30	Incrustante I
5	<i>Aplysilla roseus</i>	0,29	Incrustante I
6	<i>Scopalina ruetzleri</i>	0,27	Incrustante I
7	<i>Mycale arcuiris</i>	0,26	Incrustante II
8	<i>Hemimycale</i> sp.	0,24	Incrustante I
9	<i>Guitarra sepia</i>	0,24	Massiva
10	<i>Clathria</i> sp.2	0,22	Incrustante I
11	<i>H. (Haliclona)</i> sp.2	0,21	Incrustante I
12	<i>Pachychalina alcaloidifera</i>	0,19	Incrustante I
13	<i>Cliona celata</i>	0,18	Perfurante
14	<i>Chalinula</i> sp	0,18	Incrustante I
15	<i>Mycale microsigmatosa</i>	0,18	Incrustante I
16	<i>Tedania ignis</i>	0,18	Massiva
17	<i>H. (Halichocona)</i> sp1	0,17	Incrustante II
18	<i>H. (Halichocona)</i> sp3	0,16	Incrustante II
19	<i>H. (Halichocona)</i> sp2	0,15	Incrustante II
20	<i>Terpios manglaris</i>	0,15	Incrustante I
21	<i>Callyspongia pseudotoxa</i>	0,1	Tubular
22	<i>Phorbas</i> sp.	0,09	Incrustante II
23	<i>Suberites aurantiacum</i>	0,09	Massiva II
24	<i>Dragmacidon reticulatum</i>	0,06	Massiva II
25	<i>Dragmaxia anomala</i>	0,03	Arborescente

Tabela II. Ranking de desempenho competitivo Intrafilético das 25 espécies de esponjas encontradas sobre rochas com superfície vertical, gerado através do índice WON: TOTAL e a indicação do padrão de crescimento de cada espécie. Quanto maior o valor percentual, melhor é o desempenho de cada uma das espécies.

	Espécie	Desempenho %	Padrão de Crescimento
1	<i>Aplysilla roseus</i>	0,34	Incrustante I
2	<i>Clathrina</i> sp.	0,32	Repente
3	<i>Guitarra sepia</i>	0,26	Massiva
4	<i>Tedania ignis</i>	0,21	Massiva
5	<i>Terpios manglaris</i>	0,18	Incrustante I
6	<i>Mycale arcuris</i>	0,17	Incrustante II
7	<i>Mycale microsigmatosa</i>	0,17	Incrustante I
8	<i>Scopalina ruetzleri</i>	0,13	Incrustante I
9	<i>Pachychalina alcaloidifera</i>	0,11	Incrustante I
10	<i>Hemimycale</i> sp.	0,09	Incrustante I
11	<i>H. (Halichoclona)</i> sp.2	0,07	Incrustante II
12	<i>H. (Haliclona)</i> sp.2	0,06	Incrustante I
13	<i>Cliona celata</i>	0,05	Perfurante
14	<i>H. (Halichoclona)</i> sp.1	0,04	Incrustante II
15	<i>Dragmacidon reticulatum</i> *	0	Massiva
16	<i>H. (Halichoclona)</i> sp.3*	0	Incrustante II
17	<i>Callyspongia pseudotoxa</i> *	0	Tubular
18	<i>Phorbas</i> sp.*	0	Incrustante II
19	<i>Suberites aurantiacum</i> *	0	Massiva
20	<i>Dragmaxia anomala</i> *	0	Arborescente
21	<i>H. (Haliclona)</i> sp.1*	0	Tubular
22	<i>Monanchora brasiliensis</i> *	0	Incrustante II
23	<i>Clathria</i> sp.2*	0	Incrustante I
24	Chalinidae sp.1*	0	Incrustante I
25	<i>Chalinula</i> sp.1*	0	Incrustante I

* Indica que as espécies, não apresentaram nenhum tipo de interação e por isso apresentam valor igual a zero.

	TURF	ASCIDIA	OCTOCORAL	CORILLIMORPHARIA	ZOANTIDEOS	ACTINIARIA	HYDROZOA	BRYOZOA CALC	BRYOZOA ARB	PESSONELIA	ALGA CALCARIA INCRUST	ALGA CALCARIA ARTIC	CODIUM	CIRRIPIEDIA	POLIQUITA CALC	EPIZOOMBENTOS	SCLETRACTINIA
<i>Aplysilla roseus</i>	51 10	17 2	1 0	6 0			3 0	18 2	7 1	1 0	6 0	11 0	2 0	0 0			5 0
	14 75	4 23	2 3	3 9			3 6	1 21	1 9	0 1	22 28	4 15	0 2	2 2			2 7
<i>Callyspongia pseudotoxa</i>	3 4	2 1						1 2	2 0		0 0	2 0					
	0 7	0 3						0 3	0 2		2 2	0 2					
<i>Chalinula</i> sp.	6 5	10 3					1 0	3 5	5 0		1 0	4 3					0 0
	0 11	0 13					0 1	1 9	1 6		7 8	0 7					1 1
<i>Clathria</i> sp.2	10 0	1 0						2 0			0 0	1 0					
	0 10	0 1						0 2			4 4	0 1					
<i>Clathrina</i> sp.	72 4	15 1		48 0		1 0	2 0	10 0	6 2	2 0	2 0	10 0			0 0	0 0	6 0
	16 92	9 25		31 79		0 1	0 2	4 14	0 8	0 2	14 16	1 11			1 1	1 1	9 15
<i>Ciona celata</i>	21 7	6 5	5 0	2 0	1 0	1 0		8 0	1 2	1 2	2 0	2 0					6 0
	0 28	0 11	0 5	0 2	0 1	0 1		5 13	0 3	0 3	15 17	0 2					2 8
<i>Drumacidon reticulatum</i>	16 14	15 0	2 0					2 1	3 0		5 0	13 0					1 0
	0 30	0 15	0 2					0 3	0 3		5 10	0 13					0 1
<i>Drumaxia anomala</i>	21 21	3 0	2 0					2 2			6 0	1 0					1 0
	0 42	0 3	0 2					0 4			2 8	0 1					0 1
<i>Guitarra sepia</i>	243 4	37 4	18 1	5 0	0 0	2 0	5 0	38 2	16 0	1 1	16 0	52 0	11 0		1 0	1 0	17 0
	1 248	19 60	0 19	0 5	1 1	0 2	2 7	15 55	2 18	0 2	99 115	1 53	4 15		2 3	1 2	2 19
<i>Haliclona (Halichoclona)</i> sp.1	52 12	16 6	6 0	3 0		1 0	1 0	6 16	8 2		6 0	10 0	1 0				9 0
	0 64	5 27	3 9	0 3		0 1	0 1	1 23	2 12		17 23	1 11	0 1				2 11
<i>H. (Halichoclona)</i> sp.2	209 58	72 16	23 0	38 0		3 0	4 0	28 107	27 0	3 0	23 0	78 7	10 1	0 0	1 0	3 1	16 0
	8 275	9 97	4 27	1 39		1 4	0 4	6 141	2 29	0 3	91 114	7 92	2 13	1 1	0 1	0 4	2 18
<i>H. (Halichoclona)</i> sp.3	28 3	6 2	7 0					2 10	1 0	1 0	2 0	6 0	1 0				2 0
	1 32	0 8	1 8					0 12	0 1	0 1	8 10	2 8	2 3				0 2
<i>H. (Haliclona)</i> sp.1	9 2	2 0		1 0				1 4			0 0						3 0
	0 11	0 2		1 2				0 5			9 9						0 3
<i>H. (Haliclona)</i> sp.2	25 2	7 1		19 0				4 12	2 0	3 2	1 0	4 0		1 0			5 0
	4 31	0 8		4 23				2 18	0 2	0 5	13 14	0 4		0 1			1 6
Chalinidae	6 1	2 0		8 0			1 0	2 1	1 0		0 0	2 0			0 0		
	4 11	0 2		1 9			0 1	0 3	0 1		5 5	0 2			1 1		
<i>Hemimycale</i> sp.	193 23	38 7	15 0	29 0	0 1	7 0	7 0	42 22	22 1	1 0	18 0	52 0	7 1			2 0	16 0
	8 224	7 52	2 17	1 30	0 1	0 7	0 7	2 66	1 24	0 1	118 136	1 53	19 27			0 2	3 19
<i>Monanchora</i> sp.	14 1	1 0						0 1	1 0			8 0	1 0				1 0
	2 17	1 2						0 1	0 1			2 10	7 8			0 1	
<i>Mycale arcuicris</i>	8 0			7 0							0 0	1 0			0 0		1 0
	1 9			1 8							2 2	1 2			1 1		0 1
<i>M. microsigmatosa</i>	89 6	16 4	2 0	19 0		1 0	3 0	13 1	3 0		7 0	34 0	10 0		1 0	0 0	
	5 100	4 24	1 3	0 19		1 2	0 3	1 15	0 3		11 18	0 34	21 31		0 1	1 1	
<i>Pachychalina alcaloidifera</i>	225 35	100 25	9 0	21 0		4 0	16 0	59 60	28 1	3 0	15 0	47 0	11 0	1 0	4 0	6 0	28 0
	7 267	3 128	4 13	1 22		0 4	0 16	5 124	3 32	0 3	130 145	3 50	3 14	2 3	1 5	0 6	2 30
<i>Poeci Vinho</i>	22 2	4 0	4 0					2 0	2 0	3 0	2 0	7 0	1 0				1 0
	0 24	0 4	0 4					0 2	0 2	0 3	5 7	0 7	0 1				0 1
<i>Scopalina ruetzleri</i>	103 4	42 7	8 0	8 0		4 0	13 0	15 0	7 0		9 0	43 0	1 0		0 0		5 0
	29 136	8 57	3 11	3 11		0 4	4 17	1 14	1 8		44 53	2 45	2 3		1 1		0 5
<i>Suberites aurantiacum</i>	7 3	2 0		5 0		1 0		3 0	1 0	2 2	2 0	2 0					
	0 10	1 3		1 6		0 1		0 3	0 1	0 4	1 3	0 2					
<i>Tedania ignis</i>	36 7	12 5	1 0	18 0				2 0	2 0	6 0		20 0	2 0		1 0		
	4 47	1 18	1 2	0 18				0 2	1 3	0 6	13 13	2 22	2 4		0 1		
<i>Terpios manglaris</i>	19 3	6 0		8 0				2 1	6 0	2 0	4 0	2 0					
	1 23	2 8		0 8				0 3	1 7	0 2	5 9	0 2					

Figura 7. Matriz interfilética com as 25 espécies com maior número de contato nas categorias de interações CSD, RE e CR nas ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche, entorno do Município de Florianópolis. Os quatro números representam o número de interações em cada uma das categorias de contato. O valor da esquerda em cima, é o número de interações do tipo CB; o valor da esquerda embaixo, é o número de vezes que a esponja recobre; o valor da direita em

cima, é o número de vezes que a esponja é recoberta pelo seu par; o valor da direita embaixo, é o somatório de cada um dos tipos de interações.

	<i>Aplysilla roseus</i>	<i>Clathrina</i> sp.	<i>Cilona celata</i>	<i>Dragnacidon reticulatum</i>	<i>Guitarra sepia</i>	<i>Haliclona (Halichoelona) sp.1</i>	<i>H. (Halichoelona) sp.2</i>	<i>H. (Halichoelona) sp.3</i>	<i>H. (Haliclona) sp.2</i>	<i>Mycale arcuiris</i>	<i>M. microsigmatosa</i>	<i>Pachychalina alcaloidifera</i>	<i>Scopalina ruetzleri</i>	<i>Tedania ignis</i>	<i>Terpios manglaris</i>	<i>Hemimycale</i> sp.
<i>Aplysilla roseus</i>	3 0 1 0	0 3 0 1	6 1 2 0	7 0	1 0	8 2 17 4	14 2	3 0 0 0 2 0	0 1	0 10 16 37	4 22	4 7 4 4 0 2				
<i>Clathrina</i> sp.		3 0 1 0	4 0 2 0	12 2	14 1	1 0	9 0 13 0	7 0	1 0 1 1 8 1							
<i>Cilona celata</i>			2 5 0 1	0 4 0 2	7 21	1 16	1 2 4 13	9 22	0 7 1 2 1 3 5 14							
<i>Dragnacidon reticulatum</i>				2 0 5 1	3 1 7 2	1 0		5 3 5 1	4 5							
<i>Guitarra sepia</i>					1 0 3 0	7 1			0			3 0 4 0				
<i>Haliclona (Halichoelona) sp.1</i>						4 0 17 0	4 0				3 0 58 1	15 0	2 0 2 0 36 2			
<i>H. (Halichoelona) sp.2</i>							4 8 5 22	1 5			0 3 12 71	6 21	1 3 0 2 28 68			
<i>H. (Halichoelona) sp.3</i>								13 0 3 0			2 0 12 1	16 0 1 0				23 2
<i>H. (Haliclona) sp.2</i>									0 13 0 3		0 2 0 13	0 16 0 1				2 27
<i>Mycale arcuiris</i>										9 0 5 0	2 2 13 1	61 11	15 1 2 3 1 2 47 5			
<i>M. microsigmatosa</i>											0 9 0 5	1 5 2 16	6 78 0 16	0 5 0 1 8 60		
<i>Pachychalina alcaloidifera</i>												1 0 7 1	0 2			1 0
<i>Scopalina ruetzleri</i>														1 0		5 0
<i>Tedania ignis</i>																2 7
<i>Terpios manglaris</i>																2 1
<i>Hemimycale</i> sp.																0 3
																17 2
																24
																63 5
																74
																19 0
																20
																0
																7
																0
																10

Figura 8. Matriz intrafilética com as 16 espécies com maior número de contato nas categorias de interações CSD, RE e CR nas ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche, entorno do Município de Florianópolis. Os quatro números representam o número de interações em cada uma das categorias de contato. O valor da esquerda em cima, é o número de interações do tipo CB; o valor da esquerda embaixo é o número de vezes que a esponja recobre; o valor da direita em cima, é o número de vezes que a esponja é recoberta pelo seu par; o valor da direita embaixo, é o somatório de cada um dos tipos de interações.

Índice de Intransitividade

Para satisfazer os pressupostos da análise de intransitividade (Tanaka & Nandakumar, 1994) foram utilizadas 21 espécies de esponjas para o cálculo dos índices RE e CSD para o grupo interfilético e 16 espécies de esponjas para o grupo intrafilético. Assim, os valores encontrados de SI e WI para os grupos interfiléticos foram 0,64 e 0,28, respectivamente. Já para os grupos intrafiléticos os valores de SI e WI foram 0,79 e 0,25, respectivamente. De acordo com os resultados, as espécies de esponjas das ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche apresentam a estrutura das suas assembléias altamente intransitivas, sendo formadas em rede, sem dominância hierárquica entre elas, sustentado pelos valores de SI para ambos os grupos.

DISCUSSÃO

Matriz de Contato e Frequências dos Tipos de Interações nos grupos Interfiléticos e Intrafiléticos

As algas calcárias incrustantes foi o único grupo morfofuncional que apresentou alta frequência na categoria de interação RE, sendo recoberto pelas esponjas em mais de 80% das vezes. Aparentemente, não houve especificidade no recobrimento, onde praticamente todas as espécies de esponjas apresentaram ampla dominação sobre este grupo. O grupo BRYOZC se mostrou extremamente competitivo e dominante sobre espécies da Ordem Haplosclerida (83% de todas interações). Sabe-se que organismos podem produzir toxinas, que ao invés de repelirem possíveis competidores, os atraem como no caso da alga marrom *Styopodium zonale*, que induz o assentamento do mexilhão *Perna perna* (Soares *et al.*, 2007). As esponjas Haplosclerida são conhecidas pela produtividade de compostos bioativos como Halitoxinas e alcalóides (Berlinck *et*

al., 1996; Pinheiro *et al.*, 2005), o que poderia ser uma explicação possível para o elevado número de interações entre os bryozoários calcários e as esponjas deste grupo.

Outros dois grupos que se mostraram efetivos no recobrimento das esponjas, foram o TURF e as ASC. O morfotipo TURF esteve presente em todos os locais amostrados, apresentando praticamente o dobro de interações com as esponjas que os demais grupos. Devido ao seu diminuto tamanho, eles foram capazes de recobrirem praticamente todas as espécies de esponjas, sem distinção da consistência dos seus corpos. As ascídias apresentaram uma leve vantagem na frequência de recobrimento de esponjas, corroborando com os resultados de Nandakumar *et al.* (1993) e Bell & Barnes (2003), que em seus resultados também mostram a dominância deste grupo sobre as esponjas.

Outro grupo que merece atenção, apesar do baixo número de ocorrência, é o zoantídeo *Parazoanthus* sp. Nas imagens analisadas, o zoantídeo foi sempre observado como epibionte de esponjas (observação pessoal). Diversos estudos relatam uma especificidade da espécie *Parazoanthus puertoricense* com esponjas do gênero *Agelas*, utilizando-a como substrato (Sinniger *et al.*, 2005; Swain *et al.*, 2007).

Nas três ilhas estudadas as interações mais frequentes foram de Contato de borda e Contato indireto. Aerts & Van Soest (1997), estudando assembléias de esponjas em recifes de corais na costa Colombiana, comentam que o tipos de interação mais frequentes foram ausência de contato, contato entre tecidos e contato periférico e que não observaram dominância de esponjas em relação aos corais. Nandakumar *et al.* (1993) estudando a competição entre os organismos que compõem o *fouling*, em placas suspensas, notaram um alto número de interações do tipo CSD. Da mesma forma Russ (1982), observou em assembléias de bentos em *piers* de Portsea, Austrália, valores de CSD excederem os de RE, em 72%.

Com relação às interações intrafiléticas, as esponjas apresentaram um certo distanciamento entre elas, sustentado pela maior frequência de interações do tipo ISC. Bell *et al.* (2010), ao estudarem as assembléias de esponjas nos recifes de Hoga e Sampela, localizados na Indonésia, evidenciaram que a distribuição das esponjas na primeira localidade era aleatória e não apresentaram associações positivas ou negativas em relação as demais espécies de esponjas. Já na segunda localidade, a grande maioria das espécies apresentavam associações negativas, isto é, apresentando poucas interações com outras espécies. Os autores comentam que em Sampela a presença de substrato livre é maior que em Hoga, onde a cobertura de corais é muito superior. Eles sugerem que em ambientes onde o espaço não é um recurso limitante, associações entre espécies de esponjas não são importantes para sua sobrevivência, resultando em um padrão de associação negativo. Wulf (1997) comenta que indivíduos muito próximos filogeneticamente podem ser influenciados a competirem entre si, em função dos recursos serem similares.

Outro fator que pode influenciar em interações de contato indireto é a presença de compostos bioativos. Thacker *et al.* (1998) demonstra o efeito de compostos bioativos extraídos da esponja *Dysidea* colocando seu extrato em contato direto com a esponja *Cacospongia*, causando necrose na mesma. Os autores relatam que as duas espécies são encontradas frequentemente próximas uma da outra no ambiente natural. Turon *et al.* (1996) observaram que a espécie *Crambe crambe* cria uma zona livre de possíveis competidores pela exudação de compostos na água e Turon *et al.* (2009) verificaram que espécies de esponjas, em uma caverna no Mediterrâneo, apresentam a tendência de possuir menor número de associações, quando estas são mais bioativas do que aquelas em que a bioatividade era menor ou nula.

Sabe-se que as espécies de esponjas do litoral catarinense apresentam uma série de compostos bioativos com interesse farmacológico (Monks *et al.*, 2002; Dresch *et al.*, 2005; Silva *et al.*, 2006; Dresch *et al.*, 2008; Frota *et al.*, 2008; Frota *et al.*, 2009), porém nenhum trabalho foi realizado sobre a funcionalidade destes compostos no ambiente.

Natureza das interações de Recobrimento nos grupos Interfiléticos e Intrafiléticos

Mesmo com um elevado número de interações de contato sem dominância, as interações competitivas com recobrimento entre os pares de espécies em contato representou cerca de 25% entre o grupo Interfilético e muito menos representativo entre o grupo intrafilético, com 12,3%. Os resultados da matriz de contato tanto para as espécies de esponjas com os grupos interfiléticos (figura 7), quanto para as esponjas com esponjas (figura 8) evidenciam a presença de competição *Network*, sem dominância evidente por nenhuma espécie ou grupo morfofuncional. No entanto, Russ (1982) comenta que tal sistema proposto por Buss & Jackson (op.cit.) é muito rígido e que a presença de *loops* em sistemas hierárquicos são mais comuns e esperados. Porém em ambos os trabalhos (Buss & Jackson, 1979; Russ, 1982), os autores comentam que a frequente ocorrência de interações sem clara dominância diminui a taxa de monopolização dos recursos e, assim, resultando na manutenção de uma alta diversidade de espécies. No entanto, afirmar de forma categórica sobre a existência de competição propriamente dita entre as esponjas e os grupos morfofuncionais, torna-se uma tarefa arriscada. Na costa brasileira, há relatos da importância das assembléias de esponjas para a fauna bêntica marinha. Ribeiro & Muricy (2003) encontraram até 11 filos convivendo na espécie de esponja *Mycale microsigmatosa*, no litoral do Rio de Janeiro. Campos *et al.* (2012) mostram a importância das espécies de esponjas como

substrato para a ocorrência do hidróide *Zyzyzzus warreni* no Canal de São Sebastião. Carraro *et al.* (2012) mostram que as esponjas são um dos grupos de invertebrados mais rico em espécies em cultivos da vieira *Nodipecten nodosus* no litoral de Santa Catarina, não encontrando evidência de danos ou qualquer diminuição de espécies presentes no fouling, quando as esponjas estavam presentes sobre as valvas do molusco.

Wulf (1997), Nandakumar *et al.* (1993), Tanaka & Nandakumar (1994); Aerts (2000); Bell *et al.* (2010) chamam a atenção para o fato que as imagens instantâneas podem mascarar resultados de recobrimento ou perda de substrato em função da competição pelo espaço e comentam há necessidade de um acompanhamento temporal das comunidade sésseis.

Índice de Intransitividade

De acordo com os resultados do presente estudo, a assembléia de esponjas está estruturada em *Network*, tanto nas interações Interfiléticas (índice CSD= 0,64), quanto nas relações Intrafiléticas (0,79), resultantes do maior valor encontrado para o índice CSD em relação ao índice RE, conforme o índice de Intransitividade proposto por Tanaka & Nandakumar (1994). Bell & Barnes (2003) mostram que a estrutura das assembléias da Reserva Natural de Lough Hyne no litoral da Irlanda também são organizadas em *Network*, cujos valores para os dois índices são RE (0,23) e CSD (0,66). Em ambos os trabalhos, o padrão organizacional das assembléias de esponjas são em *Network*, evidenciando a influência das interações sem dominância entre os pares de espécies em contato. Segundo comentários de Tanaka & Nandakumar (1994), se interações do tipo CSD persistissem por um longo período em uma determinada comunidade a exclusão competitiva raramente ocorreria. Isto significa que a ocorrência de contato sem dominância pode exercer um papel significativo na natureza

e estrutura de uma comunidade. A comunidade estruturada em rede nas ilhas das Aranhas, Campeche e Xavier pode, neste sentido, significar que a co-existência das espécies determina um certo equilíbrio no sistema.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As esponjas das ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche apresentam uma estrutura de assembléias altamente intransitiva, na forma de rede, sem dominância hierárquica. As interações mais frequentes, observadas nos grupos Interfilético e intrafilético foram o contato sem dominância (CSD) e a interferência sem contato (ISC), demonstrando um baixo número de recobrimento entre as espécies de esponjas. Buss & Jackson, 1979 e Russ, 1982 comentam que a ocorrência de interações sem clara dominância resulta na manutenção de uma alta diversidade de espécies. Nas ilhas estudadas, até o presente trabalho, foram registradas 50 espécies de esponjas e uma rica fauna e flora acompanhante, considerando a condição climática temperado-quente da ecorregião do Sudeste do Brasil.

O índice de intransitividade aplicado respondeu de forma satisfatória a pergunta de como as assembléias de organismos bentônicos interagem e utilizam o substrato. Além disso, mostrou-se fácil de ser comparado com resultados encontrados em outros locais e grupos taxonômicos, criando a possibilidade futura da elaboração de um padrão competitivo em escala mais ampla, entre os organismos bentônicos sésseis.

Embora muitos autores chamem a atenção para o fato de se trabalhar com imagens momentâneas dos locais e que esta metodologia pode levar a subamostragens das interações de recobrimento entre as espécies associadas, o resultado fornecido é importante para locais com pouquíssimos estudos prévios a respeito das assembléias de organismos sésseis. No entanto, um ponto muito importante ressaltado por Bell &

Barnes (2003), e reforçado no presente trabalho, é que para utilização dos índices de forma adequada, é imprescindível a realização de coletas exaustivas para obtenção dos dados de campo.

Os resultados do presente trabalho ajudarão a nortear possíveis experimentos futuros nos ambientes de Santa Catarina, permitindo a elaboração de trabalhos específicos sobre exclusão competitiva ou então elucidar relações de mutualismos.

AGRADECIMENTOS

Aos professores Dr. Alberto Lindner e ao Dr. Eloir Schenkel pela disponibilidade de recursos financeiros para a realização do presente trabalho. A Dra. Janayna Bouzon, a M.Sc Kátia Capel, ao biólogo Eduardo Bastos pelas ajudas das coletas de dados em campo. A CAPES pela concessão de bolsa de doutorado do autor sênior deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aerts, L.A.M. 2000. Dynamics behind standoV interactions in three reef sponge species and the coral *Montastrea cavernosa*. **Mar. Ecol.** 21:191–204
- Aerts, L.A.M. & R.W.M Van Soest. 1997. Quantification of sponge/coral interactions in a physically stressed reef community, NE Colombia. **Mar Ecol Prog Ser** 148:125–134
- Ayling, A.L. 1983. Factors affecting the spatial distributions of thinly encrusting sponges from temperate waters. **Oecologia** 60:412)418
- Bell, J. 2008. The ecological roles of marine sponges. **Est. Coast. Shelf Sci.** 79:341–353.

- Bell, J. & D.K.A Barnes. 2003. The importance of competitor identity, morphology and ranking methodology to outcomes in interference competition: an example of sponges. **Mar. Biol.** 143:415–426.
- Bell, J.; Berman, J.; Jones, T & L. J. Hepburn. 2010. Variability in the spatial association patterns of sponge assemblages in response to environmental heterogeneity. **Marine Biology.** 157:2503-2509.
- Berlinck, R.G.S., Hajdu, E., Rocha, R.M., Oliveira, J.H., Hernandez, I.L., Selegim, M.H.R., Granato, A.C., Almeida, E.V., Nunez, C.V., Muricy, G., Peixinho, S., Pessoa, C., Moraes, M.O., Cavalcanti, B.C., Nascimento, G.G.F., Thiemann, O.H., Silva, M., Souza, A.O., Silva, C.L. & Minarini, P.R. 2004. Challenges and rewards of research in marine natural products chemistry in Brazil. **J. Nat. Prod.** 67(3):510-522
- Boury-Esnault N & K. Rützler. 1997. **Thesaurus of sponge morphology.** Smithsonian Contrib. Zool. pg 96
- Buss, L.W. & Jackson, J.B.C. 1979. Competitive networks: nontransitive competitive relationship in cryptic coral reef environmental. **Am. Nat.** 49: 151-161.
- Campos, C.J.A.; Migotto, A.E ; Pinheiro, U. S. & Marques, A. C. 2012. Sponges as substrata and early life history of the tubulariid *Zyzyzus warreni* (Cnidaria: Hydrozoa) in the São Sebastião Channel, Brazil. **Marine Biology Research.** 8: 573-583.
- Carraro, J.L.; Lerner, C.B.; Mothes, B.; Rupp, G.S. & N. Wurdig. 2012. Characterization of the fouling community of macroinvertebrates on the scallop *Nodipecten nodosus* (Mollusca, Pectinidae) farmed in Santa Catarina, Brazil. **Scientias Marinas.** 38(3): 577-588.

- De Voogd, N.J.; Becking, L.E.; Noor, A.; Hoeksema, B.W. & R.W.M Van Soest. 2004
Sponge interactions with spatial competitors in SW Sulawesi. **Boll Mus Ist Biol Univ Genova**. 68:253–261
- Dresch, R.R.; Haeser, A.S.; Lerner, C.; Mothes, B.; Vozári-Hampe, M.M. & A.T. Henriques. 2005. Detecção de atividade lectínica e atividade hemolítica em extratos de esponjas (Porifera) nativas da costa Atlântica do Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. 15: 16-22.
- Dresch, R.R.; Zanetti, G.D.; Lerner, C.B.; Mothes, B.; Trindade, V.M.; Henriques A.T. & M.M. Vozári-Hampe. 2008. ACL-I a lectin from marine sponge *Axinella corrugata*: Isolation, characterization and chemotatic activity. **Comparative Biochemistry and Physiology**. 148: 23-30.
- Engel, S. & J.R. Pawlick, 2005a. Interactions among Florida sponges. I. Reef habitats. **Marine Ecology Progress Series**. 303: 133-144.
- Engel, S. & J.R. Pawlick, 2005b. Interactions among Florida sponges. II. Mangrove habitats. **Marine Ecology Progress Series**. 303: 145-152.
- Frota, M.L.J.; Braganhol, E.; Canedo, A.D.; Klamt, F.; Apel, M.A.; Mothes, B.; Lerner, C.; Battastini, A.M.; Henriques, A.T. & J.C. Moreira. 2009. Brazilian marine sponge *Polymastia janeirensis* induces apoptotic cell death in human U138MG glioma cell line, but not in a normal cell culture. **Investigational New Drug**. 28: 13-20.
- Frota, M.L.J.; Braganhol, E.; Canedo, A.D.; Klamt, F.; Apel, M.A.; Mothes, B.; Lerner, C.; Battastini, A.M.; Henriques A.T. & J.C. Moreira. 2008. Extracts of marine sponge *Polymastia janeirensis* induce oxidative cell death through a Caspase-9 apoptotic pathway in human U138MG glioma cell line. **Investigational New Drugs**. 27(5): 440-446.

- Jackson, J.B.C & L Buss. 1975. Allelopathy and spatial competition among coral reef invertebrates. **Proc. Nat. Acad. Sci.** 72: 5160-5163.
- Kay, A.M & M.J. Kcough. 1981. Occupation of patches in the epifaunal communities on pier pilings and the valve *Pinna bicolor* at Edithburg, South Australia. **Oecologia.** 48: 123-130.
- Noel R Monks, N.R.; Lerner, C.; Henriques, A.T.; Farias, F.M.; Schapoval, E.E.S.; Suyenaga, E.S.; da Rocha, A.B.; Schwartzmann, G. & B. Mothes. 2002. Anticancer, Antichemotactic and Antimicrobial activities of marine sponges collected off the coast of Santa Catarina, Southern Brazil. **Journal of Experimental of Marine Biology and Ecology.** 281: 1-12
- Nandakumar, K.; Tanaka, M. & T. Kikuchi. 1993. Interspecific competition among fouling organisms in Tomioka Bay, Japan. **Marine Ecology Progress Series.** 94:43-50.
- Osinga, R.; Tramper, J. & R.H. Wijffels. 1998. Cultivation of marine sponges for metabolite production: applications for biotechnology? **Tibtech.** 16: 130-134
- Pawlik J.R.; Chanas, B; Toonen, R.J.; & W. Fenical. 1995. Defences of Caribbean sponges against predatory reef fish. I. Chemical deterrence. **Mar Ecol Prog Ser** 127:183)194.
- Pinheiro, U. S.; Berlinck, R.G.S.; Hajdu, E. 2005. Shallow-water Niphatidae (Haplosclerina, Haplosclerida, Demospongiae) from the São Sebastião Channel and its environs (tropical southwestern Atlantic), with the description of a new species. **Contributions to Zoology.** 74 (3/4): 271-278.
- Porter J.W. & N.M. Targett. 1988. Allelochemical interactions between sponges and corals. **Biol Bull.** 175: 230-239

- Ribeiro, S. M.; Omena, E. P. & G. Muricy. 2003. Macrofauna associated to *Mycale microsigmatosa* (Porifera, Demospongiae) in Rio de Janeiro State, SE Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. 57: 951–959
- Rützler, K. 1970. Spatial competition among Porifera: solution by epizoism. **Oecologia** 5:85–95
- Russ, G.G. 1982. Overgrowth in a marine epifaunal community: competitive hierarchies and competitive networks. **Oecologia**. 53:12-19
- da Silva, A.C.; Kratz, J.M.; Farias, F.M.; Henriques, A.T.; dos Santos, J.; Leonel, R.M.; Lerner, C.; Mothes, B.; Barardi, C.R. & C.M. Simões. 2006. In vitro antiviral activity of marine sponges collected off brazilian coast. **Biological & Pharmaceutical Bulletins**. 29(1): 135-140.
- Sinniger, F.; Montoya-Burgos, J. I.; Chevaldonné P.; Pawlowski, J. (2005). Phylogeny of the order Zoantharia (Anthozoa, Hexacorallia) based on the mitochondrial ribosomal genes. **Marine Biology** 147, 1121-1128.
- Soares, A.R.; da Gama, B.A.P.; Cunha, A.P.; Teixeira, V.L. & Pereira, C.R. 2007. Induction of attachment of the mussel *Perna perna* by natural products from the brown seaweed *Styopodium zonale*. **Marine Biotechnology**. 0: 1-8.
- Suchanek, T.H.; Carpenter, R.C.; Witman, J.D. & C.D. Harvell. 1983. **Sponges as important space competitors in deep Caribbean coral communities**. In: Reaka ML (ed) The ecology of deep and shallow coral reefs. Symposia series for Undersea Research 1. NOAA/NURP, Rockville, MD, p 55–61
- Swain, T. D. & Wulff J. L. (2007) Diversity and specificity of Caribbean sponge-zoanthid symbioses: a foundation for understanding the adaptive significance of symbioses and generating hypotheses about higher-order systematics. **Biological Journal of the Linnean Society**. 92, 695-711.

- Tanaka, M. & K. Nandakumar. 1994. Measurement of the degree of intransitivity in a community of sessile organisms. **J Exp Mar Biol Ecol.** 182: 85-95
- Thacker, R.W.; Becerro, M.A.; Lumbang, W.A. & Paul VJ. 1998. Allelopathic interactions between sponges on a tropical reef. **Ecology.** 79:1740–1750.
- Turon, X.; Becerro, M.A.; Uriz, M.A. & J. Llopis. 1996. Small-scale association measures in epibenthic communities as a clue for allelochemical interactions. **Oecologia.** 108: 351-360.
- Turon X, Martí R, Uriz MJ. 2009. Chemical bioactivity of sponges along an environmental gradient in a Mediterranean cave. **Scientia Marina.** 73: 387-397
- Wulf, J.L. 1997. Mutualisms among species of coral reef sponges. **Ecology.** 78:146–159
- Wulf, J.L. 2006. Ecological interactions of marine sponges. **Canadian J. Zool.** 84:146–166
- Vicente, V.P. 1990. **Overgrowth activity by the encrusting sponge *Chondrilla nucula* on a coral reefs in Puerto Rico.** In: Rützler K (ed) *New perspectives in sponge biology.* Smithsonian Institution Press, Washington D.C., pp 436)442

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostram que as ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche, no Estado de Santa Catarina, apresentam assembléias de esponjas diversas e abundantes.

Os padrões encontrados na distribuição das espécies de esponjas no presente estudo mostram que a estrutura física do ambiente, principalmente a inclinação do substrato, exerce um papel estruturador importante nas assembléias. A profundidade apresentou diferenças entre raso e fundo, no entanto a riqueza total foi praticamente a mesma nas três ilhas. Uma possível explicação para esta diferença pode ser dada pelas características de agregamento das espécies de esponjas, já que elas apresentam grande diferença nos valores de riqueza em poucas transecções. Dentre as ilhas, a ilha das Aranhas apresentou as condições ambientais que mais favoreceram a ocorrência de esponjas, sendo a localidade com maior abundância e riqueza de espécies do presente estudo. Possivelmente a riqueza e a abundância foram influenciadas pela presença de clastos pequenos, médios e predomínio de clastos grandes distribuídos de tal forma, que criou um ambiente propício para a ocorrência de espécies de esponjas tanto de ambientes horizontais, quanto de ambientes mais verticalizados. Provavelmente as espécies que ocorrem na ilha do Xavier enfrentam competição por espaço com a alga calcária do gênero *Pessionelia* e que um possível efeito perturbador com frequência moderada esteja influenciando na riqueza de espécies, já que nesta ilha o substrato inconsolidado areia e aquele formado por clastos pequenos e horizontais, apresentaram maior frequência no ambiente. A ilha do Campeche provavelmente sofre possíveis efeitos da sedimentação, em função da proximidade da costa e atividades antrópicas, levando a uma menor riqueza de espécies e maior densidade dos principais grupos.

A presença de espécies de esponjas como *Drasmodon reticulatum*, *Petromica citrina*, *Drasmodia anomala* e *Polymastia janeirensis*, com padrões de crescimento massivo,

arborescente e digitiforme podem indicar ambientes com estrutura tridimensional menos complexa, uma vez que estas espécies apresentaram suas maiores frequências em ambientes com perfil horizontal e substrato com pequenas rochas esparsas e até mesmo em areia. Já a presença das espécies incrustantes *Pachychalina alcaloidifera*, *Hemymicale* sp., *Scopalina ruetzleri*, *Mycale microsigmatosa*, *Terpios manglaris* e *Clathrina* sp. indicam ambientes com substrato rochoso mais verticalizado, sendo mais frequentes em ambientes com perfil de inclinação vertical e substrato rochoso de grande área, conseqüentemente demonstrando uma maior complexidade estrutural do ambiente. As esponjas das ilhas das Aranhas, Xavier e Campeche apresentam uma estrutura de assembléias altamente intransitiva, na forma de rede, sem dominância hierárquica. As interações mais frequentes, observadas nos grupos Interfilético e intrafilético foram o contato sem dominância (CSD) e o influência sem contato (ISC), demonstrando um baixo número de recobrimento entre as espécies de esponjas. Buss & Jackson, 1979 e Russ, 1982 comentam que a ocorrência de interações sem clara dominância resulta na manutenção de uma alta diversidade de espécies. Nas ilhas estudadas, até o presente trabalho, foram registradas 50 espécies de esponjas e uma rica fauna e flora acompanhante, considerando a condição climática temperado-quente da ecorregião do Sudeste do Brasil.

O índice de intransitividade aplicado respondeu de forma satisfatória a pergunta de como as assembléias de organismos bentônicos interagem e utilizam o substrato. Além disso, mostrou-se fácil de ser comparado com resultados encontrados em outros locais e grupos taxonômicos, criando a possibilidade futura da elaboração de um padrão competitivo em escala mais ampla, entre os organismos bentônicos sésseis.

Embora muitos autores chamem a atenção para o fato de se trabalhar com imagens momentâneas dos locais e que esta metodologia pode levar a subamostragens das

interações de recobrimento entre as espécies associadas, o resultado que ela fornece é importante para locais com pouquíssimos estudos prévios a respeito das assembléias de organismos sésseis. No entanto, um ponto muito importante ressaltado por Bell & Barnes (2003), e reforçado no presente trabalho, é que para utilização dos índices de forma adequada, é imprescindível a realização de coletas exaustivas para obtenção dos dados de campo.

Os resultados do presente trabalho ajudarão a nortear possíveis experimentos futuros nos ambientes de Santa Catarina, permitindo a elaboração de trabalhos específicos sobre exclusão competitiva ou então elucidar relações de mutualismos. Ainda, os dados levantados na ilha do Campeche sugerem a realização de estudos de qualidade da água, já que a espogiofauna apresenta sinais de degradação.

A presença de um maior número de espécies dentro da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo é muito importante para trabalhos de conservação marinha, pois estes resultados aliados a de outros grupos, como o de corais Escleractíneos (Capel *et al.*, 2012), mostram que áreas protegidas podem ser eficientes na preservação dos ecossistemas marinhos.

O presente estudo amplia o registro de poríferos, das atuais 38 espécies para 75. No entanto, este número deve aumentar, pois inúmeras espécies ainda não foram identificadas até nível específico, bem como inúmeros locais permanecem sem coletas de dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Amaral, A.C. & S. Jablonski. 2005. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. *Megadiversidade*. 1(1): 43-51
- Barneche, D.R.; Anderson, A.B.; Floeter, S.R.; Silveira, M.; Dinslaken, D.F. & A. Carvalho-Filho. 2009. Ten new records of reef fish on the coast of Santa Catarina State. Brazil. *Marine Biodiversity Records*. 2: 143.
- Bell, J. 2008. The ecological roles of marine sponges. *Est. Coast. Shelf Sci.* 79:341–353
- Bergquist, P. R. 1978. *Sponges*. Ed. Hutchinson, London.
- Capel, K.C.C.; Bertuol, P; Segal, B & A. Lindner. 2012. Corallith beds at the edge of the tropical South Atlantic. *Coral Reefs*. 31-75
- Carballo, J.L. & H. Nava. 2007. A comparison of sponge assemblage patterns in two adjacent Rochay habitats (tropical Pacific Ocean, Mexico). *Écosciense*. 14(1): 92-102
- Lerner, C.B.; Mothes, B. & J.L. Carraro. 2005. Novos registros e ampliação de limites meridionais de distribuição de poríferos (Porifera, Demospongiae) no Atlântico sudoeste. *Revta bras. Zool.* 22(3): 596-612
- Cruz-Motta, J.J; Miloslavich P.; Palomo, G.; Iken, K.; Konar, B.; Pohle, G.; Trott, T.; Benedetti-Cecchi, L.; Herrera, C.; Hernandez, A.; Sardi, A.; Bueno, A.; Castillo, J.; Klein, E.; Guerra-Castro⁸, Judith Gobin⁹, Diana Isabel Go´mez¹⁰, Riosmena-Rodriguez, R.; Mead, A.; Bigatti, G.; Knowlton, A. & Shirayama, Y. 2010. Patterns of Spatial Variation of Assemblages Associated with Intertidal Rocky Shores: A Global Perspective. *PlosOne*. 5(12): 1-10.
- Figueira, A.P. & J.C. Creed. 2004. Two species of the coral *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) in Brazil: a case of accidental introduction. *Bulletin of Marine Science*. 74(1): 175-183.

- Herbert, R.A. 1999. Nitrogen cycling in coastal marine ecosystems. Federation of European Microbiological Societies Microbiology Reviews. 23: 563-590.
- Hooper, J.N.A. & C. Levi. 1994. **Biogeography of Indo-west Pacific sponges: Microcionidae, Raspailiidae, Axinellidae.** In: SOEST, R. W. M. VAN *et al.* (eds). Sponges in Time and Space. Proc. IV int. Porifera Congr. Balkema, Rotterdam.p.191-212.
- Lerner, C.B.; Mothes, B. & J.L. Carraro. 2005. Novos registros e ampliação de limites meridionais de distribuição de poríferos (Porifera, Demospongiae) no Atlântico sudoeste. **Revta bras. Zool.** 22(3): 596-612.
- Marins, F.O.; Novaes, R.L.M.; Rocha, R. & A.O.R. Junqueira. 2010. Non indigenous ascidians in port and natural environments in a tropical Brazilian bay. **Zoologia.** 27(2): 213-221
- Monteiro, L. C. & G. Muricy. 2004. Patterns of sponge distribution in Cagarras Archipelago, Rio de Janeiro, Brazil. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 84: 681-687
- Osinga, R.; Tramper, J. & R.H. Wijffels. 1998. Cultivation of marine sponges for metabolite production: applications for biotechnology? *Tibtech.* 16: 130-134
- Paula, A. F. & Creed, J. C. 2005. Spatial distribution and abundance of nonindigenouscoral genus *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) around Ilha Grande, Brazil. *Braz. J. Biol.*, 65(4): 661-673.
- Rodrigues, S. A. 1965. Distribution of Ascidiacea on the Brazilian coast. *An. Acad. Bras. Ciências*, 37:393.
- Van Soest, R.W.M. 1994. Demosponge distribution patterns. In: R. W. M. VAN SOEST *et al.* (eds.). Sponges in Time and Space. Proc. IV intern. Porifera Congr.: 213-223. Balkema, Rotterdam, i-xviii + 1-515 p.

Vitousek, P.M. 1990. Biological invasions and ecosystem process: Toward an integration of population biology and ecosystem studies. *Oikos*. 57: 7-13.

ANEXO I. Distribuição das espécies de esponjas nas ilhas e costões rochosos do Estado de Santa Catarina.

Espécies registradas para Santa Catarina (Classes Calcaria & Demospongiae)	Ilha João da Cunha**	Praia de Bombinhas**	Praia de Porto Belo**	Ilha da Galé	Parcel da Deserta	Ilha Deserta	Ilha do Arvoredo	Ilha do Francês**	Ilha das Aranhas €	Ilha do Xavier €	Ilha do Campeche €	Ilha Moleques do Sul	Ilha Três Irmãs	Praia da Armação	Ilha do Coral	Praia de Garopaba**	Imbituba**	Total de ocorrências
1 <i>Aaptos</i> sp.							*											1
2 <i>Aaptos</i> aff. <i>aaptos</i> *		*																1
3 <i>Acarnus</i> sp.*											*							1
4 <i>Aplysilla roseus</i> **									*	*	*	*						4
5 <i>Aplysina caissara</i> *	*	*	*	*			*		*									7
6 <i>Arenosclera</i> sp.**										*								1
7 <i>Artemisina</i> sp.				*			*									*		3
8 <i>Aulospongia</i> sp.**									*	*	*							3
9 <i>Axinella corrugata</i> *	*			*			*											3
10 <i>Callyspongia (Toxochalina) pseudotoxa</i> *							*				*			*		*		3
11 <i>Callyspongia</i> sp.**								*	*		*							2
12 <i>Chalinula</i> sp.				*				*	*	*								3
13 <i>Chalinula zeae</i> *	*						*											2
14 <i>Ciocalypta alba</i> *								*	*	*					*			2
15 <i>Clathria</i> sp.1						*		*	*	*	*							4
16 <i>Clathria</i> sp.2								*	*	*	*							3
17 <i>Clathria</i> sp.3							*											1
18 <i>Clathria</i> sp.4				*														1
19 <i>Clathria</i> sp.5						*												1
20 <i>Clathrina ascandroides</i> *		*																1
21 <i>Clathrina aurea</i> *							*		*	*		*						4
22 <i>Clathrina conifera</i> *							*		*	*	*							4

Espécies registradas para Santa Catarina (Classes Calcaria & Demospongiae)	Localidades														Total de ocorrências			
	Ilha João da Cunha**	Praia de Bombinhas**	Praia de Porto Belo**	Ilha da Galé	Parcel da Deserta	Ilha Deserta	Ilha do Arvoredo	Ilha do Francês**	Ilha das Aranhas €	Ilha do Xavier €	Ilha do Campeche €	Ilha Moleques do Sul	Ilha Três Irmãs	Praia da Armação		Ilha do Coral	Praia de Garopaba**	Imbituba**
23 <i>Cliona celata*</i>	*			*				*	*	*	*	*						8
24 <i>Darwinella</i> sp.**									*		*							2
25 <i>Dercitus (Stoeba)</i> sp.								*										1
26 <i>Dragmacidon reticulatum*</i>	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*		*	*		15
27 <i>Dragmaxia anomala**</i>	*			*		*	*	*	*	*	*	*			*	*		7
28 <i>Geodia glariosa*</i>						*	*	*	*	*	*	*					*	2
29 <i>Guitarra sepia*</i>				*		*	*	*	*	*	*	*	*		*	*		10
30 <i>Haliclona (Halichoclona)</i> sp.1				*		*	*	*	*	*	*	*			*	*		7
31 <i>Haliclona (Halichoclona)</i> sp.2		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*			*	*		4
32 <i>Haliclona (Halichoclona)</i> sp.3				*		*	*	*	*	*	*	*	*		*	*		5
33 <i>Haliclona (Halichoclona)</i> sp.4				*		*	*	*	*	*	*	*			*	*		4
34 <i>Haliclona (Haliclona)</i> sp.1**						*	*	*	*	*	*	*			*	*		3
35 <i>Haliclona (Haliclona)</i> sp.2**						*	*	*	*	*	*	*			*	*		1
36 <i>Haliclona (Haliclona)</i> sp.3**						*	*	*	*	*	*	*			*	*		3
37 <i>Haliclona (Rhizoniera) mammillaris*</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*		12
38 <i>Haliclona (Soestella)</i> sp.						*	*	*	*	*	*	*			*	*		1
39 <i>Haliclona catarinensis*</i>		*																1
40 <i>Haliclona lilaceus*</i>		*																1
41 <i>Hemimycale</i> sp.**				*		*	*	*	*	*	*	*			*	*		5
42 <i>Hymedesmia</i> sp.1				*		*	*	*	*	*	*	*			*	*		1
43 <i>Hymedesmia</i> sp.2				*		*	*	*	*	*	*	*			*	*		2
44 <i>Hymedesmia</i> sp.3	*				*													2
45 <i>Hymeniacion heliophila*</i>	*	*											*					3
46 <i>Leucascus</i> sp.**								*	*	*	*	*						4

Espécies registradas para Santa Catarina (Classes Calcaria & Demospongiae)	Ilha João da Cunha**	Praia de Bombinhas**	Praia de Porto Belo**	Ilha da Galé	Parcel da Deserta	Ilha Deserta	Ilha do Arvoredo	Ilha do Francês**	Ilha das Aranhas €	Ilha do Xavier €	Ilha do Campeche €	Ilha Moleques do Sul	Ilha Três Irmãs	Praia da Armação	Ilha do Coral	Praia de Garopaba**	Imbituba**	Total de ocorrências
47 <i>Lissodendoryx isodictialis*</i>							*											2
48 <i>Latrunculia (Latrunculia) sp.</i>							*											1
49 <i>Monanchora brasiliensis*</i>							*											1
50 <i>Monanchora sp.1</i>						*												1
51 <i>Monanchora sp.2</i>				*			*											2
52 <i>Mycale (Carmia) magnirhaphidifera*</i>				*		*	*		*									4
53 <i>Mycale (Carmia) microsigmatosa*</i>	*	*		*		*	*		*	*			*					9
54 <i>Mycale (Carmia) sp.**</i>							*				*							2
55 <i>Mycale (Naviculina) arcuiris*</i>				*	*													2
56 <i>Myxilla mucronata*</i>		*																1
57 <i>Oceanapia sp.**</i>						*	*		*		*							4
58 <i>Pachycalina alcaloidifera</i>							*		*	*	*							4
59 <i>Paraleucilla magna*</i>												*						1
60 <i>Petromica citrina*</i>				*		*	*		*	*					*			6
61 <i>Phorbas sp.**</i>									*									1
62 <i>Plakina sp.</i>				*			*											2
63 <i>Polymastia cf. agglutinans*</i>				*			*											2
64 <i>Polymastia janeirensis*</i>		*		*			*		*	*	*		*					9
65 <i>Raspaillia (Raspaxilla) bouryesnaultae*</i>				*			*								*			1
66 <i>Scopalina ruetzleri*</i>		*		*			*		*	*	*				*			8
67 <i>Scopalina sp.</i>				*		*												2
68 <i>Spongia catarinensis*</i>									*									1
69 <i>Stelletta aff. purpurea*</i>	*	*	*				*											4

Espécies registradas para Santa Catarina (Classes Calcarea & Demospongiae)	Ilha João da Cunha**	Praia de Bombinhas**	Praia de Porto Belo**	Ilha da Galé	Parcel da Deserta	Ilha Deserta	Ilha do Arvoredo	Ilha do Francês**	Ilha das Aranhas €	Ilha do Xavier €	Ilha do Campeche €	Ilha Moleques do Sul	Ilha Três Irmãs	Praia da Armação	Ilha do Coral	Praia de Garopaba**	Imbituba**	Total de ocorrências
70 <i>Suberites aurantiacum</i> *		*					*		*	*	*	*			*			7
71 <i>Sycon vigilans</i> *	*	*	*															3
72 <i>Tedania ignis</i> *	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*			*	*	*		13
73 <i>Terpios manglaris</i> *				*		*			*	*	*							5
74 <i>Tethya diploderma</i> *	*		*				*											2
75 <i>Trachycladus sp.</i> *				*			*		*		*	*		*				6
TOTAL DE ESPÉCIES	14	16	8	30	4	13	38	5	37	27	31	14	5	6	11	3	1	

* Novos registros de esponjas do presente estudo

** Coletas realizadas na zona entre-marés

€ Novos locais com registros de esponjas

