



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E ZOOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA**

KÁTIA CRISTINA CRUZ CAPEL

**Scleractinia (Cnidaria: Anthozoa) da Reserva Biológica Marinha do
Arvoredo (SC), com ênfase na estrutura espaço-temporal da
formação mais meridional de corais recifais no Oceano Atlântico**

**Florianópolis - SC
2012**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E ZOOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA**

Kátia Cristina Cruz Capel

**SCLERACTINIA (CNIDARIA: ANTHOZOA) DA RESERVA
BIOLÓGICA MARINHA DO ARVOREDO (SC), COM ÊNFASE
NA ESTRUTURA ESPAÇO-TEMPORAL DA FORMAÇÃO MAIS
MERIDIONAL DE CORAIS RECIFAIS NO OCEANO
ATLÂNTICO**

Dissertação submetida ao Programa de
Pós Graduação em Ecologia da
Universidade Federal de Santa Catarina
para a obtenção do Grau de Mestre em
Ecologia

Orientador:
Prof. Dr. Alberto Lindner

Co-orientador:
Prof^a. Dr^a. Bárbara Segal

Florianópolis
2012

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Capel, Kátia Cristina Cruz
Scleractinia (Cnidaria: Anthozoa) da Reserva
Biológica Marinha do Arvoredo (SC), com ênfase na
estrutura espaço-temporal da formação mais
meridional de corais recifais no Oceano Atlântico
[dissertação] / Kátia Cristina Cruz Capel ;
orientador, Alberto Lindner ; co-orientadora,
Bárbara Segal. - Florianópolis, SC, 2012.
135 p. ; 21cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal
de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas.
Programa de Pós-Graduação em Ecologia.

Inclui referências

1. Ecologia. 2. Scleractinia. 3. Atlântico sul.
I. Lindner, Alberto. II. Segal, Bárbara. III.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa
de Pós-Graduação em Ecologia. IV. Título.


“Scleractinia (Cnidaria: Anthozoa) da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (SC), com ênfase na estrutura espaço-temporal da formação mais meridional de corais recifais no Oceano Atlântico”

por

Kátia Cristina Cruz Capel

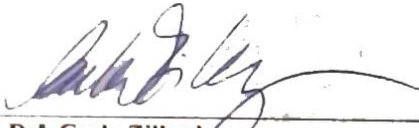
Dissertação julgada e aprovada em sua forma final, pelo Orientador e membros da Comissão Examinadora.

Orientador:

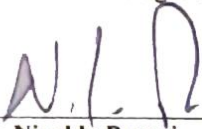


Prof. Alberto Lindner
ECZ/UFSC

Comissão Examinadora:



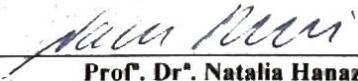
Prof. Dr. Carla Zilberberg
Departamento de Zoologia/UFRJ



Prof. Dr. Nivaldo Peroni
ECZ/UFSC



Prof. Dr. Débora de Oliveira Pires
ECZ/UFRJ



Prof. Dr. Natalia Hanazaki
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ecologia
Florianópolis, 27 de abril de 2012.

AGRADECIMENTOS

São tantos.... Começando pelos meus pais, Tércia e Armando Capel, que sempre me deram todo o apoio pra que eu siga meus sonhos, aonde quer que eles me levem.

Ao meu namorado, Diego Lopez, que me aguenta, me apoia, me ajuda, e que mesmo longe esteve sempre ao meu lado nesses dois anos, a cada segundo (KD). Eu nada seria sem você!

Agradeço aos meus orientadores Alberto Lindner e Bárbara Segal, que me guiaram até aqui, me dando todo o suporte durante as partes fáceis e difíceis do trabalho, e me aturando até nos finais de semana!

A todos os outros professores que me ajudaram sempre que eu bati em suas portas, Amazonas, Renato Silva, Marcelo Kitahara, Nivaldo, Malva, Tânia, Sérgio, Paulo Horta. E também aos que ajudaram de longe, sempre respondendo minhas solicitações, Débora Pires, Carla Zilberberg, Fernanda Amaral, Elizabeth Neves, Francini-Filho.

Agradeço também ao meu amigo e antigo orientador Francisco Buchmann, sem você eu nunca chegaria onde estou hoje!

À minha família como um todo, em especial minha irmã Kelly e minha prima Layla, que até hoje acham que eu estou de férias aqui! Lembranças pro Pedrovisk, grande alma!

Aos meus amigos de sempre, particularmente Dalsin, Bibian, Japa e Katita, mesmo longe vocês estiveram comigo esses dois anos, e me socorreram sempre eu precisei de apoio psicológico! Também Flora e Vadiu, que vieram me fazer companhia por aqui!! Mando um salve pro Gabriel, querido amigo, que me traz alegria sempre que vejo o sorriso dos seus filhos lindos, e também pro Pablito, que lá de cima vai ver esse trabalho!

Aos novos (já velhos) amigos, Ide, Tita, Mari Bender, Mari Teschima, Áruca, Gui, Tadashi, João, Kelly, Ana, Rodrigo, Montanha, Narissa e todos mais, vocês fizeram minha morada em Floripa mais feliz!! Tem também Renatinha, Titi, César (que não é novo), viajar com vocês é insuperável!!! Amo todos!!

A todos os amigos que me ajudaram de tantas formas durante o trabalho, Ralf, Júlia, Bruna, Duda, Jonathan, Chuck, Juan, Dudu, Cacília, Carla, outros já citados, não vou conseguir falar todos, mas sintam-se agradecidos!

A toda a equipe da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, particularmente Leandro, Hellen e Caio, muito obrigada pelo apoio, ajuda e atenção nesses dois anos!

A Bertuol Escola de Mergulho, e ao Paulo, pela ajuda imprescindível no trabalho de campo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC 4302/2010- 8; 17415/2009-7) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento do projeto e bolsa de mestrado.

Enfim, obrigado a todos que contribuíram com '*Positive Vibrations*' pra essa jornada!

RESUMO

Atualmente são registradas na costa brasileira 18 espécies de escleractínios zooxantelados, 06 escleractínios azooxantelados de água rasa, e 05 hidrocorais. Santa Catarina é o estado mais ao sul no Brasil com ocorrência de costões rochosos, que proveem hábitat para a fauna sésil, no entanto, a fauna dos escleractínios de água rasa (<50m) do estado permanece pouco estudada. A fim de preencher esta lacuna foi realizado um levantamento dos corais de água rasa registrados para o estado e amostragens na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (REBIO Marinha do Arvoredo) e em ilhas adjacentes ao município de Florianópolis. Os resultados revelaram a ocorrência de cinco espécies da ordem Scleractinia (*Astrangia rathbuni*, *Phyllangia americana*, *Madracis decactis*, *Paracyathus pulchellus* e *Tubastraea coccinea*), incluindo o registro inédito da espécie *P. pulchellus* em águas rasas no Brasil e a ocorrência do coral invasor *T. coccinea* na Ilha do Arvoredo. O coral *Madracis decactis* é a única espécie zooxantelada com registro confirmado ao sul do Estado de São Paulo, e forma na Ilha da Galé (SC) o único banco de corais livres do Atlântico subtropical. São apresentados dados da estrutura espaço-temporal do banco, que ocupa uma área de aproximadamente 3.400 m² entre 05 e 15 metros de profundidade na porção oeste da Ilha da Galé. É observado um padrão na distribuição das colônias de acordo com o tamanho, com colônias menores nas regiões mais rasas (07 m) e colônias maiores nas regiões mais profundas (09 a 10 m) do banco, o que pode indicar que as colônias soltas se originam da fragmentação de colônias incrustadas, mantendo seu crescimento rolas sobre o substrato. Ao longo do ano houve uma diminuição na densidade total de colônias, provavelmente resultante de soterramento e transporte para fora da área amostrada. A ação de correntes e organismos bioturbadores são os principais fatores responsáveis pela distribuição e movimentação das colônias. O estudo revela a presença de um ambiente singular, vulnerável e altamente dinâmico no limite sul de distribuição de espécies recifais no Atlântico, e adverte sobre a carência de dados acerca da fauna bentônica no sul do Brasil. A realização de inventários específicos e projetos de monitoramento extensivo são essenciais para se compreender as respostas do ambiente recifal mais meridional do Atlântico num cenário de mudanças climáticas e subsidiar futuros estudos ecológicos.

Palavras-chave: Scleractinia; Atlântico sul; corais livres; *Madracis decactis*.

ABSTRACT

Currently, 18 zooxanthellate and 06 azooxanthellate scleractinian species, as well as 05 species of hydrocorals are reported for shallow waters in Brazil. Santa Catarina is the southernmost state in Brazil with the occurrence of rocky shores, which provide habitat for sessil fauna; however, the state's shallow-water (>50m) scleractinian fauna remains poorly studied. To better understand shallow-water corals in southern Brazil, I conducted a literature review, consulted museum collections, and sampled at Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (REBIO Marinha do Arvoredo) and adjacent island to Florianópolis. The results revealed the occurrence of five species of the order Scleractinia (*Astrangia rathbuni*, *Phyllangia americana*, *Madracis decactis*, *Paracyathus pulchellus* and *Tubastraea coccinea*), including the new record of the species *P. pulchellus* at shallow waters in Brazil, and the occurrence of the invasive coral *T. coccinea* at Arvoredo Island. *Madracis decactis* is the only zooxanthellate species confirmed to occur south of the state of São Paulo, forming at Galé Island (SC) the only free-living coral formation known in the Tropical South Atlantic. This study presents data on the spatial and temporal structure of this free-living coral bed, which occupies an area of about 3.400 m² between 05 and 15 meters depth in the western portion of Galé Island. A distribution pattern is observed according to size, with smaller colonies in the shallower regions (07 m) and the larger colonies in the deeper regions (09 to 10 m) of the bed. This pattern could indicate that free-living colonies originated from fragmentation of encrusted colonies, and keep growing while rolling upon the substrate. Throughout the year there was a decrease in the density of colonies, probably resulting from burial and transport out of the sampled area. The actions of currents and bioturbators are the main factors responsible for the distribution and movement of colonies. This study reveals the presence of a unique, vulnerable and highly dynamic environment at the southern limit of reef species distribution in the Atlantic Ocean, and warns about the lack of data on the benthic fauna in southern Brazil. Specific inventories and extensive monitoring projects are essential for understanding the responses of the southernmost reef coral environment in the Atlantic Ocean in a scenario of climate change and support future ecological studies.

Key-words: Scleractinia; south Atlantic; coralliths; *Madracis decactis*.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1. Mapa da área de estudo indicando a localização dos sete pontos amostrados. 1- Ilha da Galé; 2- Ilha Deserta; 3- Ilha do Arvoredo; 4- Ilha das Aranhas; 5- Ilha do Xavier; 6- Ilha do Campeche; 7- Arquipélago das Ilhas Moleques do Sul..... 21

Figura 2. Ocorrência das espécies de corais Scleractinia nas ilhas amostradas no litoral de Santa Catarina. ■ = *Astrangia rathbuni*; ▲ = *Phyllangia americana*; ● = *Madracis decactis*; ◆ = *Tubastraea coccinea*; ★ = *Paracyathus pulchellus*. * = dados não publicados obtidos por Bouzon (2011)..... 25

Figura 3. Coeficiente de variação (CV) de quatro caracteres mensurados em *Madracis decactis* organizados do menor ao maior valor de CV. Média e erro padrão dos coeficientes das seis colônias medidas. 29

Figura 4. *Madracis decactis* a,b – imagem *in situ* na Ilha da Galé (7-11 m); c – imagem de uma colônia em laboratório; d – detalhe de um pólipó; Microscopia eletrônica de varredura (MEV) mostrando e, f, g – coralitos com 10 e 8 septos; h – detalhe da columela; i – detalhe dos septos e j – detalhe da parede do coralito. Fotos a e b cedidas por Paulo Bertuol e Edson Faria Junior, respectivamente. 30

Figura 5. *Astrangia rathbuni* a,b – imagem *in situ* na Ilha das Aranhas (7-9 m); c – imagem de uma colônia em laboratório; d - detalhe de um pólipó; Microscopia eletrônica de varredura (MEV) mostrando e - um coralito; f - detalhe do coralito; g – detalhe da columela; h,i – detalhe dos ciclos septais e j – detalhe da parede do septo. Fotos a e b cedidas por João Carraro. 34

Figura 6. *Phyllangia americana* a,b – imagem *in situ* na Ilha das Aranhas (12m); c,d – detalhe de colônias em laboratório; Microscopia eletrônica de varredura (MEV) mostrando e - um coralito; f,g - detalhe do coralito; h – detalhe da columela; i – detalhe dos ciclos septais e j – detalhe da parede do septo. Fotos a e b cedidas por João Carraro. 38

Figura 7. *Paracyathus pulchellus* a,b – coletadas na Ilha das Aranhas (7-9 m); c – detalhe de um pólipó; Microscopia eletrônica de varredura

(MEV) mostrando d - um coralito; e - detalhe da columela; f - detalhe do coralito; g - detalhe dos elementos columelares; h - detalhe dos septos; i - detalhe da parede do septo. 42

Figura 8. *Tubastraea coccinea* a,b - imagens *in situ* na Ilha do Arvoredo (2 m); c - imagem de um coralito; d - detalhe dos ciclos septais. Imagens a e b cortesia de Bruna F. Gregoletto. 44

CAPÍTULO 2

Figura 1. (a) localização da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, (b) Ilha da Galé e localização da área de estudo e (c) mapa da área ocupada pela população de *Madracis decactis* e posição dos transectos fixos. **Erro! Indicador não definido.**

Figura 2. a,b- colônias livres do coral *Madracis decactis* na Ilha da Galé (SC); c- rastro da espécie *Clypeaster subdepressus* sobre o substrato; d- colônias livres de *M. decactis* associadas a rodolitos; e- colônia incrustada de *M. decactis* no costão rochoso com pequenas colônias roladas sobre o substrato próximo; f- *Malacanthus plumieri*; g- esponja rolada *Haliclona (Halichocona) sp.*; h- briozoário rolado *Schizoporella sp.*; i- detalhe de uma colônia rolada de *M. decactis*. Imagens cortesia de Paulo Bertuol, Bruna Gregoletto, João Carraro e Edson Faria Junior. . 77

Figura 3. Porcentagem do substrato coberta por rocha, cascalho, areia e alga em cada um dos quatro transectos com 20 metros de comprimento, aos 07, 09, 10 e 12 metros de profundidade, na Ilha da Galé (SC) em dezembro de 2011. 80

Figura 4. Diagrama da forma das colônias de *Madracis decactis* da Ilha da Galé (SC) de acordo com as classes de tamanho de 0,1 - 3 cm (n = 16), 3,1 - 6 cm (n = 15), 6,1 - 9 cm (n = 18) e acima de 9,1 cm (n = 25) baseado nas medidas dos diâmetros maior (a), intermediário (b) e menor (c) das colônias. 81

Figura 5. Proporção de colônias de *Madracis decactis* por classe de tamanho por profundidade ao longo de 2011 na Ilha da Galé (SC). 83

Figura 6. Densidade média (\pm EP) de colônias vivas e mortas de *Madracis decactis* por profundidade em cada amostragem na Ilha da Galé (SC). 85

Figura 7. Proporção de colônias vivas de <i>Madracis decactis</i> na Ilha da Galé (SC) por profundidade ao longo de 2011. Os valores acima das barras representam o número total de colônias.	88
Figura 8. Porcentagem do substrato coberta por tecido vivo de <i>Madracis decactis</i> , avaliada em três quadrados fixos (1 x 1 m) aos 07, 09 e 10 metros de profundidade ao longo do ano na Ilha da Galé (SC).....	89
Figura 9. Imagem mostrando o aumento na cobertura de areia (apontado pelas setas pretas) no mesmo ponto aos 09 metros de profundidade na Ilha da Galé (SC) (a) em março e (b) junho de 2011.	90
Figura 10. Imagem mostrando a mesma colônia no mesmo ponto aos 09 metros de profundidade na Ilha da Galé (SC) (a) em março, (b) junho, (c) setembro e (d) dezembro de 2011.....	90
Figura 11. Densidade média (\pm EP) de macro-invertebrados bentônicos por profundidade.	91

LISTA DE TABELAS

INTRODUÇÃO GERAL

Tabela I. Distribuição das espécies de corais de água rasa (<50 m) na costa brasileira. Baseado em Laborel (1969; 1971); Castro & Pires (2001); Buchmann (2002); Couto *et al.* (2003); Leão *et al.* (2003); de Paula & Creed (2004); Neves *et al.* (2006; 2008; 2010); Amaral (2007); Pires (2007), Kitahara (2007). (E) = espécies endêmicas; BN = região de Sergipe e litoral norte e central da Bahia; BA –Ab = Arquipélago dos Abrolhos..... 5

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Ilhas amostradas no litoral de Santa Catrina entre 2008 e 2011, pontos amostrados em cada ilha, profundidade amostrada, número de mergulhos realizados (N), datas das amostragens e nome de quem realizou as coletas..... 22

Tabela 2. Listas dos caracteres mensurados em *Madracis decactis*. * = medidas também realizadas nas espécies azooxanteladas..... 24

Tabela 3. Coeficiente de variação (CV) para quatro caracteres mensurados em *Madracis decactis*. Média e erro padrão obtidos a partir de quatro valores de CV calculados a cada cinco coralitos por colônia. MDC = máximo diâmetro calicular; NTS = número total de septos; DC = distância columelar; CS1 = Comprimento dos septos no S1. 28

Tabela 4. Estatística descritiva dos dados morfométricos (em mm) obtidos para *Astrangia rathbuni*. N= número total de coralitos medidos; MDC= máximo diâmetro calicular; NTS= número total de septos; DP= desvio padrão e EP= erro padrão; *= valor único. 33

Tabela 5. Estatística descritiva dos dados morfométricos (em mm) obtidos para *Phyllangia americana*. N= número total de coralitos medidos; MDC= máximo diâmetro calicular; NTS= número total de septos; DP=desvio padrão e EP=erro padrão. 37

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Lista de táxons encontrados na Ilha da Galé (SC) junto ao banco de *Madracis decactis* entre 05 e 12 metros de profundidade ao longo do ano de 2011. * = superfamília. Poríferos identificados por João Carraro..... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 2. Número de colônias vivas de *Madracis decactis* na Ilha da Galé (SC) por classe de tamanho em cada amostragem (N) e proporção em relação ao total (%). 82

Tabela 3. Número de colônias de *Madracis decactis* por classe de tamanho em cada profundidade ao longo do tempo na Ilha da Galé (SC) e entre parêntese a proporção em relação ao total..... 84

Tabela 4. Valores de F e p resultantes da *two-way Repeated Measures* ANOVA. * representam diferenças estatisticamente significativas. ... 85

Tabela 5. Número de colônias vivas (V), mortas (M) e número total de colônias de *Madracis decactis* encontradas em cada profundidade nas quatro amostragens na Ilha da Galé (SC)..... 86

LISTA DE ANEXOS

CAPÍTULO 1

ANEXO 1. Estatística descritiva dos dados morfométricos (em mm) obtidos para as seis colônias de *Madracis decactis*. MDC= máximo diâmetro calicular; NTS= número total de septos; DC=diâmetro calicular; CS1=comprimento dos spetos no S1; NC= n° de elementos columelares / cm²; DP=desvio padrão; e EP=erro padrão..... 61

SUMÁRIO

SUMÁRIO	xix
INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO 1. Scleractinia (Cnidaria: Anthozoa) da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo e do entorno da Ilha de Santa Catarina, Brasil.....	13
Resumo	14
Abstract.....	15
Introdução	16
Material e Métodos	19
Resultados	24
Discussão	45
Referências Bibliográficas	51
CAPÍTULO 2. Estrutura espaço-temporal do único banco de corais livres do Atlântico subtropical.....	63
Resumo	64
Abstract.....	65
Introdução	66
Material e Métodos	69
Resultados	76
Discussão	92
Referências Bibliográficas	100
CONSDERAÇÕES FINAIS	109

INTRODUÇÃO GERAL

De acordo com Cairns (2007), corais são “cnidários das classes Anthozoa e Hydrozoa que produzem ou secretam carbonato de cálcio (aragonita ou calcita) resultando em um esqueleto contínuo, ou numerosos escleritos individuais, frequentemente microscópicos, ou que tem eixos protéicos negros e em forma de chifre”. Dentre os grupos de corais, a ordem Scleractinia (Anthozoa) abrange aqueles conhecidos como corais-verdadeiros ou corais pétreos. O grupo apresenta tanto espécies com forma de vida sésil (representando os principais formadores dos recifes; Pichon 1974), ou livres no ambiente (solitários ou coloniais; Glyn 1974; Pichon 1974; Sorauf & Harries 2009).

A ordem Scleractinia pode ser subdividida em dois grupos ecológicos em função da presença de algas simbiotes dinoflageladas (zooxantelas) na gastroderme do animal, fornecendo nutrientes ao coral em troca de abrigo. Corais que apresentam tal endossimbiose, denominados zooxantelados, são restritos à zona fótica de regiões tropicais e subtropicais, e são os principais constituintes dos recifes de coral de água rasa. Em contraste, os corais azooxantelados não possuem algas simbiotes, podendo ocorrer também em regiões temperadas, polares e em grandes profundidades (Wells 1956; Cairns 1982; Huston 1985; Dawson 2002). Dentre os corais, o termo “coral recifal” é utilizado para designar as espécies de corais que participam ativamente da construção de estruturas recifais.

Um recife de coral pode ser descrito sob o aspecto geomorfológico e biológico. Sob o ponto de vista geomorfológico, são formações rochosas criadas pela ação de uma comunidade de organismos, animais ou vegetais, que apresentam esqueleto calcário e são resistentes à ação mecânica de ondas e correntes marinhas (Leão 1994). Do ponto de vista biológico, recifes coralíneos são estruturas criadas pela ação de uma comunidade de organismos, entre eles os corais (Veron 2000). A denominação “recifes de corais” é frequentemente usada devido ao papel preponderante desses animais em recifes de todo o mundo, contudo em certos recifes outros organismos podem exercer um papel igual ou até mais importante que os corais na construção dessas estruturas (Kikuchi & Leão 1997).

Os recifes de coral estão entre as mais antigas estruturas na Terra construídas por organismos vivos (Sammarco & Coll 1992) e representam o mais diverso ecossistema marinho (Wells 1956; Birkelad 1997; Carpenter *et al.* 2008; Budd & Pandolfi 2010), ocupando uma extensão aproximada de 0,1 - 0,5% do fundo oceânico (Spalding & Grenfell 1997; Moberg & Folke 1999). Embora corais escleractínios zooxantelados e alguns hidróides calcários sejam os principais construtores das estruturas recifais, diversos organismos, como algas calcárias, equinodermos, moluscos e foraminíferos, estão diretamente associados com a sua formação (Birkeland 1997; Moberg & Folk 1999). As comunidades recifais sustentam uma vasta diversidade biológica e genética, exercendo um papel fundamental para o equilíbrio ecológico dos ambientes marinhos (Moberg & Folk 1999), no entanto, estão susceptíveis a alterações de origem natural e antrópica, dentre elas variações na temperatura, variações no nível do mar, tempestades, entrada demasiada de nutrientes, desmatamento, agricultura intensiva, sobrepesca e turismo predatório (Carpenter *et al.* 2008).

Dentre os corais recifais da Ordem Scleractinia (Anthozoa), dois padrões de distribuição global são evidentes. O centro de maior diversidade de corais e recifes do mundo situa-se na região do Indo-Pacífico, onde ocorrem aproximadamente 750 espécies de corais zooxantelados, seguido pela região do Caribe com 65 espécies (Cairns 1999). Além de apresentar uma maior diversidade no Indo-Pacífico e menor no Atlântico, em nível global a diversidade de Scleractinia, salvo algumas exceções, segue também um gradiente latitudinal, com os maiores índices de diversidade encontrados na região tropical e uma diminuição em direção aos pólos (Veron 2000), padrão também observado em diversos grupos de organismos (Pianka 1966), mas cujos processos são ainda pouco compreendidos (p. ex., Wiens & Donoghue 2004). Os recifes de corais são típicos de águas tropicais quentes, onde as temperaturas médias da superfície do mar no inverno permanecem acima dos 18°C. No entanto, embora predominem em latitudes tropicais, muitas comunidades dominadas por corais são observadas em maiores latitudes: nas costas leste e oeste da Austrália (Harriott 1999a; Harriott

1999b), Japão (Nozawa 2006; Yamano *et al.* 2001) e América do Sul (Castro & Pires 2001; Capel *et al.* 2012).

No Atlântico Sul Ocidental os corais zooxantelados distribuem-se entre a costa do Maranhão (00°53 S, 44°16 O) e Santa Catarina (27°34 S, 048°37 O), Brasil (Castro & Pires 2001; Tabela I), limitados pela foz do rio Amazonas ao norte, e pelas águas frias ao sul (Laborel 1971). Os recifes de coral (ou recifes biogênicos) têm seu limite sul de ocorrência no sul da Bahia (Maida & Ferreira 1997; Castro & Pires 2001; Leão *et al.* 2003), sendo substituídos por recifes rochosos entre o Espírito Santo e o estado de Santa Catarina (Gasparini & Floeter 2001). São registradas atualmente na costa brasileira em água rasa (<50 m) 18 espécies zooxanteladas recifais, 6 espécies azooxanteladas e 5 hidrocorais (Tabela I).

O declínio das comunidades recifais observado em todo o mundo as tornou prioritárias para projetos de pesquisa e monitoramento, voltados a obter um maior conhecimento sobre a ecologia e a distribuição dos organismos (Gaston 2000; Roberts *et al.* 2002; Pandolfi *et al.* 2003; Lubchenco *et al.* 2003; Tuomisto *et al.* 2003; Dumas *et al.* 2009; Briggs 2009). No Brasil, o último trabalho completo de revisão acerca das espécies de corais recifais e sua distribuição na costa foi publicado em 2003 por Leão e colaboradores, no entanto a região sul do país permanece pouco estudada.

A fim de preencher tal lacuna, o primeiro capítulo deste trabalho apresenta um levantamento da diversidade de corais escleractíneos zooxantelados e azooxantelados de água rasa (<50 m) na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (REBIO Marinha do Arvoredo) e seu entorno. É apresentada uma descrição morfológica dos espécimes encontrados, incluindo duas espécies não encontradas previamente em águas rasas no estado de Santa Catarina. Todo o material coletado foi depositado na coleção de Cnidaria da Universidade Federal de Santa Catarina.

No segundo capítulo é apresentada uma avaliação da estrutura espaço-temporal do único banco de corais livres do Atlântico Sul subtropical, formado pelo coral *Madracis decactis* (Anthozoa: Scleractinia) na Ilha da Galé (Capel *et al.* 2012), no limite sul de

distribuição de corais recifais no Oceano Atlântico. Embora já registrada para a Ilha do Arvoredo (Castro & Pires 2001), a espécie *Madracis decactis* não havia sido previamente investigada no sul do Brasil. Os resultados desta dissertação revelam um acúmulo de informações sobre corais brasileiros nos últimos 10 anos e demonstram que corais escleractínios são importantes componentes do bentos no sul do Brasil.

Tabela I. Distribuição das espécies de corais de água rasa (<50 m) na costa brasileira. Baseado em Laborel (1969; 1971); Castro & Pires (2001); Buchmann (2002); Couto *et al.* (2003); Leão *et al.* (2003); de Paula & Creed (2004); Neves *et al.* (2006; 2008; 2010); Amaral (2007); Pires (2007), Kitahara (2007). (E) = espécies endêmicas; BN = região de Sergipe e litoral norte e central da Bahia; AB = Arquipélago dos Abrolhos.

Regiões	Localidades	Zoozantelados														Azoozantelados					Hidrocorais										
		<i>Agaricia humilis</i>	<i>Agaricia fragilis</i>	<i>Favia gravida</i>	<i>Favia leptophylla (E)</i>	<i>Madracis decactis</i>	<i>Meandrina braziliensis</i>	<i>Montastrea cavernosa</i>	<i>Mussismilia braziliensis (E)</i>	<i>Mussismilia hispida (E)</i>	<i>Mussismilia hartii (E)</i>	<i>Porites astreoides</i>	<i>Porites branneri</i>	<i>Siderastrea stellata (E)</i>	<i>Siderastrea siderea</i>	<i>Siderastrea radians</i>	<i>Scolymia wellsi</i>	<i>Scolymia cubensis</i>	<i>Stephanocoenia michelini</i>	<i>Tabastraea coccinea</i>	<i>Tabastraea tagusensis</i>	<i>Astrangia solitaria</i>	<i>Astrangia rathbuni</i>	<i>Phyllangia americana</i>	<i>Polycyathus sp.</i>	<i>Paracyathus pulchellus</i>	<i>Stylaster roseus</i>	<i>Millepora alcicornis</i>	<i>Millepora braziliensis (E)</i>	<i>Millepora nitida (E)</i>	<i>Millepora laboreli (E)</i>
N	Caribe	X	X	X		X	X	X			X	X		X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X		X	
	MA	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X				X							X				X	X	X		X
	PI			X			X				X	X												X				X			
	CE			X			X			X	X	X																X			
NE	ASPSP				X											X					X			X							
	AR	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X				X					X							X	X		
	FN	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X											X	X	X		
	RN	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X										X	X	X		
	PB	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X										X	X	X		
	PE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X					X		X			X	X	X		
	AL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X					X		X			X	X	X	X	
BN	SE																X														
	BA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						X	X				X	X	X		
AB	Ab	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X	X				X	X	X	X		
	TR	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											X	X	X	X	
SE	ES	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X							X				X	X			

Continuação: **Tabela 1**

Regiões		Zoozantelados														Azoozantelados					Hidrocorais															
		Localidades	<i>Agaricia humilis</i>	<i>Agaricia fragilis</i>	<i>Favia gravida</i>	<i>Favia leptophylla (E)</i>	<i>Madracis decacotis</i>	<i>Meandrina braziliensis</i>	<i>Montastrea cavernosa</i>	<i>Mussismilia braziliensis (E)</i>	<i>Mussismilia hispida (E)</i>	<i>Mussismilia hartii (E)</i>	<i>Porites astreoides</i>	<i>Porites branneri</i>	<i>Siderastrea stellata (E)</i>	<i>Siderastrea sidera</i>	<i>Siderastrea radicans</i>	<i>Scolymia wellsi</i>	<i>Scolymia cubensis</i>	<i>Stephanocoenia michelini</i>	<i>Tabastraea coccinea</i>	<i>Tabastraea tagusensis</i>	<i>Astrangia solitaria</i>	<i>Astrangia rathbuni</i>	<i>Phyllangia americana</i>	<i>Polycyathus sp.</i>	<i>Paracyathus pulchellus</i>	<i>Stylaster roseus</i>	<i>Millepora alcicornis</i>	<i>Millepora braziliensis (E)</i>	<i>Millepora nitida (E)</i>	<i>Millepora laboreli (E)</i>				
SE	RJ				X															X	X															
	SP				X					X			X								X	X														
S	PR				X																															
	SC				X																															
	RS				X																						X									

REFERÊNCIAS

- AMARAL, F.D.; HUDSON, M.M.; STEINER, A.Q. & RAMOS, C.A.C. Corals and calcified hydroids of the Manuel Luiz Marine State Park (State of Maranhão, Northeast Brazil). *Biota Neotropica*, v.7, n.3, p.73-81, 2007.
- BIRKELAND, C. *Life and death of coral reefs*. New York: Chopman & Hall, 1997. 536p.
- BRIGGS, J.C. Atlantic coral reefs: the transplantation alternative. *Biological Invasions*, v.11, p.1845-1854, 2009.
- BUCHMANN, F.S.C. *Bioclastos de organismos terrestres e marinhos na praia e plataforma interna do Rio Grande do Sul: natureza, distribuição, origem e significado geológico*. 108 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande, 2002.
- BUDD, A.F. & PANDOLFI, J.M. Evolutionary novelty is concentrated at the edge of coral species distributions. *Science*, v.328, n.5985, p.1558-1561, 2010.
- CAIRNS, S.D. Antarctic and Subantarctic Scleractinia. *Antarctic Research Series*, v.34, n.1, p.1-74, 1982.
- CAIRNS, S.D. Stratigraphic distributions of Neogene Caribbean azooxanthellate corals (Scleractinia and Stylasteridae). In: Collins, L.S.; Coates, A.G. (Eds) *A paleobiotic survey of Caribbean faunas from the Neogene of the isthmus of Panama*. *Bulletins of American Paleontology*, 1999. 357:109–118.
- CAIRNS, S.D. Deep-water corals: An overview with special reference to diversity and distribution of deep-water scleractinian corals. *Bulletin of Marine Science*, v.81, n.3, p.311-322, 2007.
- CAPEL, K.C.C.; SEGAL, B.; BERTUOL, P. & LINDNER, A. Corallith beds at the edge of the tropical South Atlantic. *Coral Reefs*, v.31, n.1, p.75, 2012.
- CARPENTER, K.E. *et al.* One-third of reef-building corals face elevated extinction risk from climate change and local impacts. *Science*, v.321, n.5888, p.560-563, 2008.

- CASTRO, C.B. & PIRES, D.O. Brazilian coral reefs: What we already know and what is still missing. *Bulletin of Marine Science*, v.69, n.2, p.357-371, 2001.
- COUTO, E.C.G.; DA SILVEIRA, F.L. & ROCHA, G.R.A. Marine biodiversity in Brazil: the current status. *Gayana*, v.67, n.2, p.327-340, 2003.
- DAWSON, J.P. Biogeography of azooxanthellate corals in the Caribbean and surrounding areas. *Coral Reefs*, v.21, p.27-40, 2002.
- DE PAULA, A.F. & CREED, J.C. Two species of the coral *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) in Brazil: a case of accidental introduction. *Bulletin of Marine Science*, v.74, n.1, p.175-183, 2004.
- DUMAS, P.; BERTAUD, A.; PEIGON, C; LÉOPOL, M. & PELLETIER, D. A “quick and clean” photography method for the description of coral reef habitats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v.368, p.161-168, 2009.
- GASPARINI, J.L. & FLOETER, S.R. The shore fishes of Trindade Island, western South Atlantic. *Journal of Natural History*, v.35, p.1639-1656, 2001.
- GASTON, K. J. Global patterns in biodiversity. *Nature*, v.405, p.220-227, 2000.
- GLYN, P.W. Rolling stones amongst the scleractinia: mobile coralliths in the Gulf of Panama. *Proceedings of the Second International Coral Reef Symposium*, v.2, p.183-198, 1974.
- HARRIOTT, V.J. Coral growth in subtropical eastern Australia. *Coral Reefs*, v.18, p.281-291, 1999a.
- HARRIOTT, V.J. Coral recruitment at a high latitude Pacific site: a comparison with Atlantic reefs. *Bulletin of Marine Science*, v.65, n.3, p.881-891, 1999b.
- HUSTON, M.A. Patterns of species diversity on coral reefs. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v.16, p.149-177, 1985.
- KIKUCHI, R.K.P. & LEÃO Z.M.A.N. The effects of Holocene sea level fluctuations on reef development and coral community structure, Northern Bahia, Brazil. *Annaes Academia Brasileira de Ciências*, v.70, n.2, p.159-171, 1997.

- KITAHARA, M.V. Species richness and distribution of azooxathelatte Scleractinia in Brazil. *Bulletion of Marine Science*, v.81, n.3, p.497–518, 2007.
- LABOREL, J.L. Les peuplements des madreporaires des cotes tropicales du Brésil. *Annales Université d'Abidjan*, Serie E, (2), p.1-261, 1969.
- LABOREL, J.L. Madreporaires et hydrocoralliaires recifaux des cotes bresiliennes. Systematique, ecologie, repartition verticale et geographie. *Annales de l'Institut Oceanographique de Paris*, v.47, p.171-229, 1971.
- LEÃO, Z.M.A.N. The coral reefs of Southern Bahia. In: Hetzel, B. & Castro, C.B. (Eds.) *Corals of Southern Bahia*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1994. p.152-159.
- LEÃO, Z.M.A.N.; KIKUCHI, R.K.P. & TESTA, V. Corals and coral reefs of Brazil. In: Cortes, J. (Ed.) *Latin America Coral Reefs*. Elsevier Science, 2003. p.9–52.
- LUBCHENCO, J.L.; PALUMBI, S.R.; GAINES, S.D. & ANDELMAN, S. Plugging a hole in the ocean: the emerging science of marine reserves. *Ecological Applications*, v.13, n.1, p.S3-S7, 2003.
- MAIDA, M. & FERREIRA, B.P. Coral reefs of Brazil: an overview. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium*, v.1, p.263-274, 1997.
- MOBERG, F. & FOLKE, C. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. *Ecological Economics*, v.29, p.215-233, 1999.
- NEVES, E.G.; JOHNSON, R.; SAMPAIO, C. & PICHON, M. The occurrence of *Scolymia cubensis* in Brazil: revising the problem of the Caribbean solitary mussids. *Zootaxa*, v.1366, p.45-54, 2006.
- NEVES, E.G.; ANDRADE, S.C.S.; SILVEIRA, F.L. & SOLFERINI, V.N. Genetic variation and population structuring in two brooding coral species (*Siderastrea stellata* and *Siderastrea radians*) from Brazil. *Genetica*, v.132, p.423-254, 2008.
- NEVES, E.G.; DA SILVEIRA, F.L.; PICHON, M. & JOHNSON, R. Cnidaria, Scleractinia, Siderastreidae, *Siderastrea siderea* (Ellis and Solander, 1786): Hartt Expedition and the first record of a Caribbean siderastroid in tropical Southwestern Atlantic. *Check List*, v.6, n.4, p.505-510, 2010.

- NOZAWA, Y.; TOKESHI, M. & NOJIMA, S. Reproduction and recruitment of scleractinian corals in a high-latitude coral community, Amakusa, southwestern Japan. *Marine Biology*, v.149, p.1047–1058, 2006.
- PANDOLFI, J. M.; BRADBURY, R.H.; SALA, E.; HUGHES, T.P.; BJORN DAL, K.A.; COOKE, R.G.; McARDLE, D.; McCLENACHAN, L.; NEWMAN, M.J. H.; PAREDES, G.; WARNER, R.R. & JACKSIN, J.B. C. Global trajectories of the long-term decline of coral reef ecosystems. *Science*, v.301, p.955-958, 2003.
- PIANKA, E.R. Latitudinal gradients in species diversity: A review of concepts. *The American Naturalist*, v.100, n.910, p.33-46, 1966.
- PICHON, R. Free living Scleractinian coral communities in the coral reefs of Madagascar. *Proceedings of the Second International Coral Reef Symposium*, v.2, p.173-181, 1974.
- PIRES, D.O. The azooxanthellate coral fauna of Brazil. In: GEORGE, R. Y. & CAIRNS, S. D. (Eds) *Conservation and adaptive management of seamount and deep-sea coral ecosystems*. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami. p.265-272, 2007.
- ROBERTS, C.M.; McCLEAN, C.J.; VERON, J.E.N.; HAWKINS, J.P.; ALLEN, G.R.; McALLISTER, D.E.; MITTERMEIER, C.G.; SHCUELER, F.W.; SPALDING, M.; WELLS, F.; VYNNE, C. & WERNER, T.B. Marine biodiversity hotspots and conservation priorities for tropical reefs. *Science*, v.295, p.1280-1284, 2002.
- SAMMARCO, P.W. & COLL, J.C. Chemical adaptations in the Octocorallia: evolutionary considerations. *Marine Ecology Progress Series*, v.88, p.93-104, 1992.
- SORAU, J.E. & HARRIES, P.J. Rotatory colonies of the corals *Siderastrea radians* and *Solenastrea* ssp. (CNIDARIA, SCLERACTINIA), from the Pleistocene Bermont formation, South Florida, USA. *Palaeontology*, v.52, p.111–126, 2009.
- SPALDING, M.D. & GRENFELL, A.M. New estimates of global and regional coral reef areas. *Coral Reefs*, v.16, p.225–230, 1997.

- TUOMISTO, H.; RUOKOLAINEN, K. & YLI-HALLA, M. Dispersal, environment, and floristic variation of western Amazonian forests. *Science*, v.299, p.241-244, 2003.
- VERON, J.E.N. Corals of the world. *Australian Institute of Marine Science*, Townsville. 2000.
- WELLS, J.W. Scleractinia. In: MOORE, R.C. (Ed.). *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part F, Coelenterata*. USA: Kansas Press, 1956. p. F328-F444.
- WIENS, J.J.; DONOGHUE, M.J. Historical biogeography, ecology and species richness. *Trends in Ecology and Evolution*, v.19, n.12, p. 639-644, 2004.
- YAMANO, H.; HORI, K.; YAMAUCHI, M.; YAMAGAWA, O. & OHMURA, A. highest-latitude coral reef at Iki Island, Japan. *Coral Reefs*, v.20, p. 9-12, 2001.

CAPÍTULO 1

Scleractinia (Cnidaria: Anthozoa) da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo e do entorno da Ilha de Santa Catarina, Brasil

Manuscrito formatado para submissão segundo as normas da revista
Zootaxa

Scleractinia (Cnidaria: Anthozoa) da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo e do entorno da Ilha de Santa Catarina, Brasil

KÁTIA CRISTINA CRUZ CAPEL¹ & ALBERTO LINDNER¹

¹*Departamento de Ecologia e Zoologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC 88040-970, Brasil*
E-mail: katiacapel7@gmail.com

Resumo

Atualmente são registradas ao longo da costa brasileira 18 espécies de corais escleractínios zooxantelados, distribuídos do Maranhão (01°S) a Santa Catarina (27°S), e 59 espécies azooxanteladas, encontrados particularmente em águas profundas. Santa Catarina é o estado mais ao sul no Brasil com ocorrência de costões rochosos, que provêem hábitat para a fauna sésil de substrato consolidado. Seis espécies de corais escleractínios eram registradas em água rasa (<50m) no estado, no entanto, a fauna dos escleractínios de Santa Catarina permanece pouco estudada e alguns trabalhos recentes ainda apontam o litoral de São Paulo como limite sul de distribuição de espécies zooxanteladas no Brasil. O presente trabalho teve como objetivo preencher esta lacuna no conhecimento acerca dos corais de água rasa (<50m) no estado de Santa Catarina, por meio de levantamento bibliográfico, consulta a coleções de museus, e amostragem em sete pontos no litoral do Estado, três dentro da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (REBIO do Arvoredo) e quatro em ilhas adjacentes ao município de Florianópolis. Os exemplares coletados foram identificados e tiveram seus caracteres morfométricos analisados. Os resultados revelaram a ocorrência de cinco espécies da ordem Scleractinia em águas rasas em Santa Catarina, incluindo um registro da espécie *Paracyathus pulchellus* para águas rasas no Estado, e a ocorrência do coral invasor *Tubastraea coccinea* na Ilha do Arvoredo. Três espécies previamente registradas para o Estado – *Porites astreoides*, *Favia gravida* e *Mussismilia hispida* – não foram encontradas no presente estudo. O coral *Madracis decactis* foi a única espécie zooxantelada registrada, formando um banco de colônias livres na Ilha da Galé. A análise morfométrica da espécie aponta que o número total de septos foi o caráter menos estável, enquanto os outros caracteres avaliados foram homogêneos. As espécies mais abundantes foram os azooxantelados *Astrangia rathbuni* e *Phyllangia americana*, que ocorreram em todas as ilhas amostradas. O trabalho apresenta o primeiro levantamento específico de corais escleractínios de água rasa nos

costões rochosos de Santa Catarina. A região contém diferentes espécies da fauna tropical, e a realização de inventários específicos como esse é essencial para se compreender as respostas do ambiente em um cenário de mudanças climáticas, e para subsidiar futuros estudos ecológicos.

Palavras-chave: Atlântico subtropical; diversidade; corais de água rasa; morfometria.

Abstract

Currently 18 species of zooxanthellate scleractinian corals are reported for the Brazilian coast, distributed from Maranhão (01°S) to the state of Santa Catarina (27°S), as well as 59 azooxanthellate species, found particularly in deep waters. Santa Catarina is the southernmost state in Brazil with occurrence of rocky shores, which provide habitat for the sessile fauna of consolidated substrate. Six species of scleractinian corals were previously reported for shallow waters (< 50m) in the state, nevertheless, the scleractinian fauna of Santa Catarina remains poorly studied and recent studies still consider São Paulo as the southernmost limit of zooxanthellate scleractinian distribution in Brazil. The present study aimed to fill this gap in knowledge of shallow-water corals (<50m) in the state of Santa Catarina, by reviewing the specific literature, consulting museum collections, and sampling seven sites along the coast of Santa Catarina, three within Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (REBIO do Arvoredo) and four at islands adjacent to Florianópolis. Specimens collected were identified and had their morphometry analysed. Results revealed the occurrence of five species of the order Scleractinia in shallow waters off Santa Catarina, including a record of the species *Paracyathus pulchellus*, and the occurrence of the invasive coral *Tubastraea coccinea* at Arvoredo Island. Three species previously recorded off the state – *Porites astreoides*, *Favia grvida* and *Mussismilia hispida* – were not found in the present study. The coral *Madracis decactis* is the only zooxanthellate species recorded herein, forming free-living coral beds at Galé Island. Morphometric analysis of the species indicates that the total number of septa was the less stable character, while other characters were homogeneous. The most abundant species were the azooxanthellate corals *Astrangia rathbuni* and *Phyllangia americana*, which occurred in all islands sampled. The study presents the first specific study of shallow-water scleractinian corals from Santa Catarina. The region contains different species of tropical fauna, and species inventories are essential to understand the responses of the environment

in a scenario of climatic change, and to support future ecological studies.

Key-words: South Tropical Atlantic Ocean; diversity; shallow water corals; morphometry.

Introdução

A ordem Scleractinia abrange cerca de 1490 espécies (Cairns 2007) e pode ser dividida em dois grupos ecológicos em função da presença ou ausência de algas simbiontes dinoflageladas (zooxantelas) na gastroderme do animal, as quais fornecem nutrientes ao coral em troca de abrigo. Corais que apresentam tal simbiose, denominados zooxantelados, são restritos a zona fótica de regiões tropicais e subtropicais, e são os principais construtores dos recifes de coral. Ao contrário desses, os corais azooxantelados não possuem algas simbiontes, podendo ocorrer tanto em águas rasas quanto em regiões temperadas, polares e em profundidades de até 6.000 metros (Wells 1956; Cairns 1982, 2007; Huston 1985; Dawson 2002).

Na costa brasileira, os primeiros grandes estudos *in situ* de corais zooxantelados foram os trabalhos de Laborel (1967, 1969, 1971), que apresentou descrições detalhadas das formações coralíneas do Nordeste do Brasil a São Paulo. Dentre os estudos mais recentes com corais zooxantelados no Brasil destacam-se os trabalhos de Leão (2002), Leão *et al.* (1988, 2006), Leão & Kikuchi (2005), focados na descrição das estruturas recifais do litoral da Bahia; Neves *et al.* (2006, 2008, 2010), apresentando descrições de novas espécies para a costa brasileira; Pires *et al.* (2000), Neves & Pires (2002), Pires & Caparelli (2002), Neves & da Silveira (2003), Castro & Pires (2006), Muramatsu & da Silveira (2008), com trabalhos sobre reprodução; Neves *et al.* (2008) e Nunes *et al.* (2008, 2009, 2011) com trabalhos sobre genética e conectividade; e por fim Maida & Ferreira (1997), Echeverría *et al.* (1997), Migotto *et al.* (1999), Castro & Pires (2001), Couto *et al.* (2003), Leão *et al.* (2003), Amaral *et al.* (2000, 2009) e Leão *et al.* (2011) com trabalhos sobre a composição e distribuição da fauna coralínea brasileira. No Brasil ocorrem os únicos recifes verdadeiros do Atlântico Sul, distribuídos do Maranhão ao sul da Bahia (Castro & Pires 2001; Leão *et al.* 2003). As

espécies recifais que ocorrem ao sul dessa região se desenvolvem sobre recifes rochosos, e tem seu limite sul de distribuição na costa de Santa Catarina (27°) (Castro & Pires 2001; Capel *et al.* 2012).

Corais azooxantelados, por não serem restritos às zonas fóticas de regiões tropicais, são encontrados particularmente em águas profundas, com as maiores diversidades no Brasil entre as latitudes 20° e 35°S (Kitahara 2007). Compreendem cerca de 47% das espécies de Scleractinia (Cairns 2007), e no Atlântico Sul ocidental o número de espécies, 59 (Kitahara 2007), é três vezes superior ao número de espécies zooxanteladas, 18 (Cairns 1979; Leão *et al.* 2003). Em relação à fauna de corais azooxantelados, o Brasil é considerado uma região de transição entre o Caribe e a fauna Antártica, e até recentemente pouco se sabia sobre as espécies que compõe a fauna brasileira. Os primeiros estudos sobre os corais azooxantelados na costa brasileira tiveram início em 1872, na expedição de Hassler, cujo material foi analisado por Pourtalès em 1874 (Pires 2007). No século 20, Cairns (1977, 1978, 1979, 1982, 2000), registra mais de 20 espécies para a costa brasileira e Tommasi (1970) apresenta os primeiros estudos para o extremo sul do Brasil. Entre as contribuições mais recentes acerca de corais azooxantelados de águas rasas estão os trabalhos de Castro & Pires (2001) e de Paula & Creed (2004, 2005), reportando a ocorrência das espécies invasoras do gênero *Tubastraea* Lesson, 1829. Outros trabalhos, como os de Pires (1997, 2007), Kitahara & Cairns (2005), Kitahara (2006, 2007), Neves & Johnsson (2009) e Kitahara *et al.* (2008, 2009, 2010), apresentam a maior parte dos registros de ocorrência de espécies azooxanteladas, principalmente para águas profundas abaixo de 200m de profundidade, onde ocorre a maior parte dessa fauna apenas recentemente estudada em maior detalhe no Brasil.

A sistemática tradicional de Scleractinia é baseada na morfologia do esqueleto (Wells 1956; Daly *et al.* 2003), embora novos métodos venham sendo empregados adicionalmente aos caracteres estruturais, como análises moleculares (p. ex., Chen *et al.* 2002; Kitahara *et al.* 2010), devido a alta plasticidade fenotípica e fisiológica de muitas espécies desse grupo (p. ex., Amaral 1994; Santos *et al.* 2004 a, b; Foster 1980). No entanto, apesar da alta plasticidade, o estudo de

caracteres morfométricos se mantém uma ferramenta altamente importante na identificação de espécies de corais Scleractinia. A variação morfológica intra e interespecífica é influenciada por fatores ambientais (sedimentação, luminosidade, dentre outros) e genéticos (p. ex., Foster 1977; Knowlton *et al.* 1992), e é relatada em diferentes espécies de corais escleractínios (Brakel 1977; Zilberberg & Edmunds 1999; Santos *et al.* 2004a). Devido aos problemas relacionados a esta elevada variabilidade encontrada, estudos taxonômicos no grupo tem buscado incluir dados acerca da morfometria (Labrel 1971; Brakel 1977). No Brasil, estudos sobre a morfometria dos corais escleractínios tiveram início somente em meados da década de 90, com o trabalho de Amaral (1994). Novos trabalhos foram publicados a partir de então, focando principalmente nas espécies endêmicas (Amaral *et al.* 2000, 2009; Antônio-de-Souza & Amaral 2002; Santos *et al.* 2004a, b e Amaral & Ramos 2007).

Corais de águas rasas em Santa Catarina

Santa Catarina é o estado mais meridional da costa brasileira com ocorrência de costões rochosos, que proveem hábitat para a fauna sésil de substrato consolidado, e representa o limite sul de distribuição de várias espécies tropicais incluindo peixes (Floeter *et al.* 2001), corais zooxantelados (Castro & Pires 2001; Capel *et al.* 2012), esponjas (Lerner *et al.* 2005) e ascídias (Rodrigues 1965). Quatro espécies zooxanteladas da ordem Scleractinia são registradas no litoral catarinense [*Madracis decactis* (Lyman, 1859), *Porites astreoides* Lamarck, 1816, *Favia gravigida* Verrill, 1868 e *Mussismilia hispida* (Verrill, 1901)] (Castro & Pires 2001; Leão *et al.* 2003; Capel *et al.* 2012; coleção do Museu Nacional do Rio de Janeiro - MNRJ). Entre os corais azooxantelados, das 27 espécies registradas para o estado, apenas duas foram reportadas até o momento em águas rasas (<50 m): *Astrangia rathbuni* Vaughan, 1906 e *Phyllangia americana* Milne-Edwards & Haime, 1849 (Kitahara *et al.* 2009; Bouzon 2011). A fauna dos escleractínios de águas rasas do sul do Brasil permanece pouco estudada e não existem inventários específicos para o grupo nessa região, de forma que trabalhos recentes, como livros texto de biologia

marinha, ainda apontam o litoral de São Paulo como limite sul de distribuição de espécies zooxanteladas recifais no Atlântico (Vilhaça 2009).

Além de subsidiar estudos de ecologia, o levantamento da biodiversidade de uma região, como de Scleractinia para a Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (REBIO Marinha do Arvoredo) e entorno da Ilha de Santa Catarina, é também fundamental tendo-se em vista que ambientes costeiros vêm sofrendo forte pressão resultante principalmente de atividades antrópicas (poluição, sobrepesca e alteração do hábitat) (Carpenter *et al.* 2008) e portanto devem ser monitorados no longo prazo. Tendo em vista a escassez de dados sobre a fauna de Scleractinia de águas rasas em toda a região sul do Brasil, o presente trabalho teve como objetivo (1) investigar a fauna de Scleractinia de água rasa (<50m) na REBIO Marinha do Arvoredo e entorno da Ilha de Santa Catarina, contribuindo para o conhecimento da fauna local, e (2) analisar caracteres morfométricos das espécies com ênfase na população do coral zooxantelado *Madracis decactis*.

Material e Métodos

Área de Estudo

O estado de Santa Catarina situa-se numa zona de transição entre o clima tropical e temperado, e representa o limite sul de costões rochosos no litoral brasileiro. A plataforma continental é composta principalmente por areias terrígenas, além de um corpo lamoso no talude (MMA/ IBAMA 2004). A região está sobre influência das correntes do Brasil, com águas quentes fluindo sentido norte-sul, e das Malvinas, que carrega águas frias no sentido sul-norte. Durante o verão predominam ventos do quadrante N/NE formando uma estratificação na coluna d'água, com eventos de ressurgência da Água Central do Atlântico Sul (ACAS). No inverno predominam ventos do quadrante S/SE, e observa-se uma homogeneização da coluna da coluna d'água com advecção de águas subantárticas (Evans *et al.* 1983; MMA/ IBAMA 2004). O clima é temperado chuvoso, com temperaturas variando entre 15° e 26°, e precipitação média anual de 1.500 mm. A temperatura da superfície do

mar apresenta uma ampla variação ao longo do ano, com máximas de 28°C no verão e mínimas de 14°C no inverno.

Para amostragem de corais escleractínios de águas rasas, sete pontos foram selecionados, sendo três dentro da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (REBIO Marinha do Arvoredo) e quatro em ilhas adjacentes à Ilha de Santa Catarina (Fig. 1). A Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (27°11'S - 27°16'S e 48°19'O - 48°24'O) é caracterizada por uma elevada heterogeneidade de hábitat e diversidade faunística, e representa o limite sul de ocorrência de corais recifais no Atlântico (Castro & Pires 2001; Capel *et al.* 2012). Distante aproximadamente 11 km da costa norte da Ilha de Santa Catarina, a reserva é composta pelas ilhas Arvoredo, Deserta, Galé e pelo rochedo do Calhau de São Pedro, abrangendo uma área total de 17.800ha (MMA/ IBAMA 2004). Foram amostradas a Ilha da Galé (27°10'S, 48°24'O), Arvoredo (27°16'S, 48°21'O) e Deserta (27°16'S, 48°19'O), todas três formadas por costões rochosos na sua porção litorânea (MMA/ IBAMA 2004). As quatro ilhas costeiras amostradas no entorno de Florianópolis foram a Ilha das Aranhas (27°29'S, 48°21'O), Ilha do Xavier (27°36'S, 48°23'O), Ilha do Campeche (27°42'S, 48°27'O) e Arquipélago das Ilhas Moleques do Sul (27°50'S, 48°25'O). O Arquipélago das Ilhas Moleques do Sul é formado por três ilhas, distantes cerca de 8 km da costa sul da Ilha de Santa Catarina. Está inserido na APA da Baleia Franca e no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (parte emersa). As demais ilhas localizam-se a aproximadamente 3,5 km (Ilha do Xavier) e 1,5 km (Ilha das Aranhas e Ilha do Campeche) da costa leste da Ilha de Santa Catarina, sendo a porção emersa da Ilha do Campeche tombada como patrimônio histórico pelo IPHAN (Instituto do Patrimônio Artístico e Histórico Nacional).

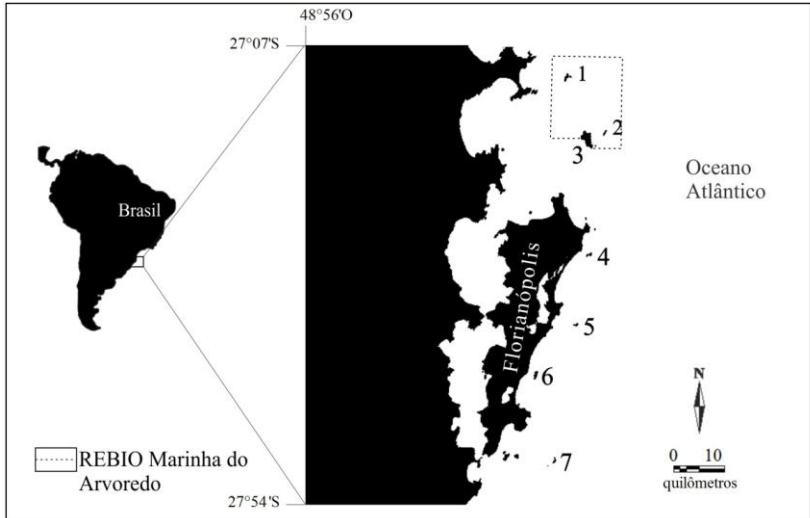


Figura 1. Mapa da área de estudo indicando a localização dos sete pontos amostrados. 1- Ilha da Galé; 2- Ilha Deserta; 3- Ilha do Arvoredo; 4- Ilha das Aranhas; 5- Ilha do Xavier; 6- Ilha do Campeche; 7- Arquipélago das Ilhas Moleques do Sul.

Coleta de dados

As amostragens das espécies de Scleractinia foram realizadas durante mergulhos autônomos (SCUBA) entre 2008 e 2011 (Tabela 1). Em cada amostragem era realizada uma busca pelas espécies de Scleractinia entre seis e quinze metros de profundidade, ao longo de uma área de aproximadamente 30 x 3 metros (90m²). Sempre que possível foi escolhido mais de 01 ponto por ilha amostrada. Os espécimes encontrados foram fotografados *in situ* e coletados para posterior identificação em laboratório. Além das coletas em campo foi realizado um levantamento bibliográfico de registros de Scleractinia para SC, consulta à coleção do Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro (MNRJ) e consulta ao banco de dados da coleção do Museu do Vale do Itajaí (MOVI). Seis colônias de vida livre de *M. decactis* foram coletadas na Ilha da Galé em março e dezembro de 2011 para análise morfométrica.

Tabela 1. Ilhas amostradas no litoral de Santa Catrina entre 2008 e 2011, pontos amostrados em cada ilha, profundidade amostrada, número de mergulhos realizados (N), datas das amostragens e nome do coletor.

Ilhas	Ponto(s) amostrado(s)	Prof. (m)	N	Datas	Coletor
Ilha da Galé	Toca da Salema	7-10	2	08/02/2011	K.C.C.Capel
	Toca da Salema	7-10	2	10/12/2010	K.C.C.Capel
	Toca da Salema	7-10	2	12/12/2011	K.C.C.Capel
	Naufrágio do Lili	5-15	1	08/02/2011	E. Faria Junior
Ilha Deserta	Oeste	2-4	1	09/12/2009	A.Lindner
Ilha do Arvoredo	Rancho Norte	4-7	1	09/12/2009	A.Lindner
	Pedra do Elefante	10-12	2	07/12/2010	J.Carraro
Ilha das Aranhas	Norte (Ilha da Casinha)	7-9	2	06/04/2011	K.C.C.Capel
Ilha do Xavier	Oeste	5-7	2	01/05/2010	B.Segal
	Oeste	5-7	2	11/11/2011	J. Carraro
Ilha do Campeche	Norte-Nordeste	10-15	2	14/04/2011	K.C.C.Capel
	Norte	10-13	2	20/04/2011	K.C.C.Capel
	Norte	6-8	2	28/04/2011	K.C.C.Capel
	Sul-Oeste	8-12	2	12/05/2011	J.Carraro
Ilha Moleques do Sul	Oeste	5-10	2	16/12/2011	K.C.C.Capel
	Costão Sul	6-15	2	06/01/2008	J.Bouzon
Total de mergulhos			29		

Identificação e Morfometria

Em laboratório, os exemplares coletados foram fixados em etanol 95%, formalina salina (4%), ou imersos em uma solução de hipoclorito de sódio (30%) para retirada do tecido vivo, lavados, numerados e secos. A identificação das espécies foi baseada na análise de características morfológicas do esqueleto, realizada com auxílio de lupa

(estereomicroscópio Zeiss - Stemi 2000-C), e consulta a bibliografia específica (Cairns 1979, 1982, 2000; Wells 1956, 1972; Vaughan 1906, dentre outros). Os caracteres morfológicos utilizados para a identificação foram o número de ciclos septais, número de septos por ciclo, análises dos elementos columelares e medições dos diâmetros maior (MDC) e menor do coralito. A partir dos dados de presença e ausência das espécies nas Ilhas foi calculada a constância de ocorrência, baseado nas porcentagens sugeridas por Dajoz (1973) (50-100% = Constante; 25-50% = Acessórias; 0-25% = Ocasionalis).

Entre os corais azooxantelados foram medidos os caracteres MDC e o número total de septos (NTS) em todos os espécimes coletados. Para descrição morfométrica da espécie *Madracis decactis* foram mensurados cinco caracteres morfológicos (Tabela 2), baseados em estudos prévios com espécies do gênero (Amaral *et al.* 2000; Locke 2007, 2009). Foster (1985) indica que são necessários no mínimo cinco coralitos para caracterizar uma espécie, tendo sido mensurado no presente estudo um total de 20 coralitos por colônia. O número de mensurações por caráter variou de 01 a 60 dependendo da quantidade de estruturas quantificáveis em cada colônia. Foi calculado o coeficiente de variação ($CV = \text{variância} / \text{média}$), para quatro caracteres mensurados nas colônias de *M. decactis*, com exceção do número de centros columelares por cm^2 , a fim de avaliar a variabilidade dos diferentes caracteres entre as colônias analisadas. Todos os exemplares foram fotografados em estereomicroscópio (Zeiss - Stemi 2000-C) com uma câmera *AxioCam ERc 5s* e as medidas foram tomadas no programa *AxionVision Rel. 4.8*. O material foi depositado na coleção de Cnidaria da Universidade Federal de Santa Catarina. Ao menos um exemplar de cada espécie foi utilizado para a realização de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), com o apoio do Laboratório de Microscopia Eletrônica da Universidade Federal de Santa Catarina.

Tabela 2. Listas dos caracteres mensurados em *Madracis decactis*. * = medidas também realizadas nas espécies azooxanteladas.

Caractere	Abreviação	Descrição
Máximo diâmetro calicular*	MDC	Medida linear do maior comprimento entre as margens do coralito
Nº total de septos*	NTS	Contagem do número total de septos por coralito
Distância columelar	DC	Medida linear da distância entre dois centros columelares adjacentes
Comprimento dos septos no S1	CS1	Medida linear do comprimento dos septos do primeiro ciclo
Nº de elementos columelares / cm ²	NC	Contagem do número de centros columelares em uma área de 1 (um) cm ²

Resultados

Foram encontradas cinco espécies nas ilhas amostradas (Figura 2), e mensurados um total de 253 coralitos. De acordo com o índice de ocorrência de Dajoz (1973), as espécies *Astrangia rathbuni* e *Phyllangia americana* são consideradas de ocorrência constante na região, tendo sido observadas em todas as ilhas amostradas. As espécies *Madracis decactis*, *Paracyathus pulchellus* e *Tubastraea coccinea* são consideradas ocasionais, e foram encontradas na Ilha da Galé, Ilha das Aranhas e Ilha do Arvoredo, respectivamente (Figura 2). Castro & Pires (2001) registram a ocorrência de *M. decactis* na Ilha do Arvoredo, no entanto a espécie não foi encontrada nesta ilha no presente estudo. A espécie *P. pulchellus* representa um registro inédito para águas rasas no Brasil, tendo sido previamente coletada no país somente em profundidades superiores a 183 metros (Kitahara 2007). Outro registro inédito para costões rochosos em Santa Catarina é o do coral invasor *T. coccinea*, encontrado em janeiro de 2012 em um ponto na Baía do Engenho, Ilha do Arvoredo, e em fevereiro de 2012 em pontos próximos

na mesma região (C. Pascelli, P. Bertuol e E. Faria Junior, comm. Pessoal; e K.C.C. Capel, observação pessoal). Além das cinco espécies citadas, outros três corais escleractíneos eram previamente registradas para o Estado - *Porites astreoides* (MNRJ 2588, coletado na Ilha da Galé em 27/fev/1989; Castro & Pires 2001), *Mussismilia hispida* (por Leão *et al.* 2003) e *Favia gravida* (MNRJ 2591, coletado na Ilha da Galé em 27/fev/1989) - mas não foram encontradas no presente estudo.

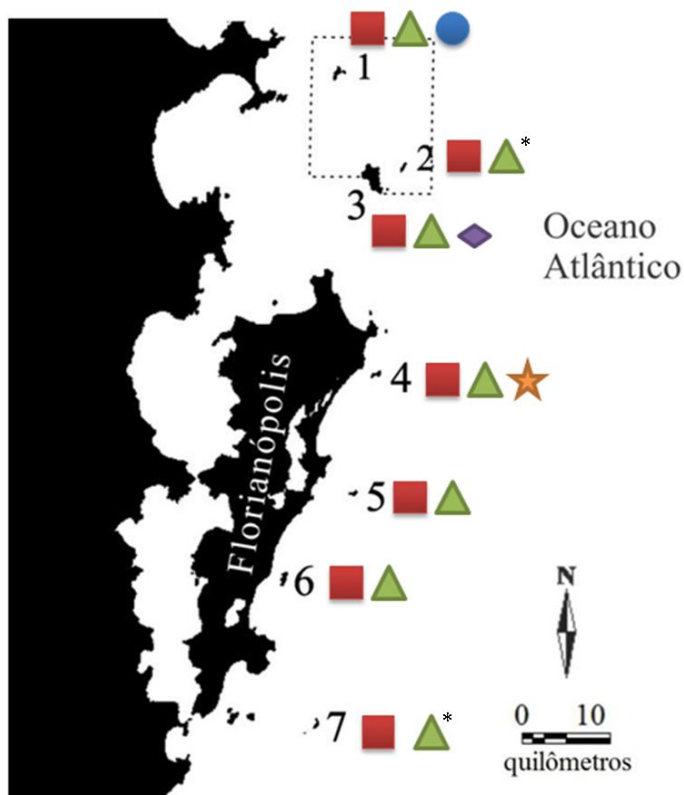


Figura 2. Ocorrência das espécies de corais da Ordem Scleractinia nas ilhas amostradas no litoral de Santa Catarina. ■ = *Astrangia rathbuni*; ▲ = *Phyllangia americana*; ● = *Madracis decactis*; ◆ = *Tubastraea coccinea*; ★ = *Paracyathus pulchellus*. * = dados não publicados obtidos por Bouzon (2011).

Família Pocilloporidae Gray, 1842

Gênero *Madracis* Milne Edwards & Haime, 1849

Diagnose (segundo Cairns, 2000:35): colônias formadas por brotamento extratentacular, resultando em corais maciços ou nodulares, cenósteo costado ou espinhoso; septos em grupos de 6, 8 ou 10, mas raramente em mais de 2 ciclos; lobos paliformes frequentemente podem estar presentes depois do primeiro ciclo septal, columela estiliforme.

Espécie-tipo: *Madracis asperula* Milne Edwards & Haime, 1850, Recente, Madeira (de acordo com Wells 1973: tipos não numerados no *British Museum of Natural History*).

Número de espécies válidas: dezesseis (Cairns & Hoeksema 2012a; Locke 2009).

Número de espécies no Brasil: cinco (*M. asperula*, *M. decactis*, *M. bruggemanni*, *M. pharensis* e *M. fragilis*) (Neves & Jonhsson 2009).

***Madracis decactis* (Lyman, 1859)**

Figura 4

Nome vernacular (em inglês): ten-ray-star coral

Localidade-tipo: localidade exata desconhecida; de acordo com a descrição original de Lyman (1859) é possível que esta espécie tenha sido coletada nas ‘Índias Ocidentais’ (profundidade desconhecida).

Material-tipo: Holótipo desconhecido.

Material examinado: CC UFSC 266, Ilha da Galé (Toca da Salema), 7-11 m, SC, coletado por K.C.C. Capel (mergulho autônomo) em 10/dez/2010; CC UFSC 267, Ilha da Galé (Toca da Salema), 7-11 m, SC, coletado por K.C.C. Capel (mergulho autônomo) em 10/dez/2010; CC UFSC 268, Ilha da Galé (Toca da Salema), 7-11 m, SC, coletado por K.C.C. Capel (mergulho autônomo) em 12/dez/2011; CC UFSC 269, Ilha da Galé (Toca da Salema), 7-11 m, SC, coletado por K.C.C. Capel (mergulho autônomo) em 12/dez/2011; CC UFSC 270, Ilha da Galé (Toca da Salema), 7-11 m, SC, coletado por K.C.C. Capel (mergulho

autônomo) em 12/dez/2011; CC UFSC 271, Ilha da Galé (Toca da Salema), 7-11 m, SC, coletado por K.C.C. Capel (mergulho autônomo) em 12/dez/2011; MNRJ 02597, Ilha do Arvoredo, 8 m, SC, coletado por M. Kammers em 10/Nov/1987; MNRJ 2054, Ilha do Arvoredo, 8 m, SC, coletado por A. Dutra em Nov/1984.

Descrição (baseada em Neves & Jonhsson 2009): colônias nodulares, laminares ou incrustantes. Coralitos pouco espaçados, plocóides ou ceriódides, com formato cilíndrico ou poligonal (hexagonais ou pentâmeros). Cenósteo frequentemente contém finos espinhos que podem formar cristas entre os coralitos. Diâmetro dos coralitos entre 01 e 1,5 mm. Possui um ciclo septal com 10 septos, sendo também encontrados coralitos com 09 ou 11 septos. Um segundo ciclo, quando ocorre, é rudimentar. Todos os septos fusionam-se formando uma columela estiliforme.

Observações sobre os espécimes examinados (06 colônias e 117 coralitos): única espécie zooxantelada da Ordem Scleractinia registrada neste estudo, na Ilha da Galé, entre 06 e 15 metros de profundidade (Capel *et al.* 2012). A espécie foi previamente registrada na Ilha do Arvoredo (Castro & Pires 2001). Apesar de a espécie não ter sido encontrada *in situ* na Ilha do Arvoredo neste estudo, relatos sugerem que a espécie foi encontrada pela primeira vez em Santa Catarina nesta ilha em 1982, cerca de cem metros a nordeste da localidade conhecida como Portinho Norte (Alcides Dutra, com. pessoal). A população na Ilha da Galé é composta principalmente por colônias livres roladas no substrato (Capel *et al.* 2012), com um formato esférico, subsférico ou discoidal, além das colônias no costão com crescimento incrustante e nodular. As colônias apresentam um corallum ceriódide com coralitos pouco espaçados, separados por paredes finas sem cenósteo. Foi encontrada uma densidade de coralitos entre 37 e 50 com média de 43,9 coralitos cm^{-2} (DP=4,6; N=12). A distância entre centros columelares adjacentes foi em média de 1,7 mm (DP=0,2; N=120), oscilando em um intervalo de 2,4 e 1,2 mm. Em média, a população teve um MDC de 1,8 (DP=0,2; N=120), variando entre 2,4 e 1,2 mm, com coralitos com formato

hexagonal, pentâmero ou esférico. Em alguns coralitos a columela é pouco desenvolvida, e formada apenas pela intersecção dos septos. Foram também observados septos fusionados entre si antes de atingir o centro columelar. O NTS e o CS1 variaram entre 07 e 16, com média de 9,9 (DP=1,2; N=120) e 0,8 e 0,3 com média de 0,5 mm (DP=0,1; N=360), respectivamente. Foram observados coralitos com até 20 septos, indicando a ocorrência de brotamento intratentacular. Em alguns coralitos é possível observar um segundo ciclo septal rudimentar, embora tenha sido raro. Os valores de média, desvio e erro padrão de cada colônia pode ser observado no Anexo I. O CV dos caracteres avaliados variou entre 0,017 (DP=0,002) e 0,193 (DP=0,093) em uma mesma colônia, e entre 0,009 (DP=0,002) e 0,193 (DP=0,093) considerando as seis colônias avaliadas (Tabela 3). O comprimento dos septos foi o caráter menos variável e o número total de septos o caráter mais variável (Fig. 3).

Tabela 3. Coeficiente de variação (CV) para quatro caracteres mensurados em *Madracis decactis*. Média e erro padrão obtidos a partir de quatro valores de CV calculados a cada cinco coralitos por colônia. MDC = máximo diâmetro calicular; NTS = número total de septos; DC = distância columelar; CS1 = Comprimento dos septos no S1.

Colônia	MDC	NTS	DC	CS1
C1	0,013 ± 0,002	0,171 ± 0,141	0,037 ± 0,007	0,011 ± 0,001
C2	0,053 ± 0,010	0,166 ± 0,045	0,052 ± 0,015	0,019 ± 0,006
C3	0,018 ± 0,004	0,055 ± 0,036	0,022 ± 0,006	0,009 ± 0,002
C4	0,040 ± 0,010	0,193 ± 0,093	0,029 ± 0,009	0,017 ± 0,002
C5	0,021 ± 0,008	0,081 ± 0,032	0,030 ± 0,007	0,019 ± 0,003
C6	0,040 ± 0,006	0,110 ± 0,042	0,042 ± 0,007	0,014 ± 0,002

Distribuição: Caribe, Golfo do México, Flórida, Bahamas, Bermuda, África Ocidental e Brasil. No Brasil é registrada no Arquipélago de Fernando de Noronha (Amaral *et al.* 2009), Atol das Rocas (Echeverria *et al.* 1997), Arquipélago de Trindade e Martim Vaz e entre o Parcel do Manuel Luiz (MA) à Ilha da Galé (SC), com exceção

dos estados de Piauí, Ceará, Paraíba, Sergipe e Rio grande do Sul (Castro & Pires 2001; Leão *et al.* 2003; Amaral *et al.* 2007; Capel *et al.* 2012). Em Santa Catarina é registrada para a Ilha da Galé (Capel *et al.* 2012) e Ilha do Arvoredo (Castro & Pires 2001), ambas inseridas na REBIO Marinha do Arvoredo.

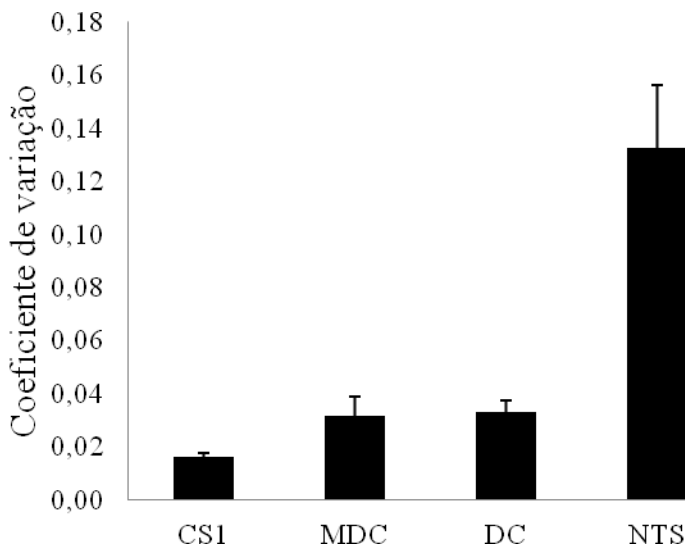


Figura 3. Coeficiente de variação (CV) de quatro caracteres mensurados em *Madracis decactis* organizados do menor ao maior valor de CV. Média e erro padrão dos coeficientes das seis colônias medidas.

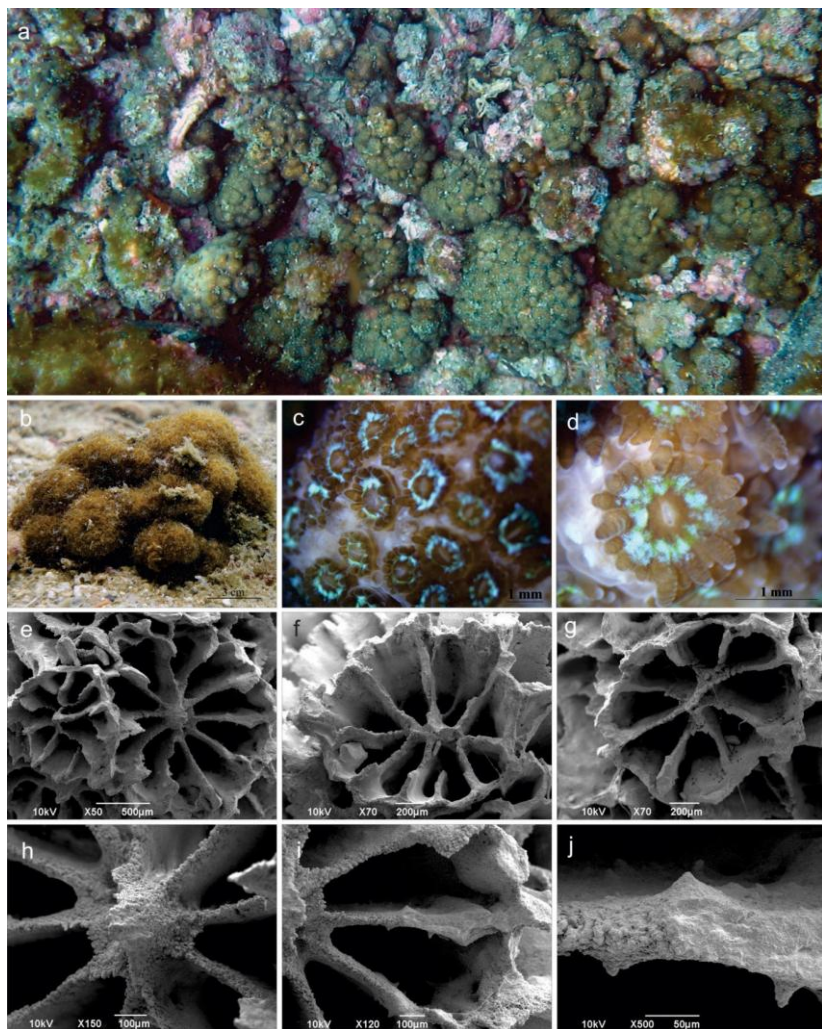


Figura 4. *Madracis decactis* a,b – imagem *in situ* na Ilha da Galé (7-11 m); c – imagem de uma colônia em laboratório; d – detalhe de um pólipó; Microscopia eletrônica de varredura (MEV) mostrando e, f, g – coralitos com 10 e 8 septos; h – detalhe da columela; i – detalhe dos septos e j – detalhe da parede do coralito. Fotos a e b cedidas por Paulo Bertuol e Edson Faria Junior, respectivamente.

Família Rhizangiidae d'Orbigny, 1851

Gênero *Astrangia* Milne Edwards & Haime, 1848

Diagnose (segundo Cairns 2000:46): colônias formadas por brotamento extratentacular, resultando em um coralo incrustante que é unido por uma fina camada do cenósteeo (cerióide) ou por estolões (reptóide); margens septais axiais e distais dentadas; lobos paliformes podem estar presentes em todos menos no último ciclo septal; columela papilosa.

Espécie-tipo: *Astrangia michelinii* Milne Edwards & Haime, 1848 [= *A. poculata* (Ellis & Solander, 1786)].

Número de espécies válidas: quinze (Cairns & Hoeksema 2012b).

Número de espécies no Brasil: duas (*A. rathbuni*; *A. solitaria*) (Kitahara 2007).

Astrangia rathbuni Vaughan, 1906

Figura 5

Nome vernacular: coral-estrela (Kitahara 2006).

Localidade-tipo: Paquetá, estado do Rio de Janeiro, Brasil (profundidade desconhecida).

Material-tipo: Holótipo e sete parátipos estão depositados no *National Museum of Natural History, Washington, D.C.* (Cairns 2000).

Material estudado: CC UFSC 278-282, Ilha da Galé (Toca da Salema), 7-11 m, SC, coletado por E. Faria Junior em 08/fev/2011; CC UFSC283, Ilha do Arvoredo (Rancho norte), 10-12 m, SC, coletado por A. Lindner em 07/dez/2010; CC UFSC 289-293, Ilha deserta (porção oeste), 2-4 m, SC, coletado por A. Lindner em 09/dez/2009; CC UFSC 296, Ilha do Xavier, 6 m, SC, coletado por J. Carraro em 11/nov/2011; CC UFSC 297- 299, 302-310, Ilha das Aranhas, 7-9 m, SC, coletado por K.C.C. Capel em 06/abr/2011; CC UFSC 316-328, 27°41'26''S – 48°27'39''O, 10-15 m, SC, coletado por K.C.C.Capel em 14/fev/2011; CC UFSC 333-341, 27°41'26''S – 48°27'52''O, 10-13 m, SC, coletado por K.C.C.Capel em 20/abr/2011; CC UFSC 343-345, 27°41'26''S –

48°27'52''O, 6-8 m, SC, coletado por K.C.C.Capel em 28/abr/2011; CC UFSC 349-350, Ilha do Campeche (sul-oeste), 12 m, SC, coletado por J. Carraro em 12/mai/2011.

Descrição (baseada em Cairns 2000 e Kitahara 2006): colônias pequenas, relativamente esféricas com mais de 50 mm em diâmetro, normalmente incrustada sobre bivalves mortos ou conchas de gastrópodes. Coralitos cilíndricos, pouco espaçados e brotando a partir do cenósteo comum. Teca de coralitos adjacentes normalmente fusionadas. Coralitos com mais de 09 mm em altura e 6.5 de MDC. Os septos são arranjados hexameralmente em quatro ciclos ($S1 > S2 > S3 > S4$), mas somente coralitos maiores tem o quarto ciclo completo. S1 é o único ciclo independente e com margem interna praticamente imperceptível com os elementos columelares. É pouco projetante perante a margem calicular (0,3 mm), possuindo 5-7 dentes paliformes. S2 é um pouco menos extenso que S1 e possui 8-9 tênues dentes paliformes. S3 possui o mesmo número de dentes paliformes e é ligeiramente mais estreito que S2. S4 menos extenso que S3, com 6-8 lobos paliformes. Todos os lobos paliformes obliquamente orientados, e imperceptíveis com os elementos da columela. O quarto ciclo septal apresenta Plano de Pourtalès sobre o terceiro ciclo, aproximadamente a meia distância da columela. Fossa relativamente profunda abrigando uma columela composta por 10-15 elementos.

Observações dos espécimes examinados (49 colônias; 101 coralitos): *Astrangia rathbuni* foi a espécie mais abundante registrada neste estudo, coletada em todas as ilhas amostradas em profundidades de 5 a 15 metros. A espécie ocorre frequentemente em paredões e locais sombreados, embora algumas vezes seja encontrada em rochas expostas. Os exemplares coletados estavam comumente associados a bivalves, característica típica da espécie, que utiliza as conchas como substrato. Os coralitos são esféricos, pouco espaçados, com um MDC variando entre 5,8 e 2,5, média de 4,0 (DP=0,6; N=101) (Tabela 4). Frequentemente são observadas leves estrias intercostais. Todos os exemplares apresentavam quatro ciclos septais, embora este estivesse

completo em somente um coralito. O NTS variou entre 48 e 28 com média de 36,6 septos por coralito (DP=4,1; N=101), sendo que esses podem ou não ser muito granulados. O terceiro ciclo septal frequentemente se funde com o segundo ciclo, e o quarto ciclo apresenta Plano de Pourtalès sobre o terceiro ciclo. As colônias *in situ* apresentaram colorações amareladas, alaranjadas e róseas.

Distribuição: Caribe (Cairns 2000); Atlântico sul ocidental, do sul da Bahia, Brasil (Pires 2007) a Terra do Fogo, Argentina (Cairns 1982); comum até 90 m.

Tabela 4. Estatística descritiva dos dados morfométricos (em mm) obtidos para *Astrangia rathbuni*. N= número total de coralitos medidos; MDC= máximo diâmetro calicular; NTS= número total de septos; DP= desvio padrão e EP= erro padrão; *= valor único.

	N	MDC			NTS		
		Média	DP	EP	Média	DP	EP
Ilha das Aranhas	16	3,98	0,87	0,22	37,80	5,67	1,43
Ilha do Campeche	59	4,08	0,52	0,07	37,02	3,66	0,48
Ilha do Xavier	1	3,68*	-	-	38,00	-	-
Ilha do Arvoredo	3	4,14	0,60	0,34	30,67	4,62	2,67
Ilha Deserta	9	3,74	0,53	0,18	35,11	3,18	1,07
Ilha da Galé	12	3,99	0,73	0,21	35,25	3,28	0,95

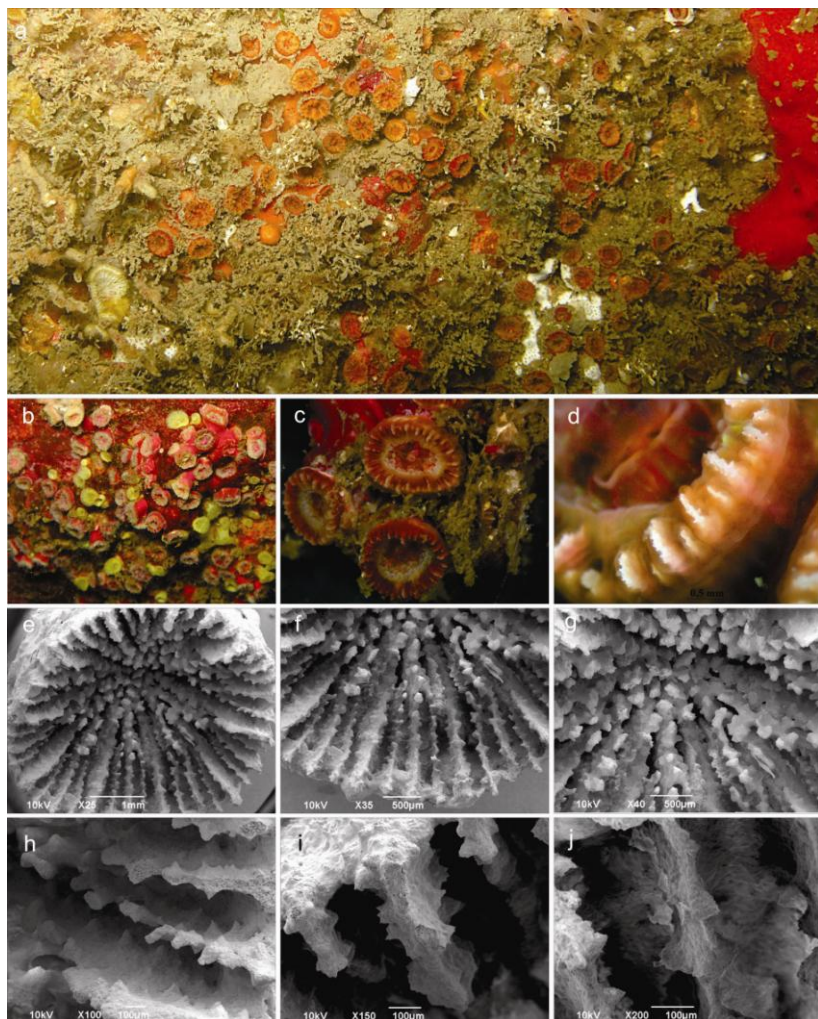


Figura 5. *Astrangia rathbuni* a,b – imagem *in situ* na Ilha das Aranhas (7-9 m); c – imagem de uma colônia em laboratório; d - detalhe de um pólip; Microscopia eletrônica de varredura (MEV) mostrando e - um coralito; f - detalhe do coralito; g – detalhe da columela; h,i – detalhe dos ciclos septais e j – detalhe da parede do septo. Fotos a e b cedidas por João Carraro.

Família Caryophylliidae

Gênero *Phyllangia* Milne Edwards & Haime, 1848

Diagnose (segundo Cairns 2000:114): colônias formadas por brotamento extratentacular a partir de um cenósteo comum; septoteca costada e granular, margens centrais dos septos finamente serradas ou lisas; lobos paliformes presentes perante o penúltimo ciclo septal, podendo ser pouco desenvolvido; columela trabecular; endoteca presente.

Espécie-tipo: *Phyllangia americana* Milne Edwards & Haime, 1848.

Número de espécies válidas: oito (Cairns & Hoeksema 2010).

Número de espécies no Brasil: uma (*Phyllangia americana*) (Kitahara 2007).

Phyllangia americana Milne-Edwards & Haime, 1849

Figura 6

Nome vernacular: coral-de-água-turva (Kitahara 2006).

Localidade-tipo: Martinica, profundidade desconhecida.

Material-tipo: Segundo Cairns (2000), o holótipo está depositado no *Museum National d'Histoire Naturelle*, Paris.

Material estudado: CC UFSC 272-277, Ilha da Galé (Toca da Salema), 7-11 m, SC, coletado por K.C.C. Capel em 08/fev/2011; CC UFSC 284-288, Ilha do Arvoredo (Pedra do Elefante), 10-12 m, SC, coletado por J. Carraro em 07/dez/2010; CC UFSC 294-295, Ilha do Xavier, 6 m, SC, coletado por B. Segal em 01/mai/2010; CC UFSC 300-301, Ilha das Aranhas, 7-9 m, SC, coletado por K.C.C. Capel em 06/abr/2011; CC UFSC 347-348, Ilha do Campeche (sul-oeste), 12 m, SC, coletado por J. Carraro em 12/mai/2011.

Descrição (baseada em Cairns 2000 e Kitahara 2006): coral colonial, com crescimento extratentacular a partir do cenósteo incrustante, podendo ocorrer brotamento a partir da porção inferior da

teca de um coralito ou brotamento intratentacular. Coralitos cilíndricos a trocóides e próximos uns dos outros, podendo a teca de coralitos adjacentes ser fundida. Maior coralito registrado com um diâmetro de 15,9 mm (Cairns 2000). Teca costada e granular, entretanto é comum observar incrustações de algas, briozoários e esponjas. Apesar das incrustações eles raramente são imersos na epifauna. Coloração marrom-clara do cálice e teca superior (2-3 mm da margem calicular), enquanto a teca inferior e cenósteo são brancos.

Septos hexameralmente arranjados em cinco ciclos (S1>S2>S3>S4>S5), sendo o quinto ciclo completo somente em coralitos com brotamento intratentacular ou desenvolvidos anormalmente. O MDC está intimamente relacionado com o número de septos. S1 projetante (2,5 mm), com margem superior finamente dentada e interna lisa, reta e às vezes ligeiramente côncava na porção inferior da fossa, mas funde-se com a columela. S2 menos projetante acima da borda do cálice (1,5 mm), com 4/5 do tamanho do S1 ou igual ao primeiro ciclo. S3 projetante 0,8 mm e possui 2/3 do tamanho de S2. S4 adjacentes aos S2, igualmente projetantes aos S3 mas com metade do tamanho do mesmo, enquanto os S4 adjacentes aos S1 possuem o dobro da projeção e cada par forma uma lanceta com S1 flanqueado. Pequenos lobos paliformes ocorrem em frente aos S3, em coralitos bem desenvolvidos. Quando um par de S5 se forma em um meio-sistema, ele será adjacente a um S1 (não o S2). Fossa moderadamente profunda, contendo uma coroa única de lobos paliformes e uma columela trabecular formada de elementos pouco distintivos.

Observações dos espécimes examinados (17 colônias; 31 coralitos): a espécie ocorreu em todas as ilhas amostradas, mas se mostrou menos abundante do que *Astrangia rathbuni*. Embora durante o levantamento não tenha sido coletado nenhum exemplar na Ilha Deserta, um estudo anterior registra sua ocorrência na ilha, bem como nas Ilhas Moleques do Sul (Bouzon 2011). Coralitos esféricos e sub-esféricos, com um MDC entre 4,7 e 11,4 com uma média de 7,42 (DP=1,4; N=31). Margem superior dos septos serrada, e margem interna lisa ou levemente granulada. Frequentemente são observadas granulações nas

costas, quando não há presença de organismos incrustantes. O NTS oscilou entre 20 e 52 com média de 42,29 (DP=6,8; N=31) (Tabela 5). As colônias encontradas variaram entre as tonalidades de vermelho, rosa e laranja.

Distribuição: desde a Carolina do Norte até o estado de Santa Catarina, Brasil (Laborel 1971; Bouzon 2011), incluindo o Caribe, Bahamas, Golfo do México, Bermuda e Colômbia, em profundidades de 0 a 73 m (Cairns 2000; Reyes *et al.* 2009).

Tabela 5. Estatística descritiva dos dados morfométricos (em mm) obtidos para *Phyllangia americana*. N= número total de coralitos medidos; MDC= máximo diâmetro calicular; NTS= número total de septos; DP=desvio padrão e EP=erro padrão.

	N	MDC			NTS		
		Média	DP	EP	Média	DP	EP
Ilha das Aranhas	4	7,17	1,00	0,50	38,50	5,20	2,60
Ilha do Campeche	3	8,53	1,04	0,60	46,67	1,15	0,67
Ilha do Xavier	3	8,80	2,29	-	46,67	6,11	
Ilha do Arvoredo	9	7,38	1,48	0,49	43,11	5,93	1,98
Ilha Deserta	0	-	-	-	-	-	-
Ilha da Galé	12	6,91	1,15	0,33	40,75	8,15	2,35

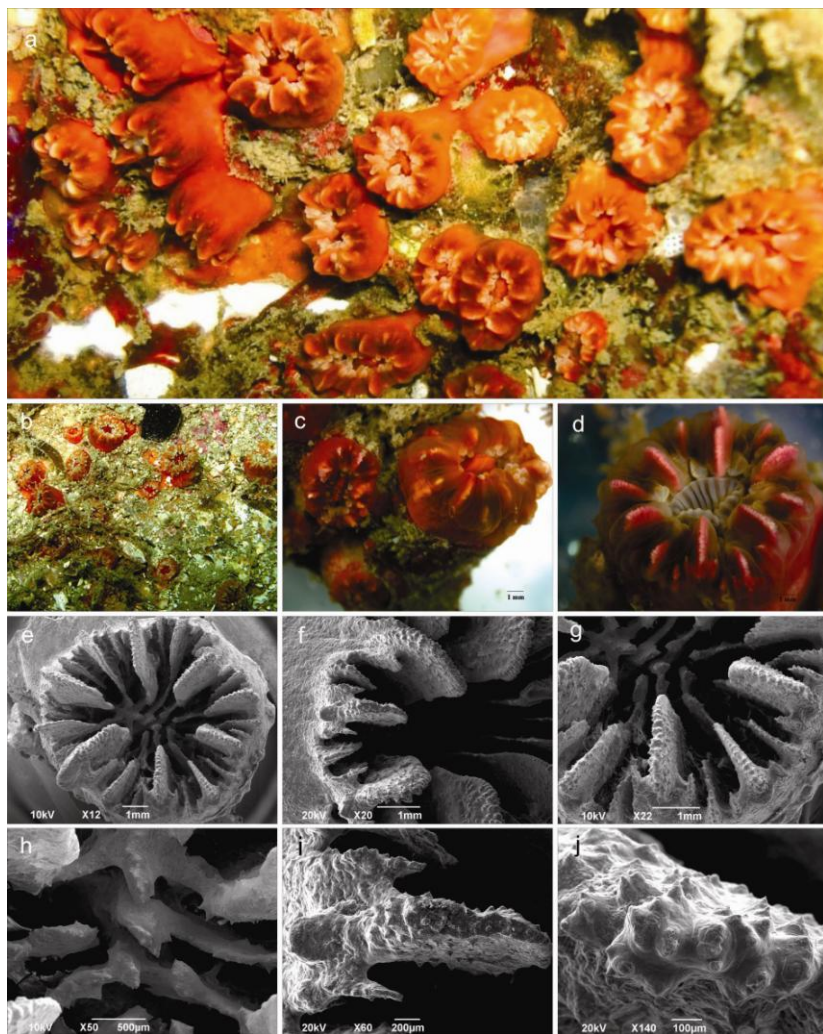


Figura 6. *Phyllangia americana* a,b – imagem *in situ* na Ilha das Aranhas (12m); c,d – detalhe de colônias em laboratório; Microscopia eletrônica de varredura (MEV) mostrando e - um coralito; f,g - detalhe do coralito; h – detalhe da columela; i – detalhe dos ciclos septais e j – detalhe da parede do septo. Fotos a e b cedidas por João Carraro.

Gênero *Paracyathus* Milne Edwards & Haime, 1848

Diagnose (baseada em Kitahara 2006): coral solitário; turbinado; fixo ou livre; septoteca costada; lobos paliformes bi ou tri-lobados depois de todos menos do último ciclo septal; columela papilosa, usualmente indistinguível dos lobos paliformes internos.

Espécie-tipo: *Paracyathus procumbens* Milne Edwards & Haime, 1848

Número de espécies válidas: 24 espécies (Cairns & Hoeksema 2012c).

Número de espécies no Brasil: uma (*Paracyathus pulchellus*) (Kitahara 2007).

Paracyathus pulchellus (Philippi, 1842)

Figura 7

Nome vernacular: coral-colméia (Kitahara 2006).

Localidade-tipo: ao largo de Nápoles e Trapani, Mediterrâneo.

Material-tipo: os espécimes tipo de *Cyanthina pulchella* Philippi 1842 estão depositados no *Berlin Museum*, Alemanha. O holótipo de *Paracyathus defilippi* (sinônimo júnior), um pequeno espécime com 44 septos e apenas 4,0 x 4,4 mm de diâmetro calicular, está no *Museo ed Istituto di Zoologia Sistemática*, Torino, Itália (Coel. 229). Oito síntipos de *Paracyathus confertus* (sinônimo júnior), divididos em três lotes, estão no *Museum of Comparative Zoology*, Harvard, EUA (5481). Outro síntipo está no *Yale Peabody Museum*, New Haven, EUA (4769) (Cairns, 1979).

Material estudado: CC UFSC 311-314, Ilha das Aranhas, 7-9 m, SC, coletado por K.C.C. Capel em 06/abr/2011.

Descrição (baseada em Cairns 2000 e Kitahara 2006): formato do coral variável, espécimes jovens são pequenos e cilíndricos podendo ser cônicos. Espécimes maiores são normalmente trocoides, estreitando-se até o pedicelo e re-expandindo-se a uma base incrustante policíclica. Maior coral examinado (MOVI 20918) possui um diâmetro calicular

de 16,8 x 12,8 mm, 21,05 mm de altura e possui 75 septos. Costa pode ser variada, próxima a margem calicular é usualmente bem visível, com saliências superficiais convexas separadas por estrias e sulcos intercostais pouco profundos, em outros casos a costa é bem marcada (cristas), estendendo-se a base, sendo separadas por profundos sulcos (amplos). Quando presentes, os grânulos costais são pequenos e arredondados. Os espécimes analisados por Cairns (1979) possuem incrustações de outros organismos como briozoários, algas e foraminíferos em aproximadamente 2/3 do coralo, o que dá um aspecto esbranquiçado. Ocasionalmente, faixas da epiteca são depositadas nesta área, dando uma aparência de branco leitoso. Nas partes distais do coralo e septos, são normalmente observadas colorações de marrom a marrom-avermelhado.

Septos arrançados em seis sistemas e cinco ciclos (S1>S2>S3>S4>S5), mas pouca diferença de tamanho entre os últimos três ciclos. O S5 começa a aparecer com um diâmetro calicular de 8 mm, porém um ciclo de S5 completo (96 septos) nunca foi observado (Cairns 1979, 2000). S1 e S2 possuem o mesmo tamanho e são moderadamente projetantes. Ciclos septais mais numerosos (S3, S4 e S5) são progressivamente menores e menos projetantes. Margens de todos os septos são contínuas e pouco sinuosas, os septos e as faces dos lobos paliformes possuem grânulos arredondados ou agudos que às vezes se fusionam nas margens axiais formando assim carinas horizontais ou oblíquas, dando ao septo uma aparência espessa. Os lobos paliformes são os caracteres mais variáveis nesta espécie, e ocorrem em todos, exceto no último ciclo septal, sendo altos e usualmente mais granulosos do que os septos. P1 e P2 são do mesmo tamanho, mais profundos na fossa e mais próximos à columela. P3 usualmente duas vezes mais largos, terminando mais altos perante a fossa. P4 tem o mesmo tamanho do P3, sendo mais recuado na columela e terminando em um plano mais elevado na fossa do que o P3. Nos espaços entre a margem interna do P4 e a columela, às vezes existem 2-4 lobos paliformes adicionais (condição multilobada) com uma progressiva diminuição ao aproximar-se da columela. Fossa extremamente variável em profundidade, sendo normalmente profunda.

Columela papilosa, grande e usualmente elíptica, normalmente composta de aproximadamente 60 hastes delgadas sendo estas próximas e uniformes (Kitahara 2006).

Observações dos espécimes examinados (02 coralitos): dois espécimes coletados foram identificados como *Paracyatus pulchellus*. Os exemplares possuíam cálices cilíndricos e septos densamente granulados (grânulos arredondados e agudos). Costas marcadas por sulcos profundos e com pequenos grânulos arredondados. S3 e S4 igualmente projetantes no interior do coralito. Lobos paliformes orientados horizontalmente, com uma columela funda e papilosa. O NTS acompanhou o tamanho do coralito nos exemplares analisados, sendo de 48 para coralito com MDC de 5,59 mm e 38 para o coralito com MDC de 4,44 mm.

Distribuição: comum no Caribe e Golfo do México, distribuindo-se da Carolina do Norte ao Amapá; no Brasil ocorre entre as latitudes de 00°18N a 33°37S (Pires 2007), em profundidades de 183-310 m no Rio Grande do Sul (Pires 2007; Kitahara 2007). Pode ser encontrada em profundidades de 17 a 1260 m (Hoeksema 2010), no entanto este é o primeiro registro para águas rasa (<50m) no Brasil.; também é encontrada no Mediterrâneo, Atlântico Norte, Açores e Golfo da Guiné (Hoeksema 2010).

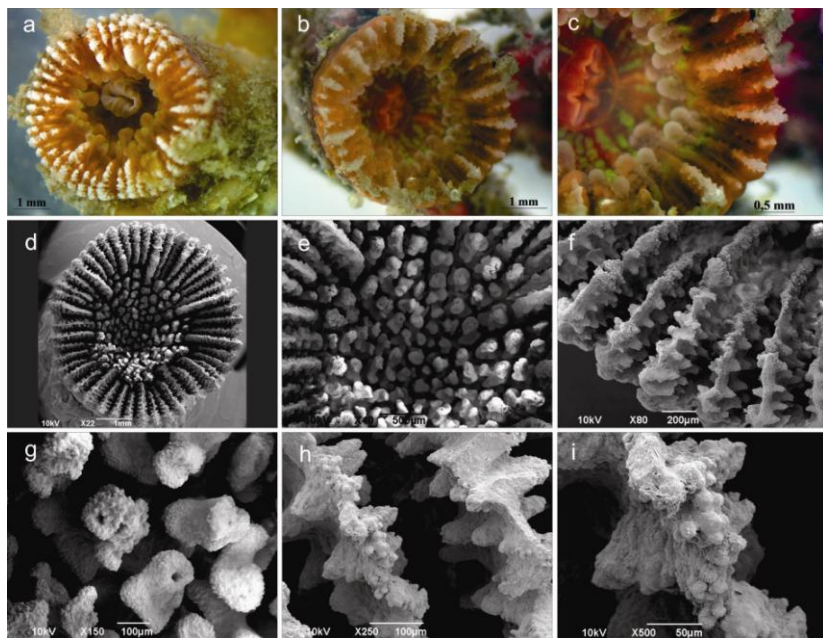


Figura 7. *Paracyathus pulchellus* a,b – coletado na Ilha das Aranhas (7-9 m); c – detalhe de um pólip; Microscopia eletrônica de varredura (MEV) mostrando d - um coralito; e - detalhe da columela; f - detalhe do coralito; g – detalhe dos elementos columelares; h – detalhe dos septos; i – detalhe da parede do septo.

Subordem Dendrophylliina Vaughan and Wells, 1943

Família Dendrophylliidae Gray, 1847

Gênero *Tubastraea* Lesson, 1829

Diagnose (baseada em Cairns 2000): Colônias dendróides, espessas, ou plocóides, todas formadas por brotamento extratentacular. Costas mal definidas; sem epiteca. Septos dispostos de forma normal (não em um plano de Pourtalès). Pali ausente; columela geralmente pequena e esponjosa.

Espécie-tipo: *Tubastraea coccinea* Lesson, 1829.

Número de espécies válidas: sete (Cairns 2012a).

Número de espécies no Brasil: duas (*T. coccinea*, *T. tagusensis*) (Castro & Pires 2001; de Paula & Creed 2004, 2005).

***Tubastraea coccinea* Lesson, 1829**

Figura 8

Nome vernacular: coral-sol

Localidade-tipo: Bora Bora, Society Islands; profundidade desconhecida.

Material-tipo: o holótipo está depositado no *Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris (Cairns 2000).

Descrição (baseada em Cairns 2000 e Kitahara 2006): colônias cerióides, plocóides ou facelóides (forma provavelmente resultado do ambiente). Coralum branco, esférico e poroso, fortemente incrustante e com até 14 cm de diâmetro. Brotamento extratentacular a partir do cenósteo, ocorrendo entre coralitos antigos e a borda da colônia. Coralitos cilíndricos ou elípticos, pouco espaçados, com diâmetro entre 7,2 e 15 mm e projetando entre 2-13 mm acima do cenósteo. Costas granuladas e pouco definidas com estrias intercostais porosas. Bordas calculares muitas vezes diretamente adjacentes uma a outra.

Septos hexameralmente arranjados em quatro ciclos S1–S2>S3>S4. Septos não protraem para fora da margem do cálice. Margem axial de S1 lisa e se funde com a columela. S2 praticamente

igual ao S1 em tamanho, podendo ter uma margem axial dentada que também se funde com a columela. S3 menor que S1 e S2; pode ser do mesmo tamanho que S4, ou S4 é rudimentar. S3 tem bordas axiais dentadas. Frequentemente S3 e S4 se fundem e se estendem em direção à columela. Columela esponjosa com 4-6 mm em diâmetro, composta por uma massa de finas trabéculas. Fossa rasa a moderadamente profunda (Cairns 2000; de Paula & Creed 2004).

Distribuição: cosmopolita, ocorre no Atlântico, Golfo do México, Indo Pacífico e Nova Zelândia (Cairns 2012 b). No Brasil é registrada nos estados do Rio de Janeiro (Ferreira *et al.* 2003; de Paula & Creed 2004; 2005), São Paulo (Mantelato *et al.* 2011) e Santa Catarina (presente estudo).



Figura 8. *Tubastraea coccinea* a,b – imagens *in situ* na Ilha do Arvoredo (2 m); c – imagem de um coralito; d – detalhe dos ciclos septais. Imagens a e b cortesia de Bruna F. Gregoletto.

Discussão

Os registros de corais escleractínios para águas rasas do sul do Brasil são os das espécies *Madracis decactis*, *Astrangia rathbuni*, *Porites astreoides*, *Mussismilia hispida* e *Favia gravida* (Castro & Pires 2001; Leão *et al.* 2003; Kitahara 2007, 2009; Capel *et al.* 2012 e coleção do MNRJ). Em 2011, a espécie *Phyllangia americana* foi registrada em costões rochosos de Santa Catarina por Bouzon (2011), e em janeiro de 2012 o coral invasor *Tubastrea coccinea* foi registrado para Ilha do Arvoredo (C. Pascelli, P. Bertuol e E. Faria Junior, comm. pessoal). O presente trabalho adiciona a espécie *Paracyathus pulchellus*, aumentando para 07 o número de espécies de corais Scleractinia de água rasa (<50m) registrados para Santa Catarina. As espécies *P. astreoides* e *F. gravida* foram coletadas na final da década de 80 e depositadas no MNRJ, e assim como *M. hispida*, registradas para o estado por Leão *et al.* (2003), não foram encontradas no presente estudo. Ademais, nenhuma das três espécies foi avistada por pesquisadores que frequentam a REBIO do Arvoredo, e não foram encontradas durante um estudo extensivo da fauna bentônica realizado em 2011 (Bouzon 2011), de forma que somente 05 espécies são confirmadas no presente estudo. A ausência de observações das espécies pode indicar que tratam de ocorrências pontuais, como pulsos de dispersão que não chegaram a resultar em populações viáveis no estado.

Neste estudo, a espécie *Madracis decactis* foi encontrada em um único ponto dentro da REBIO Marinha do Arvoredo, onde forma o único banco de corais livres do Atlântico subtropical, em profundidades de até 15 metros (Capel *et al.* 2012). *Madracis decactis* é comum no Atlântico, ocorre tanto em águas rasas quanto em ambientes profundos de até mais de 100 metros (Laborel 1971; Cairns 2000) e é o único coral zooxantelado que estende sua distribuição sul ao estado de Santa Catarina, que representa o limite sul para vários organismos da fauna tropical no Atlântico (Rodrigues 1965; Castro & Pires 2001; Floeter *et al.* 2001; Lerner *et al.* 2005; Capel *et al.* 2012).

A temperatura tem sido apontada desde o século XIX como o principal fator limitante da ocorrência de corais em altas latitudes

(Veron 2000), e possivelmente também limita a distribuição de outros grupos, como algumas espécies de peixes tropicais (Floeter *et al.* 2001). A região amostrada está submetida a uma elevada amplitude na temperatura da superfície do mar, variando de 17 a 28°C e podendo chegar a 13°C em alguns dias do inverno, criando uma condição desfavorável ao crescimento dos corais. Embora não forme um recife verdadeiro, a população de *Madracis decactis* desempenha um importante papel na estruturação da comunidade, criando hábitat para organismos da fauna local. Ocorrem colônias incrustadas no costão, todavia, as colônias soltas sobre o substrato arenoso são predominantes. Em menor escala, um padrão semelhante foi observado na Ilha Imboassica, na Baía de Ilha Grande, onde também são encontradas colônias roladas com formato nodular em profundidades de 5 a 7 metros (Muramatsu 2007). Colônias soltas de *Madracis auretenra* sobre o substrato arenoso foram observadas na Jamaica (Fenner 1993), no entanto, sem a formação de um banco. A ocorrência da espécie com uma forma de crescimento diferenciada e em um único ponto dentro da REBIO Marinha do Arvoredo está possivelmente relacionada com as condições físicas e biológicas encontradas no local, como fortes correntes e alta abundância de organismos bioturbadores, fatores essenciais para o desenvolvimento de colônias roladas (Glyn 1974).

A análise do CV indicou que a maioria dos caracteres avaliados são homogêneos, com CV médio abaixo de 0,05. O número total de septos foi o caráter menos estável, apresentando um CV de até 0,19, ao contrário do comprimento dos septos que praticamente não apresentou variação. Diferenças marcantes nos caracteres morfológicos dentro de uma mesma espécie já foram observadas em *Siderastrea stellata* Verrill, 1868 (Santos *et al.* 2004 a, b) e *Montastrea cavernosa* Linnaeus, 1767 (Amaral 1994). Amaral *et al.* (2000) avaliaram quatro caracteres morfométricos em colônias de *Madracis decactis* do Parcel do Manuel Luiz no Maranhão (PML) e no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP), onde a espécie ocorre em profundidades maiores que 30 metros. Nos dois locais, o número total de septos foi em média ligeiramente maior que o encontrado no presente estudo para a população da Ilha da Galé (IG) (PML= $10,4 \pm 0,3$; ASPSP= $10,5 \pm 0,4$,

IG= $9,9 \pm 0,11$; média mais erro padrão) (Amaral *et al.* 2000). Foram encontrados coralitos com até 20 septos, muito acima dos 10 septos (sendo também comuns coralitos com 09 ou 11 septos) por coralito descritos para a espécie, o que indica a ocorrência de reprodução por brotamento intratentacular. O MDC nas colônias da Ilha da Galé (IG) foi ligeiramente menor que o encontrado no Parcel do Manuel Luiz (PML= $2,12 \pm 0,04$; IG= $1,8 \pm 0,02$; média mais erro padrão) (Amaral *et al.* 2007), resultando em um maior número de centros columelares por cm^2 (PML= $24,5 \pm 1,4$; IG= $43,9 \pm 1,32$; média mais erro padrão). É possível que a maior densidade de coralitos por cm^2 observado na Ilha da Galé seja uma adaptação às condições em que as colônias são submetidas no ambiente. A distância entre centros columelares adjacentes foi semelhante ao encontrado no Parcel do Manuel Luiz e Arquipélago de São Pedro e São Paulo (PML= $1,9 \pm 0,04$; ASPSP= $1,9 \pm 0,04$ e IG= $1,7 \pm 0,02$; média mais erro padrão) (Amaral *et al.* 2007).

As diferenças encontradas com relação às colônias do norte do país podem ser associadas à diversidade morfológica intraespecífica, características do gênero, e a alta plasticidade morfológica destas (Fenner 1993), ocasionadas por fatores ambientais, diferenciação genética, ou ambas as causas (Amaral 1994). A plasticidade fenotípica consiste na formação de vários fenótipos a partir de um único genótipo em resposta às variações ambientais, e é registrada em muitas espécies de corais escleractínios. Weil & Knowlton (1994) e Klaus *et al.* (2007) avaliaram variações morfométricas entre diferentes profundidades, locais e regiões geográficas para a espécie *Montastraea annularis* (Ellis & Solander), e neste estudo quase metade da variação pôde ser explicada por fatores ambientais e fisiológicos (Klaus *et al.* 2007). Observações sugerem que existe uma alta variabilidade morfológica entre as diferentes populações de *Madracis decactis* na costa brasileira, no entanto descrições detalhadas, incluindo análises morfométricas de alta resolução e análises moleculares, são necessárias para esclarecer a variabilidade da espécie no Atlântico Sul. Quando separadas por grandes distâncias geográficas com diferenças ambientais marcantes é comum encontrar variações na morfologia, controladas por fatores como

exposição a ondas e correntes, luminosidade e turbidez da água (Veron 2000).

Duas espécies foram constantes, *Astrangia rathbuni* e *Phyllangia americana*, no entanto, a primeira é a mais abundante em todos os pontos amostrados (observação pessoal). A ocorrência das espécies pode ser associada, entre outros fatores, com a complexidade do ambiente, que representa uma maior disponibilidade de habitat propícios para essas espécies, como fendas, paredões e locais sombreados. *Astrangia rathbuni* é distribuída na costa brasileira desde o litoral do estado da Bahia (15°00'S) ao estado do Rio Grande do Sul (33°22'S), estendendo-se até a região antártica e sub-antártica (Kitahara 2007). A família Rhizangiidae representa 3,5% da fauna azooxantelada brasileira, e é restrita a regiões de águas rasas, em profundidades menores que 110m (Kitahara 2007). A espécie *A. rathbuni* ocorre preferencialmente em rochas inclinadas e reentrâncias protegidas da luz, embora tenham sido observadas colônias em rochas expostas, e estavam frequentemente incrustando sobre conchas de moluscos, característica típica da espécie (Garcia *et al.* 2003). *A. rathbuni* coloniza conchas de ostras, arenitos e até mesmo fósseis de mamíferos pleistocênicos, o que é explicado pela falta de substratos rochosos nos principais locais de ocorrência da espécie.

O MDC observado foi de 5,78 mm, semelhante ao descrito previamente para a espécie (6,5mm; Cairns 2000). Por não participar na construção de recifes a espécie ainda é pouco estudada, e dados morfométricos são praticamente inexistentes. Na costa brasileira existem dados morfométricos descritivos da espécie congênera *Astrangia solitaria* (Lesueur, 1817) do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Amaral *et al.* 2000), que apresenta um diâmetro calicular em média menor que *A. rathbuni*. As duas espécies diferem principalmente pela presença de uma lâmina basal contínua entre os coralitos em *A. rathbuni* (Laborel 1971; Cairns 2000).

Phyllangia americana foi encontrada preferencialmente em ambientes sombreados, e pode ocupar diversos tipos de substrato consolidado, entre rochas, conchas de moluscos, corais mortos e até boias, docas e plataformas de gás (Reyes *et al.* 2009). A espécie

distribui-se ao longo da costa oeste do Atlântico, entre a Carolina do Norte (Cairns 2000) e o estado de Santa Catarina, Brasil, em profundidades de até 180 m (Pires 2007). A família Caryophylliidae compreende mais da metade dos corais azooxantelados descritos para a costa brasileira (53,4%). O MDC encontrado foi de 11,4 mm, inferior ao máximo descrito para a espécie (15.9 mm; Cairns 2000). O mesmo espécime apresentou o maior valor de NTS, corroborando com o fato de que o MDC da espécie é diretamente associado com o NTS (Cairns 2000).

Ambas as espécies apresentaram variações na coloração do tecido mole nos pontos amostrados. Para *Astrangia rathbuni*, a cor das partes moles da colônia é descrito como marrom-avermelhado, e no presente estudo foram encontradas tons amarelados, alaranjados e róseos (Fig. 4). Já para *Phyllangia americana* foram observadas colônias com tons em vermelho, rosa ou laranja (Fig. 5). Assim como *A. rathbuni*, a espécie *P. americana* não participa da construção de recifes, o que é relacionado ao tamanho reduzido, formação de colônias não ramificadas, e por estarem frequentemente associados a substratos biodetríticos (Kitahara 2007). Devido a sua pequena importância em ambiente recifais, pouco se sabe sobre a taxonomia e ecologia das espécies.

É apresentado um registro para águas rasas de Santa Catarina, da espécie *Paracyathus pulchellus*. A espécie foi ocasional e amostrada somente na Ilha das Aranhas entre 07 e 09 metros de profundidade. Ela ocorre ao longo de um amplo gradiente de profundidade (17-1260 m) (Hoeksema 2010), e no Atlântico oeste e leste é registrada predominantemente em profundidade entre 50 e 250 m, embora possa ser encontrada até 310 m na costa brasileira (Pires 2007; Kitahara 2007). A espécie chega a um MDC de 16,2 mm (Cairns 2000), três vezes o tamanho do maior exemplar encontrado no presente estudo. De fato, coralitos jovens tendem a ter um tamanho reduzido e coralitos mais cilíndricos (Cairns 1979). Esses pequenos azooxantelados são de difícil identificação e espécimes jovens podem ser confundidos com *Astrangia rathbuni*. Portanto, recomenda-se que mais coletas sejam realizadas para análise do esqueleto em laboratório, assim como análises moleculares

que auxiliem a confirmar a identidade dos espécimes aqui identificados como *Paracyathus pulchellus*.

A espécie *Tubastraea coccinea* é um coral invasor, azooxantelado, registrado pela primeira vez no Atlântico em 1943 (embora o primeiro registro documentado date de 1948-1951) (Cairns 2000). No Brasil acredita-se que a espécie tenha sido introduzida por volta da década de 80 em plataformas de petróleo no Rio de Janeiro (Castro & Pires 2001). Além do litoral carioca, populações da espécie já foram encontradas no Espírito Santo, Bahia e São Paulo, e está expandindo sua distribuição nos locais em que ocorre (Mantelatto *et al.* 2011; Mantelatto 2012). O coral invasor compete com espécies nativas importantes para a construção dos recifes brasileiros, como *Mussismilia hispida* e *Madracis decactis*, podendo levar a exclusão das espécies localmente (Creed 2006; Mantelatto 2012). Um crescimento na população de *T. coccinea* (atualmente registrada para a Ilha do Arvoredo) (C. Pascelli, P. Bertuol e E. Faria Junior, comm. pessoal) pode ser potencialmente prejudicial para a comunidade local, já que em uma possível coocorrência com outras espécies de corais escleractínios (*M. decactis*, *Astrangia rathbuni*, *Phyllangia americana* e *Paracyathus pulchellus*), estas poderiam ser excluídas do ambiente.

Espécies azooxanteladas são mais frequentes em maiores profundidades, e em escala global as maiores diversidades se concentram entre 200 e 1000 m (Cairns 2007). Regiões de água rasa estariam mais suscetíveis a distúrbios naturais (físicos e biológicos) e antrópicos, dificultando o estabelecimento dos corais (Huston 1979). No sul do Brasil, Kitahara (2009) aponta que a riqueza de espécies aumenta com a profundidade, até regiões de 2.000 a 3.000 metros.

O presente trabalho apresenta o primeiro levantamento focado nos corais escleractínios de água rasa do estado de Santa Catarina, com um registro da espécie *Paracyathus pulchellus* em profundidade inferior a 20 metros no estado. Apesar de ser um ambiente de transição entre a fauna tropical e temperada (Floeter 2009), a ampla variação anual nas temperaturas da superfície do mar (17 a 28°C - média mensal) na região ainda permite a sobrevivência de espécies tropicais, como o coral recifal *Madracis decactis*. Inventários específicos sobre a fauna local tornam-se

então essenciais para compreender como as populações responderão às crescentes pressões externas e possíveis mudanças na composição da comunidade na era das mudanças climáticas.

Referências Bibliográficas

- Amaral, F.D. & Ramos, C.A.C. (2007) Skeletal variability of the coral *Favia gravida* (Verrill, 1868) from Brazil. *Biota Neotropica*, 7, 245–251.
- Amaral, F.D. (1994) Morphological variation in the reef coral *Montastrea cavernosa* in Brazil. *Coral Reefs*, 13, 113–117.
- Amaral, F.D., Hudson, M.M., Steiner, A.Q. & Ramos, C.A.C. (2007) Corals and calcified hydroids of the Manuel Luiz Marine State Park (State of Maranhão, Northeast Brazil). *Biota Neotropica*, 7, 73–81.
- Amaral, F.D., Hudson, M.M.; da Silveira, F.L., Migotto, A.E., Pinto, S.M. & Longo, L. (2000) Cnidarians of Saint Peter and St. Paul Archipelago, Northeast Brazil. *Proceedings 9th International Coral Reef Symposium*, 1, 567–572.
- Amaral, F.D., Ramos, C.A.C., Leão, Z.M.A.N., Kikuchi, R.P.K., Lima, K.M., Longo, L.L., Cordeiro, R.T.S., Lira, S.M.A. & Vasconcelos, S.L. (2009) Checklist and morphometry of benthic cnidarians from the Fernando de Noronha Archipelago, Brazil. *Cahiers de Biologie Marine*, 50, 227–290.
- Antônio-de-Souza, C. & Amaral, F.D. (2002) Variação morfológica de algumas espécies de corais Mussidae (Cnidaria, Anthozoa) do Brasil. *Tropical. Oceanography*, 30, 23–36.
- Bouzon, J.L. (2011) *Biodiversidade, estrutura especial e conectividade das comunidades bênticas de substrato consolidado das ilhas costeiras de Santa Catarina: implicações para conservação*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil, 121 pp.
- Brakel, W. H. (1977) Corallite variation in *Porites* and the species problem in corals. *Proceedings os the 3rd International Coral Reef Symposium*, 2, 457–462.
- Cairns, S.D. & Hoeksema, B. (2010) *Phyllangia* Milne Edwards and Haime, 1848. World Register of Marine Species. Available from:

- <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=135097> (accessed 23 February 2012).
- Cairns, S.D. & Hoeksema, B. (2012 a). *Madracis* Milne-Edwards & Haime, 1849. World Register of Marine Species. Available form: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=135125> (accessed 23 February 2012).
- Cairns, S.D. & Hoeksema, B. (2012 b). *Astrangia* Milne-Edwards & Haime, 1848. World Register of Marine Species. Available form: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=135126> (accessed 23 February 2012).
- Cairns, S.D. & Hoeksema, B. (2012 c). *Paracyathus* Milne Edwards & Haime, 1848. World Register of Marine Species. Available form: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=135096> (accessed 23 February 2012).
- Cairns, S.D. (1977) A revision on the recent species of *Balanophyllia* (Anthozoa, Scleractinia) in the western Atlantic, with descriptions of four new species. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 90, 132–148.
- Cairns, S.D. (1978) A checklist of ahermatypic Scleractinia of the Gulf of Mexico, with a description of a new species. *Gulf Research Reprints*, 6, 9–15.
- Cairns, S.D. (1979) *The deep-water Scleractinia of the Caribbean sea and adjacent waters*. Studies on the fauna of Curaçao and Other Caribbean Islands, 57, 341pp.
- Cairns, S.D. (1982) *Antarctic and Subantarctic Scleractinia*. Antarctic Research Series, 34, 74pp.
- Cairns, S.D. (2000) *Studies on the Natural History of the Caribbean Region*. Studies on the fauna of Curaçao and Other Caribbean Islands, 75, 215pp.
- Cairns, S.D. (2007) Deep-water corals: An overview with special reference to diversity and distribution of deep-water scleractinian corals. *Bulletin of Marine Science*, 81, 311–322.
- Cairns, S.D. (2012 a). *Tubastraea* Lesson, 1829. World Register of Marine Species. Available form: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=267930> (accessed 09 May 2012).

- Cairns, S.D. (2012 b) *Tubastraea coccinea* Lesson, 1829. World Register of Marine Species. Available form: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=291251> (accessed 12 February 2012).
- Capel, K.C.C., Segal, B., Bertuol, P. & Lindner, A. (2012) Corallith beds at the edge of the tropical South Atlantic. *Coral Reefs*, 31, 75.
- Carpenter, K.E., Abrar, M., Aeby, G, Aronson, RN. *et al.* (2008) One-third of reef-building corals face elevated extinction risk from climate change and local impacts. *Science*, 321, 560-563.
- Castro, B.T. & Pires, D.O. (2006) Reproductive biology of *Madracis decactis* (Lyman, 1859) (Cnidaria, Scleractinia) from southern Bahia reefs, Brazil. *Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro*, 64, 19–27.
- Castro, C.B. & Pires, D.O. (2001) Brazilian coral reefs: What we already know and what is still missing. *Bulletin of Marine Science*, 69, 357–371.
- Chen, C.A., Wallace, C.C. & Wolstenholme, J. (2002) Analysis of the mitochondrial 12S rRNA gene supports a two-clade hypothesis of the evolutionary history of scleractinian corals. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 23, 137–149.
- Couto, E.C.G., da Silveira, F.L. & Rocha, G.R.A. (2003) Marine biodiversity in Brazil: the current status. *Gayana*, 67, 327–340.
- Creed, J.C. (2006) Two invasive alien azooxanthellate corals, *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis*, dominate the native zooxanthellate *Mussismilia hispida* in Brazil. *Coral Reefs*, 25, 350.
- Dajoz, R. (1973) *Ecologia Geral*. Vozes, São Paulo, 472 p.
- Daly, M., Fautin, D.G. & Cappola, V.A. (2003) Systematics of the Hexacorallia (Cnidaria: Anthozoa). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 139, 419–437.
- Dawson, J.P. (2002) Biogeography of azooxanthellate corals in the Caribbean and surrounding areas. *Coral Reefs*, 21, 27–40.

- de Paula, A.F. & Creed, J.C. (2004) Two species of the coral *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) in Brazil: a case of accidental introduction. *Bulletin of Marine Science*, 74, 175–183.
- de Paula, A.F. & Creed, J.C. (2005) Spatial distribution and abundance of nonindigenous coral genus *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) around Ilha Grande, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 65, 661–673.
- Echeverría, C.A., Pires, D.O., Medeiros, M.S. & Castro, C.B. (1997) Cnidarians of the Atol das Rocas, Brazil. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium*, 1, 443–446.
- Evans, D.L., Signorini, R. & Miranda, L.B. (1983) A note on the transport of the Brazil current. *Journal of Physical Oceanography*, 13, 1732–1738.
- Fenner, D.P. (1993) Species distinctions among several Caribbean stony corals. *Bulletin of Marine Science*, 53, 1099–1116.
- Ferreira, B.P., Maida, M., Castro, C.B., Pires, D.O., D'Amico, T.M., Prates, A.P.L. & Marx, D. (2003) The Status of Coral Reefs in Brazil. *Proceedings of 10th International Coral Reef Symposium*, 1011–1015.
- Floeter, S. R., Soares-Gomes, A., & Hajdu, E. (2009) Biogeografia Marinha. In: Pereira, R. C. & Soares-Gomes, A. (Orgs.). *Biologia Marinha*. 2ª edição. Editora Interciência, Rio de Janeiro, pp. 421–441.
- Floeter, S.R., Guimarães, R.Z.P., Rocha, L.A., Ferreira, C.E.L.; Rangel, C.A. & Gasparini, J.L. (2001) Geographic variation in reef-fish assemblages along the Brazilian coast. *Global Ecology & Biogeography*, 10, 423–431.
- Foster, A.B. (1977) Patterns of small-scale variation of skeletal morphology within the Scleractinian corals, *Montastrea annularis* and *Siderastrea siderea*. *Proceedings of the 3rd International Coral Reef Symposium*, 2, 409–415.
- Foster, A.B. (1980) Environmental variation in skeletal morphology within the Caribbean reef corals *Montastrea annularis* and *Siderastrea siderea*. *Bulletin of Marine Science*, 30, 678–709.

- Foster, A.B. (1985) Variation within coral colonies and its importance for interpreting fossil species. *Journal of Paleontology*, 59, 1359–1381.
- Garcia, R.B., Meireles, A.L. & Mantelatto, F.L. (2003) Unusual shelters occupied by Brazilian hermit crabs (Crustacea: Decapoda: Diogenidae). *Brazilian of Journal Biology*, 63, 721–722.
- Glyn, P.W. (1974) Rolling stones amongst the scleractinia: mobile coralloliths in the Gulf of Panama. *Proceedings of the 2nd International Coral Reef Symposium*, 2, 183–198.
- Hoeksema, B. (2010). *Paracyathus pulchellus* (Philippi, 1842). World Register of Marine Species. Available form: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=135163> (accessed 02 February 2012).
- Huston, M. (1979) A general hypothesis of species diversity. *American Naturalist*, 113, 81–101.
- Huston, M.A. (1985) Patterns of species diversity on coral reefs. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 16, 149–177.
- Kitahara, M.V. & Cairns, S.D. (2005) *Monohedotrochus capitoli*, a new genus and species of solitary azooxanthellate coral (Scleractinia, Caryophylliidae) from southern Brazil. *Zoologische Mededelingen (Leiden)*, 79, 115–121.
- Kitahara, M.V. (2006) *Sistemática, distribuição geográfica, abundância e importância dos bancos de corais da plataforma e talude continental do sul do Brasil, com ênfase para a identificação de áreas potenciais para a exclusão da pesca demersal*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 316pp.
- Kitahara, M.V. (2007) Species richness and distribution of azooxatellate Scleractinia in Brazil. *Bulletion of Marine Science*, 81, 497–518.
- Kitahara, M.V., Cairns, S.D., Stolarski, J., Blair, D. & Miller, D.J. (2010) A comprehensive phylogenetic analysis of the Scleractinia (Cnidaria, Anthozoa) based on mitochondrial CO1 sequence data. *PLoS One*, 5, e11490.
- Kitahara, M.V., Capitoli, R.R. & Horn Filho, N.O. (2009) Distribuição das espécies de corais azooxantelados na plataforma e talude

- continental superior do sul do Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, 99, 223–236.
- Kitahara, M.V., Horn Filho, N.O. & Abreu, J.G.N. (2008) Utilização de registros de corais de profundidade (Cnidaria, Scleractinia) para prever a localização e mapear tipos de substratos na plataforma e talude continental do sul do Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 48, 11–18.
- Klaus, J.S., Budd, A.F., Heikoop, M. & Fouke, B.W. (2007) Environmental controls on corellite morphology in the reef coral *Montastraea annularis*. *Bulletin of Marine Science*, 80, 233–260.
- Knowlton, N., Weil, E., Weigt, L.A. & Guzmán, H.M. (1992) Sibling species in *Montastraea annularis*, coral bleaching, and coral climate record. *Science*, 255,330–333.
- Laborel, J. (1967) A revised list of Brazilian Scleractinia corals and description of a new species. *Postilla*, 107, 1–14.
- Laborel, J. (1969) Les peuplements de madreporaires dès cotes tropicales du Brésil. *Annales de L'Universite D'Abidjan*, 2, 1–261.
- Laborel, J. (1971) Madrêporaires et hydrocoralliaries récifaux des cotes brésiliennes. Systematique, écologie, répartition verticale et géographique. *Annales de l'Institut Oceanographique*, Paris, 47,171–229
- Leão, Z.M.A.N. & Kikuchi, R.K.P. (2005) A relic coral fauna threatened by global changes and human activities, Eastern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 51, 599–611.
- Leão, Z.M.A.N. (2002) Abrolhos, BA - O complexo recifal mais extenso do Atlântico Sul. In: Schobbenhaus,C.; Campos,D.A. ; Queiroz,E.T.; Winge,M.; Berbert-Born,M.L.C. (Edits.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. 1ª edição. DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), Brasília, pp. 345–359.
- Leão, Z.M.A.N., Arayjo, T.M.F. & Nolasco, M.C. (1988) The coral reefs off the coast of northeastern Brazil. *Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium*, 3, 339–348.
- Leão, Z.M.A.N., Kikuchi, R.K.P. & Testa, V. (2003) Corals and coral reefs of Brazil. In: Cortes, J. (Ed.), *Latin America Coral Reefs*. Elsevier Science, pp. 9–52.

- Leão, Z.M.A.N., Kikuchi, R.K.P., Dutra, L.X.C. & Oliveira, M.D.M. (2006) The status of eastern Brazil coral reefs during the last 5000 years. *Proceedings of the 10th International Coral Reef Symposium*, 959–968.
- Leão, Z.M.A.N., Kikuchi, R.K.P., Oliveira, M.D.M. & Vasconcellos, V. (2011) Status of Eastern Brazilian coral reefs in time of climate changes. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 5, 224–235.
- Lerner, C., Kasper, G.L, Campos, M. & Mothes, B. (2005) Primeiro registro de esponjas (Porifera, Demospongiae, Poecilosclerida) para a costa do Paraná, Brasil. *Acta Biologica Leopoldensia*, 27, 87–92.
- Locke, J.M. (2009) *Madracis auretenra (Scleractinia: Pocilloporidae) – testing our knowledge of systematics, biology and connectivity in the western North Atlantic*. PhD Dissertation, University of Puerto Rico, 182pp.
- Locke, J.M., Weil, E. & Coates, K.A. (2007) A newly documented species of *Madracis* (Scleractinia: Pocilloporidae) from the Caribbean. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 120, 214–226.
- Lyman, T. (1859) On a new species of coral (*Astraea decactis*). *Proceedings of the Boston Society of Natural History*, 6, 260–263.
- Maida, M. & Ferreira, B.P. (1997) Coral reefs of Brazil: an overview. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium*, 1, 263–274.
- Mantelatto, M.C. (2012) *Distribuição espacial, temporal e abundância do coral invasor Tubastraea (Cnidaria, Scleractinia) no Litoral Norte do Estado de São Paulo*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. 107pp.
- Mantelatto, M.C., Mourão, G.G., Migotto, A.E. & Lindner, A. (2011) Range expansion of the invasive corals *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis* in the Southwest Atlantic. *Coral Reefs*, 30, 397.
- Migotto, A.E., Silveira, F.L., Schlenz, E. & Freitas, J.C. (1999) *Cnidaria*. In: Migotto, A.E. & Tiago, C.G. (Eds.), Biodiversidade

do estado de São Paulo, Brasil, Invertebrados Marinhos. Fapesp, São Paulo, pp.35–46.

- Milne Edwards, H. & Haime, J. (1849) Mémoire sur les polypiers appartenant aux groupes naturels des Zoanthaires perforés et des Zoanthaires tabulés. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences, Paris*, 29, 257–263.
- MMA/ IBAMA (2004) *Plano de Manejo, Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Encarte 3 - Análise da UC*. Brasília, 209pp.
- Muramatsu, D. & da Silveira, F.L. (2008) Gametogenesis in *Madracis decactis* Lyman, 1859 (Cnidaria, Scleractinia) from Ilha Grande bay (Rio de Janeiro), southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 56, 297–305.
- Muramatsu, D. (2007) *Quantificação da gametogênese através de análises histológicas para estimar a reprodução sexuada de Madracis decactis Lyman, 1859 (Cnidaria, Anthozoa, Scleractini) do litoral sul do Estado do Rio de Janeiro*. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 102pp.
- Neves, E. & Johnsson, R. (2009) Taxonomic revision of the southwestern Atlantic *Madracis* and the description of *Madracis fragilis* n. sp. (Scleractinia: Pocilloporidae), a new coral species from Brazil. *Scientia Marina*, 73, 739–746.
- Neves, E., Johnsson, R., Sampaio, C. & Pichon, M. (2006). The occurrence of *Scolymia cubensis* in Brazil: revising the problem of the Caribbean solitary mussids. *Zootaxa*, 1366, 45–54.
- Neves, E.G. & da Silveira, F.L. (2003) Release of planula larvae, settlement and development of *Siderastrea stellata* Verrill, 1868 (Anthozoa, Scleractinia). *Hydrobiologia*, 501, 139–147.
- Neves, E.G. & Pires, D.O. (2002) Sexual reproduction of Brazilian coral *Mussismilia hispida* (Verrill, 1902). *Coral Reefs*, 21, 161–168.
- Neves, E.G., Andrade, S.C.S., Silveira, F.L. & Solferini, V.N. (2008) Genetic variation and populations structuring in two brooding coral species (*Siderastrea stellata* and *Siderastrea radians*) from Brazil. *Genetica*, 132, 243–254.
- Neves, E.G., da Silveira, F.L., Pichon, M. & Johnsson, R. (2010) Cnidaria, Scleractinia, Siderastreidae, *Siderastrea siderea* (Ellis and Solander, 1786): Hartt Expedition and the first record of a

- Caribbean Siderastroid in tropical Southwestern Atlantic. *Check List*, 6, 505–510.
- Nunes, F., Fukami, H., Vollmer, S.V., Norris, R.D. & Knowlton, N. (2008) Re-evaluation of the systematics of the endemic corals of Brazil by molecular data. *Coral Reefs*, 27, 423–432.
- Nunes, F., Norris, R.D. & Knowlton, N. (2009) Implications of isolation and low genetic diversity in peripheral populations of an amphiatlantic coral. *Molecular Ecology*, 18, 4283–4297.
- Nunes, F.L.D., Norris, R.D. & Knowlton, N. (2011) Long distance dispersal and connectivity in amphiatlantic corals at regional and basin scales. *PLoS ONE*, 6, e22298.
- Pires, D.O. & Caparelli, A.C. (2002) Biologia reprodutiva de *Porites astreoides* Lamarck, 1816 (Cnidaria, Scleractinia) do complexo recifal dos Abrolhos, BA, Brasil. *Boletim do Museu Nacional*, 484, 1–12.
- Pires, D.O. (1997) Cnidae Of Scleractinia. *Proceedings of The Biological Society of Washington*, 110, 167–185.
- Pires, D.O. (2007) The azooxanthellate coral fauna of Brazil. In: GEORGE, R. Y. & CAIRNS, S. D. (Eds.), *Conservation and adaptive management of seamount and deep-sea coral ecosystems*. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami. pp. 265–272.
- Pires, D.O., Castro, C.B. & Ratto, C.C. (2000) Reproduction of the solitary coral *Scolymia wellsi* Laborel (Cnidaria, Scleractinia) from the Abrolhos reef complex, Brazil. *Proceedings 9th International Coral Reef Symposium*, 1, 23–27.
- Reyes, J., Santodomingo, N. & Cairns, S. (2009) Caryophylliidae (Scleractinia) from the Colombian Caribbean. *Zootaxa*, 2262, 1–39.
- Rodrigues, S. A. (1965) Distribution of Ascidiacea on the Brazilian coast. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 37, 393.
- Santos, M.G., Amaral, F.D., Bezerra de Sá, F. & Lima, M.G.A. (2004 a) Morphological variation of *Montastrea cavernosa* and *Siderastrea stellata* (Cnidaria: Scleractinia) from the states of

- Maranhão, Paraíba and Pernambuco, Brasil. *Biologia Geral e Experimental*, 5, 5–11.
- Santos, M.G., Amaral, F.D., Hernández, M.I.M., Knowlton, N. & Jara J. (2004 b) Variação morfológica de *Favia gravida* Verrill, 1868 e *Siderastrea stellata* Verrill, 1868 (CNIDARIA, SCLERACTINIA): aspectos esqueléticos. *Boletim do Museu Nacional, Zoologia*, 517, 1–9.
- Tommasi, L. R. (1970) Nota Sobre os Fundos Detríticos do Circalitoral Inferior da Plataforma Continental Brasileira ao Sul do Cabo Frio (RJ). *Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo*, 18, 55–62.
- Vaughan, T.W. (1906) A new species of *Coenocyathus* from California and the Brazilian astrangiids corals. *Proceedings of the United States National Museum*, 30, 847–850.
- Veron, J.E.N. 2000. *Corals of the world*. Australian Institute of Marine Science, Townsville, 1382 pp.
- Vilaça, R. (2009) Recifes Biológicos. In: Pereira, R.C. & Soares-Gomes, A. (Org.), *Biologia Marinha*. 2ª. Ed. Editora Interciência, Rio de Janeiro, pp 399–420.
- Weil, E. & Knowlton, N. (1994) A multi-character analysis of the Caribbean coral *Montastraea annularis* (Ellis and Solnader, 1786) and its two sibling species, *M. faveolata* (Ellis and Solander, 1786) and *M. franksi* (Gragory, 1895). *Bulletin of Marine Science*, 55, 151–175.
- Wells, J.W. (1956) Scleractinia. In: Moore R. C. (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part F, Coelenterata*. Geological Society of America and University of Kansas Press, Lawrence, F328–F444.
- Wells, J.W. (1972) Some shallow water ahermatypic corals from Bermuda. *Postilla*, 156, 1–10.
- Wells, J.W. (1973) New and old Scleractinian corals from Jamaica. *Bulletin of Marine Science*, 23, 16–58.
- Zilberberg, C. & Edmunds, P. (1999) Patterns of skeletal structure variability in clones of the reef coral *Montastraea franksi*. *Bulletin of Marine Science*, 64, 373–381.

ANEXO 1. Estatística descritiva dos dados morfométricos (em mm) obtidos para as seis colônias de *Madracis decactis*. MDC= máximo diâmetro calicular; NTS= número total de septos; DC=diâmetro calicular; CS1=comprimento dos spetos no S1; NC= n° de elementos columelares / cm²; DP=desvio padrão; e EP=erro padrão.

Colônia	Caractere					
C1		MDC	NTS	DC	CS1	NC
	Média	1,87	10,3	1,81	0,53	39,3
	DP	0,16	1,38	0,24	0,08	3,21
	EP	0,03	0,31	0,05	0,01	1,86
C2		MDC	NTS	DC	CS1	NC
	Média	1,70	9,7	1,82	0,51	45
	DP	0,31	1,26	0,31	0,10	-
	EP	0,07	0,28	0,07	0,01	-
C3		MDC	NTS	DC	CS1	NC
	Média	1,91	10,2	1,63	0,54	42
	DP	0,18	0,81	0,19	0,08	-
	EP	0,04	0,20	0,04	0,01	-
C4		MDC	NTS	DC	CS1	NC
	Média	1,90	10,15	1,68	0,55	48
	DP	0,30	1,42	0,22	0,10	1,41
	EP	0,07	0,32	0,05	0,01	1
C5		MDC	NTS	DC	CS1	NC
	Média	1,76	9,4	1,71	0,51	47,3
	DP	0,20	0,82	0,21	0,10	2,52
	EP	0,04	0,18	0,05	0,01	1,45
C6		MDC	NTS	DC	CS1	NC
	Média	1,90	9,7	1,74	0,55	42,0
	DP	0,26	1,03	0,26	0,09	7,07
	EP	0,06	0,23	0,06	0,01	5

CAPÍTULO 2

Estrutura espaço-temporal do único banco de corais livres do Atlântico subtropical

Manuscrito formatado para submissão segundo as normas da revista
Marine Ecology Progress Series

Publicado (em parte) no periódico *Coral Reefs*

Capel, K. C. C.; Segal, B.; Bertuol, P.; Lindner, A. Corallith beds at the edge of the tropical South Atlantic. *Coral Reefs*, v. 31, p. 75, 2012.

Estrutura espaço-temporal do único banco de corais livres do Atlântico subtropical

K. C. C. Capel, A. Lindner & B. Segal

Departamento de Ecologia e Zoologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC 88040-970, Brasil

Resumo

A forma de crescimento livre em corais é reportada em diversas espécies para os Oceanos Atlântico, Pacífico e Índico. Aqui é descrita a estrutura espaço-temporal do único banco de corais livres do Atlântico subtropical, composto pela espécie recifal *Madracis decactis* no limite sul de distribuição da fauna tropical do Atlântico. O banco ocupa uma área de aproximadamente 3.400 m² entre 05 e 15 metros de profundidade na porção oeste da Ilha da Galé, inserida na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (REBIO Marinha do Arvoredo), Santa Catarina, Brasil. Amostragens de densidade das colônias roladas foram realizadas em quatro transectos fixos de 20 m de comprimento por 1 m de largura, paralelos ao costão rochoso, ao longo de um gradiente de profundidade (07 m, 09 m, 10 m e 12 m de profundidade) nos meses de março, junho, setembro e dezembro de 2011. O banco é formado predominantemente por colônias pequenas (< 03 cm) e esféricas. É observado um padrão na distribuição das colônias de acordo com o tamanho, com colônias menores nas regiões mais rasas (07 m) e colônias maiores nas regiões mais profundas (09 a 10 m) do banco. Esse padrão pode indicar que as colônias soltas se originam de fragmentação das colônias incrustadas, continuando seu crescimento livres no substrato. Independentemente do tamanho, as maiores densidades concentram-se na região intermediária do banco (09 m). Ao longo do ano houve uma diminuição na densidade de colônias vivas, associada a soterramento, particularmente entre as colônias pequenas, e transporte para fora da área amostrada. A ação de correntes e organismos bioturbadores como *Clypeaster subdepressus* e *Malacanthus plumieri* são responsáveis por movimentar as colônias, facilitar o crescimento radial e prevenir o soterramento. Além do coral *M. decactis*, o banco é composto por rodolitos, esponjas e briozoários rolados. O estudo revela a presença de um ambiente singular e vulnerável no limite sul de distribuição de espécies recifais no Atlântico, e adverte sobre a carência de dados acerca da fauna bentônica no sul do Brasil. A presença do

coral recifal *M. decactis* representa um importante estruturador de hábitat. O monitoramento extensivo e o manejo específico da área são fundamentais para a proteção deste ambiente recifal mais meridional do Oceano Atlântico.

PALAVRAS CHAVE: *Madracis decactis*; corais livres; dinâmica populacional; Brasil.

Abstract

A free-living growth form is reported for several species of corals in the Atlantic, Pacific and Indian Oceans. Here, we describe the spatiotemporal structure of the only corallith bed in the Subtropical South Atlantic, formed by the reef coral *Madracis decactis* on the southernmost limit of the Atlantic tropical marine fauna. The bed spreads over an area of 3,400 m² between 05-15 m water depth and is located in the Westward portion of Galé Island, at Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (REBIO Marinha do Arvoredo), Santa Catarina, Brazil. Density of colonies was measured along four fixed, 20 m long x 1 m wide transects, parallel to the rocky shore, along a depth gradient (07 m, 09 m, 10 m and 12 m depth) in March, June, September and December of 2011. The bed is formed mainly by small spherical colonies (< 03 cm). We observed a distribution pattern of the colonies according to size, with small colonies in the shallow areas (07 m depth) and larger colonies in deeper areas (09 to 10 m) of the bed. This pattern could indicate that free colonies came from fragmentation of incrustated colonies, maintaining its growth free on the substrate. Regardless of the size, higher densities were concentrated in the intermediate region of the bed (09 m). Over the year there was a decrease of living colonies, associated with burial, particularly of small colonies, and transport of colonies out of the sampling area. Currents and bioturbation by *Clypeaster subdepressus*, and *Malacanthus plumieri* were responsible for moving the colonies, facilitating the radial growth and preventing burial. In addition to coralliths of *M. decactis*, the site also contained rhodoliths, sponges and bryoliths. The work reveals the occurrence of a singular and vulnerable habitat at the southernmost limit of reef coral distribution in the Atlantic Ocean, and warns about the lack of data on benthic fauna in Southern Brazil. The reef coral *M. decactis* represents an important habitat-forming organism. Extensive monitoring and a specific management of the area is pivotal for protecting this southernmost reef coral environment in the Atlantic Ocean.

KEY WORDS: *Madracis decactis*; corallith; population dynamic; Brazil..

Introdução

Corais da ordem Scleractinia apresentam forma de vida sésil, sendo os principais construtores dos recifes de coral (Pichon 1974), ou livres no ambiente (solitários ou em colônia) (Glynn 1974, Pichon 1974, Sorauf & Harries 2009). Algumas espécies passam a maior parte do seu ciclo de vida livres (Highsmith 1982) enquanto outras são temporárias, com fragmentos ocasionalmente soltos da colônia (Glynn 1974, Pichon 1974, Latypov 2007, Sorauf & Harries 2009). Corais livres e solitários desempenham um papel secundário na formação das estruturas recifais e ocorrem em todas as zonas do recife, inclusive na área frontal sobre substratos arenosos (Pichon 1974, Latypov 2007).

Escleractínios coloniais de vida livre, também denominados colônias circum-rotatórias, ou '*coralliths*' (Glynn 1974), foram descritos pela primeira vez no século XIX. Tal forma de crescimento é reportada em diversas espécies para os Oceanos Atlântico, Pacífico e Índico (Kissling 1973, Glynn 1974, Latypov 2007, Roff 2007). As colônias tem um papel de extrema importância para a biodiversidade local, já que aumentam a heterogeneidade do ambiente e fornecem hábitat para inúmeros organismos (Glynn 1974). Além dos corais, algas calcárias (Foster 2001) e briozoários (Moissette et al. 2010) comumente formam nódulos de carbonato de vida livre.

Corais livres ocorrem frequentemente em águas rasas e turvas em condições de alta energia (p. ex. fortes correntes), sobre substrato plano composto por areia, cascalho ou algas (Pichon 1974, Hubmann et al. 2002). As colônias apresentam um crescimento radial, frequentemente resultando em um formato esférico ou sub-esférico, com tecido vivo em toda a superfície da colônia, quando acompanhado por rotação frequente (Kissling 1973, Glynn 1974). Algumas colônias podem apresentar lâminas de crescimento de algas coralíneas intercaladas com o crescimento dos corais (Glynn 1974). A forma esférica facilita a sobrevivência dos corais nesses ambientes, permitindo que essas colônias rolem sobre o substrato, prevenindo o soterramento (Lewis 1989, Uhrin 2005). No entanto, algumas colônias podem apresentar um formato não esférico, por exemplo quando sua origem se dá por

recrutamento sobre uma base de formato irregular (p. ex. recrutamento de *Siderastrea radians* (Pallas) sobre fragmentos alongados de *Porites*) (Kissling 1973).

Colônias livres podem ser originadas tanto por fragmentação, a partir de colônias incrustadas (Highsmith 1982, Karlson 1986), quanto por recrutamento das larvas sobre um substrato móvel que se torna o centro de crescimento da colônia, como conchas, esqueletos de corais mortos e algas calcárias (Prager & Ginsburg 1989, Kissling 1973, Laborel 1969, Roff 2007). A fragmentação de partes de uma colônia incrustada pode ser resultado de fatores físicos (correntes e tempestades), biológicos (ação de predadores e organismos bioerosivos) ou até uma estratégia da espécie (Highsmith 1982, Karlson 1986). Espécies de diferentes táxons apresentam um padrão de reprodução assexuada por fragmentação (Bothwell 1981, Highsmith 1982, Wulff 1985, Lewis 1991), podendo ser esse o principal modo de dispersão da população (Lasker 1984, 1990, Bothwell 1981). A fragmentação aumenta a chance de sobrevivência do genótipo entre os indivíduos clonais (Cook 1978), possibilita a colonização de hábitat adversos para as larvas (p. ex. sedimentos arenosos) (Bothwell 1981), e aumenta a distribuição e abundância da espécie em escala local (Highsmith 1982). Em alguns casos a reprodução assexuada por fragmentação pode ser bem desenvolvida, como na espécie *Goniopora stokesi* Milne Edwards & Haime, 1851 do Atol de Aldabra (ao sul do arquipélago das Seychelles, Oceano Índico). Colônias incrustantes dessa espécie desenvolvem porções esféricas que se desassociaam da colônia ao atingirem um tamanho de aproximadamente 02 cm, continuando seu crescimento livre no ambiente, uma adaptação associada à colonização de substratos arenosos (Rosen & Taylor 1969).

Tanto o desenvolvimento das colônias livres (crescimento desimpedido sobre toda a superfície) como o formato depende da movimentação constante no ambiente, o que também é observado para os rodolitos (Steneck 1986). A movimentação pode ser proporcionada por agentes físicos (correntes, marés) e/ou biológicos (ação de predadores e organismos bioturbadores) (Kissling 1973, Glynn 1974). No Caribe, fragmentos da espécie *Madracis auretenra* Locke, Weil &

Coates, 2007 de até 18 cm foram encontrados sobre o substrato, em distâncias de até mais de 10 m da colônia originária (Bruno 1998). Em bancos de rodolitos a distribuição por profundidade é associada a um gradiente de movimentação da água, sendo que a movimentação dos nódulos diminui com a profundidade (Steller & Foster 1995).

No Atlântico sul, registros de vida livre são relatados para as espécies *Siderastrea stellata* Verrill, 1868 (Laborel 1969, 1971) e *Madracis decactis* (Lyman, 1859) (Muramatsu 2007, Capel et al. 2012). Em Pernambuco, colônias da espécie *S. stellata* crescem roladas no substrato até atingirem um determinado tamanho, quando somente a parte superior da colônia se desenvolve (Laborel 1969, 1971). A espécie *M. decactis* foi encontrada crescendo em vida livre na Baía de Ilha Grande, no Rio de Janeiro, possivelmente resultante de fragmentação das colônias incrustadas no costão rochoso (Muramatsu 2007). Recentemente foi registrado o primeiro banco de corais livres do Atlântico subtropical, formado por colônias roladas da espécie *M. decactis* na Ilha da Galé, Santa Catarina (Capel et al. 2012). Descoberto em 1998 (P. Bertuol comm. pessoal), nenhum estudo havia sido feito até então na região, e embora a espécie já tivesse sido registrada para o litoral de Santa Catarina (Castro & Pires 2001), esta população ainda não tinha sido estudada. Assim, o litoral de São Paulo continua sendo considerado por alguns autores como o limite sul de ocorrência de corais recifais zooxantelados no Atlântico (Villaza 2009).

A população de *Madracis decactis* da ilha da Galé representa o limite sul de distribuição das espécies de corais recifais zooxantelados do Atlântico, situado a 400 km ao sul do registro mais próximo de espécies de corais recifais, no litoral de São Paulo e 1000 km do ponto de maior diversidade de espécies de corais recifais no Atlântico Sul, em Abrolhos (Castro & Pires 2001). Ambientes recifais situados em altas latitudes são em geral isolados de centros de diversidade e áreas marginais de ocorrência das espécies. Tendem a ser compostos por um baixo número de indivíduos com baixa diversidade genética (Nunes et al. 2011) e sobrevivem abaixo da temperatura e níveis de insolação ótimos para seu desenvolvimento (Miller & Ayre 2008). Pesquisas recentes demonstram que espécies ocorrendo em seu limite de

distribuição são potenciais fontes de inovação evolucionária, causada por fatores como hibridização e especiação (Budd & Pandolfi 2010), entretanto, comparadas aos recifes tropicais, áreas marginais ainda têm recebido pouca atenção na literatura (Miller & Ayre 2008).

A despeito da importância do ambiente composto por corais livres, este estudo é um dos únicos trabalhos que aborda a estrutura espaço-temporal de um banco de corais livres em todo o mundo. O presente trabalho apresenta dados inéditos sobre a ecologia do único banco de corais livres do Atlântico Sul, situado no limite meridional de distribuição de espécies recifais em todo Atlântico (Capel et al. 2012). Os objetivos gerais deste capítulo foram (1) mapear a área ocupada pela população, (2) avaliar o padrão espaço-temporal da população ao longo de um gradiente de profundidade durante um ano e (3) identificar os possíveis organismos bioturbadores. Quanto ao objetivo 2 (avaliar o padrão espaço-temporal da população), foram elencados quatro objetivos específicos, (a) avaliar se o tamanho das colônias roladas varia com a profundidade, (b) avaliar se a densidade de colônias roladas varia com a profundidade, (c) avaliar se a densidade de colônias roladas está associada a cobertura rochosa no substrato, e (d) avaliar se a densidade de colônias roladas varia ao longo do ano.

Material e Métodos

Espécie em estudo

O gênero *Madracis* (Scleractinia: Pocilloporidae) apresenta cinco espécies no Atlântico sul (*Madracis asperula* Milne Edwards & Haime, 1849, *M. decactis*, *M. brueggemanni* (Ridley, 1881), *M. pharensis* (Heller, 1868) e *M. fragilis* Neves & Johnsson, 2009) (Neves & Johnsson 2009), predominantemente azooxanteladas, formando colônias ramificadas, massivas, nodulares ou incrustantes (Veron 2000). O grupo é característico pela diversidade morfológica entre espécies e a alta plasticidade morfológica destas (Fenner 1993), ocasionadas por fatores ambientais, diferenciações genéticas, ou ambas as causas (Amaral 1994). A espécie *M. decactis* é amplamente distribuída, ocorrendo desde o Parcel do Manuel Luiz até Santa Catarina (Castro & Pires 2001; Capel et al. 2012). A espécie, hermafrodita e incubadora de larvas, apresenta a

maior distribuição batimétrica dentro do grupo, ocorrendo desde áreas rasas (03 a 30 m) até maiores profundidades (Labrel 1971, Cairns 2000, Castro & Pires 2006; Muramatsu & da Silveira 2008). No limite sul de ocorrência da espécie na costa brasileira, no litoral de Santa Catarina, a espécie compõe uma formação diferenciada. Em uma área de aproximadamente 3.400 m², são encontradas colônias livres, roladas sob o substrato, formando um banco semelhante aos de rodolitos, além das colônias usuais incrustadas no costão rochoso (Capel et al. 2012).

Área de estudo

A Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (REBIO Marinha do Arvoredo) (27°11'S - 27°16'S e 48°19'O - 48°24'O) (Fig. 1) situa-se a aproximadamente 11 km ao norte da Ilha de Santa Catarina. Composta pelas ilhas Arvoredo, Deserta, Galé e pelo rochedo do Calhau de São Pedro, a reserva abrange uma área total de 17.800 ha. A Ilha da Galé é a segunda em tamanho, menor apenas que a Ilha do Arvoredo. Localizada na porção noroeste da reserva, trata-se da mais continental entre as ilhas. Na porção oeste da Ilha, orientada no sentido norte-sul, situa-se o banco de corais livres, composto pela espécie *Madracis decactis* (Fig. 1B) (Capel et al. 2012). O sítio apresenta um substrato não consolidado entre 07 e 12 metros, composto por sedimento biodetrítico grosso, e inúmeros matacões abaixo dos 10 metros, proporcionando uma elevada complexidade local (MMA/ IBAMA 2004).

A área localiza-se próximo ao limite sul de costões rochosos no litoral brasileiro e recebe influência das correntes do Brasil (águas quentes que fluem no sentido norte-sul) e das Malvinas (águas frias fluindo no sentido sul-norte), apresentando dois padrões sazonais com relação à dinâmica de massas d'água, (a) primavera-verão, com elevada estratificação na coluna d'água e eventos de ressurgência (ACAS) e subsidência; e (b) outono-inverno, coluna d'água homogênea com advecção de águas subantárticas (MMA/ IBAMA 2004). O clima regional é temperado chuvoso, com temperaturas variando entre 15°C e 26°C precipitação média anual de 1.500 mm. A temperatura da superfície do mar apresenta uma ampla variação ao longo do ano, com máximas de 28°C no verão e mínimas de 14°C no inverno,

possibilitando a sobrevivência de algumas espécies de afinidade tropical, embora em baixas densidades.

Amostragem

Delineamento da área

A área ocupada pela população de *Madracis decactis* foi delimitada durante mergulhos autônomos (SCUBA) entre dezembro de 2010 e abril de 2011, e medida através do posicionamento de poitas presas a boias nos perímetros do banco de corais por dois mergulhadores autônomos. Cada ponto do perímetro foi marcado em superfície com GPS (Garmin eTrex Legend). Este procedimento revelou colônias esparsas (baixa densidade, < 1 colônia m^{-2}) próximas ao perímetro do banco, e uma porção do banco com cerca de 20 x 40 metros ($\sim 800 m^2$) com uma maior densidade de corais. Para a amostragem dos parâmetros populacionais, nesta porção com maior densidade de corais foram posicionados quatro transectos georeferenciados de 20 metros de comprimento por 01 metro de largura, orientados aproximadamente paralelos ao costão rochoso (Fig. 1C), ao longo de um gradiente de profundidade, aos 07, 09, 10 e 12 metros (um transecto por profundidade), distantes cerca de 10 metros um do outro. O posicionamento de cada transecto foi demarcado com três vergalhões parcialmente enterrados no sedimento (perpendicularmente ao fundo), um em cada extremidade e um na parte central de cada transecto de 20 metros. Cada um dos quatro transectos fixos de 20 m x 1 m foi constituído por 1 cabo guia de 20 metros de comprimento fixo aos três vergalhões e sem tocar o substrato, permanecendo *in situ* durante todo o estudo, enquanto 20 quadrados consecutivos de 01 x 01 m foram posicionados adjacentes ao cabo apenas nas amostragens, sendo assim amostrada sempre a mesma área de 20m x 01 m, interferindo minimamente no substrato, sem deslocar os corais.

Para identificar o padrão de distribuição espacial das colônias, como agrupada, uniforme ou randômica, foi realizada a análise dos quadrados contínuos (*Contiguous Quadrats*) no programa Ecological Methodology (Krebs 1999).

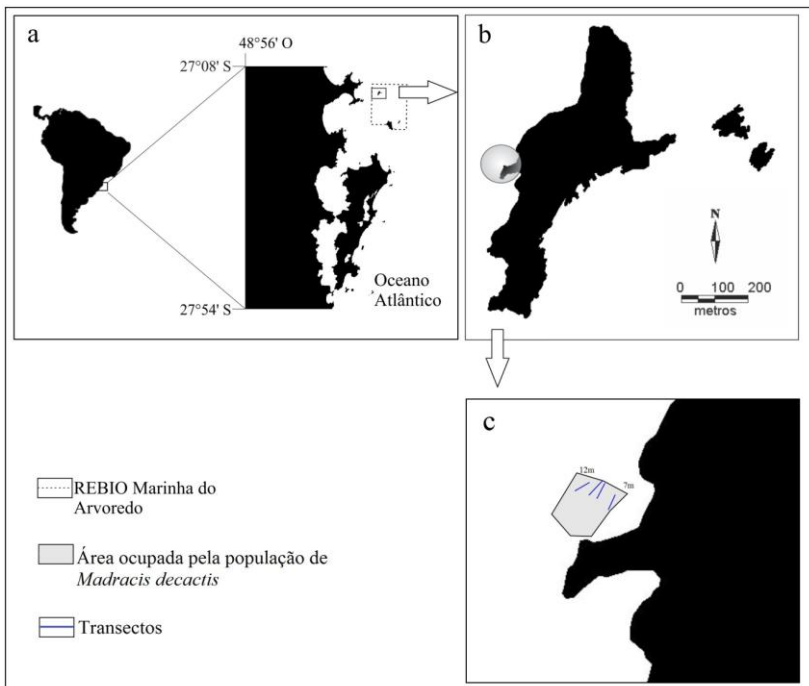


Figura 1. (a) localização da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, (b) Ilha da Galé e localização da área de estudo e (c) mapa da área ocupada pela população de *Madracis decactis* e posição dos transectos fixos.

Caracterização do substrato

Amostragens para a caracterização do substrato foram realizadas a partir de mergulhos autônomos em dezembro de 2011. Ao longo de cada um dos quatro transectos fixos foram amostrados 20 quadrados consecutivos de 1 x 1 m, totalizando uma área de 80 m² amostrados (4 x 20 m²). A composição do substrato ao longo dos transectos foi caracterizada através do método de foto quadrados (Hill & Wilkinson 2004, Preskitt 2004, Dumas et al. 2009), sem interferir na dinâmica do banco. Uma imagem de cada quadrado de 1 m² foi obtida com uma câmera digital (Canon Powershot G10 e caixa estanque Canon DSC WP-DC28) a fim de estimar a porcentagem de cobertura do substrato,

separado em rocha, areia, cascalho (incluindo rodolitos e colônias de coral roladas) e alga.

Forma das colônias

Para avaliar a forma das colônias foram escolhidas 74 colônias a esmo, localizadas fora da área dos transectos, e tiradas medidas em campo do comprimento maior, intermediário e menor, segundo método delineado por Bosence (1976) e Bosence & Pedley (1982) para avaliar a forma de rodolitos. A forma foi avaliada separadamente para cada classe de tamanho, e as colônias com tamanho maior do que 12 cm foram avaliadas em conjunto com a classe de 9,1 - 12 cm, devido ao baixo número de exemplares. Os dados foram plotados usando uma planilha TRIPLLOT v.1.3 de Graham & Midgley (2000), baseada em Sneed e Folk (1958), permitindo classificar as colônias entre os formatos esférico, discoidal e elipsoidal (Bosence & Pedley 1982, Perry 2005). Também foi avaliada a esfericidade (S) das colônias através da fórmula $S = \sqrt[3]{LSI/L^3}$, onde L, S e I representam o comprimento maior, menor e intermediário da colônia, e um valor de 1,0 representa a forma esférica (Folk 1968). A fórmula mostra quantitativamente o quão próximas são as três medidas, e geralmente é associada com a frequência de movimentação (Folk 1968, Bosence 1976, Bosence & Pedley 1982).

Estrutura espaço-temporal da população

Para avaliar a estrutura populacional no espaço e no tempo, a densidade de colônias foi determinada durante mergulhos autônomos em março, junho, setembro e dezembro de 2011 com o apoio do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), nos 20 quadrados consecutivos de 1 x 1 m ao longo dos quatro transectos fixos (20 x 1 x 4) posicionados em diferentes profundidades. A amostragem consistia no censo visual (contagem *in situ*) de todas as colônias encontradas dentro da área do quadrado (1 m²), divididas de acordo com a condição, sendo classificadas em vivas e mortas. As colônias foram consideradas vivas sempre que havia tecido vivo em sua superfície exposta, e foram ainda classificadas de acordo com o tamanho, estimado em cinco classes com intervalos de três centímetros

(0,1 - 3; 3,1 - 6; 6,1 - 9; 9,1 - 12; >12). Assume-se que provavelmente houve uma subestimativa tanto na densidade de colônias vivas (já que nenhuma colônia foi deslocada pelos mergulhadores durante as amostragens para verificar a condição da colônia na porção em contato com o substrato), assim como na densidade de colônias mortas, já que algumas colônias poderiam estar recobertas por outros organismos (p. ex. colonizadas por algas) impossibilitando uma identificação rápida em campo.

Adicionalmente, três quadrados fixos nos três primeiros transectos foram selecionados para realização de foto-quadrados de 0,25 x 0,25 m (totalizando 16 imagens por quadrado de 1 x 1 m). Em cada transecto foram escolhidos os três quadrados consecutivos onde foi observada a maior densidade de colônias na primeira amostragem (março de 2011). Não foram realizados foto-quadrados no transecto aos 12 metros de profundidade por não ter sido encontrada nenhuma colônia viva nessa profundidade em março de 2011. As imagens foram obtidas para estimar a área de cobertura do substrato composta por tecido vivo de *Madracis decactis* ao longo do ano. Os valores de área de cobertura (em m²) obtidos em cada conjunto de 16 sub-quadrados foram somados após o processamento das fotos, e a partir do valor de área de cobertura total em cada um dos quadrados foi calculada a porcentagem de cobertura do substrato composta por tecido vivo m⁻². As imagens em escala de 0,25 x 0,25 m foram utilizadas por ter uma melhor resolução que as imagens de 1 x 1 m, que não permitem a identificação das colônias pequenas (Leujak & Ormond 2007).

Organismos bioturbadores

Para identificar possíveis organismos bioturbadores foi realizado um levantamento da fauna de invertebrados e peixes dentro da área de amostragem. A fauna de macroinvertebrados bentônicos foi amostrada nos mesmos 20 quadrados consecutivos de 1 x 1 m ao longo dos quatro transectos fixos, e consistiu na contagem dos indivíduos encontrados em dezembro de 2011. O levantamento da composição e abundância das espécies de peixes foi realizado através de 12 censos visuais em transectos de 20 x 2 m (40 m²) dentro da área de amostragem entre 06 e

08 metros de profundidade em fevereiro de 2011, por Juan Pablo Quimbayo. O método consiste na identificação das espécies de peixes avistadas a uma distância de 1 metro de cada lado (esquerdo e direito) do amostrador, ao longo de 20 m de extensão (Floeter et al. 2007). Observações adicionais de espécies não encontradas nos censos também foram consideradas.

Análises de foto-quadrado

As imagens obtidas com os foto-quadrados foram tratadas no programa Photoshop CS2 (versão 9.0) e processadas em laboratório no programa CPCe - *Coral Point Count with Excel Extensions* (versão 3.5) (Kohler & Gill 2006). Tanto para a estimativa da porcentagem de cobertura do substrato quanto para determinar a cobertura de coral vivo foi utilizada a análise da área ocupada por cada substrato e pela cobertura viva das colônias, respectivamente, utilizando o programa CPCe.

Análises estatísticas

Um teste de qui-quadrado (X^2) foi realizado a fim de comparar as proporções de colônias em cada classe de tamanho entre as diferentes profundidades (07, 09 e 10 metros) em cada uma das amostragens, com a hipótese nula de que as colônias em cada classe de tamanho apresentam distribuições similares (33,33%) por profundidade. Para avaliar possíveis variações na densidade das colônias vivas e mortas em cada profundidade (07, 09, 10 e 12 metros) e ao longo do tempo foi realizada uma análise de variância com medidas repetidas de duas vias (*Two-way Repeated Measures ANOVA*), seguido pelo teste a *posteriori* de Tukey. Apesar de os dados não atenderem a todas as premissas da ANOVA, o teste foi utilizado por ser uma ferramenta considerada extremamente robusta para testar os fatores e suas interações (Underwood 1997). Possíveis relações entre a densidade de colônias m^{-2} e a porcentagem de cobertura rochosa no substrato foram avaliadas através de uma análise de correlação de Pearson. Todas as análises foram realizadas no programa *STATISTICA 7*.

Resultados

Delineamento da área

O mapeamento georeferenciado revelou que o banco de *Madracis* abrange uma área total de 3.400 m², entre 05 e 15 metros de profundidade, na face oeste da Ilha da Galé, inserida na REBIO Marinha do Arvoredo (Fig. 1C). A formação é composta por colônias livres da espécie *Madracis decactis*, roladas sobre substrato bioclástico plano não consolidado (areia e cascalho), além de outros organismos rolados, como rodolitos, esponjas, briozoários e ascídias (Fig. 2). Foram identificadas cinco espécies de esponjas roladas, e um briozoário no banco da Ilha da Galé (Tabela 1). Com exceção dos rodolitos, que podem ser encontrados em toda a extensão do banco, os demais organismos rolados são mais abundantes aos 12 metros de profundidade. Durante o delineamento, foi observado que as colônias do coral *M. decactis* apresentam uma distribuição agrupada, com aglomerações frequentemente próximas a espaços “afunilados” entre matações, particularmente em profundidades em torno dos 09 metros. Colônias incrustadas são observadas em profundidades inferiores a 09 metros, com um crescimento incrustante e nodular.

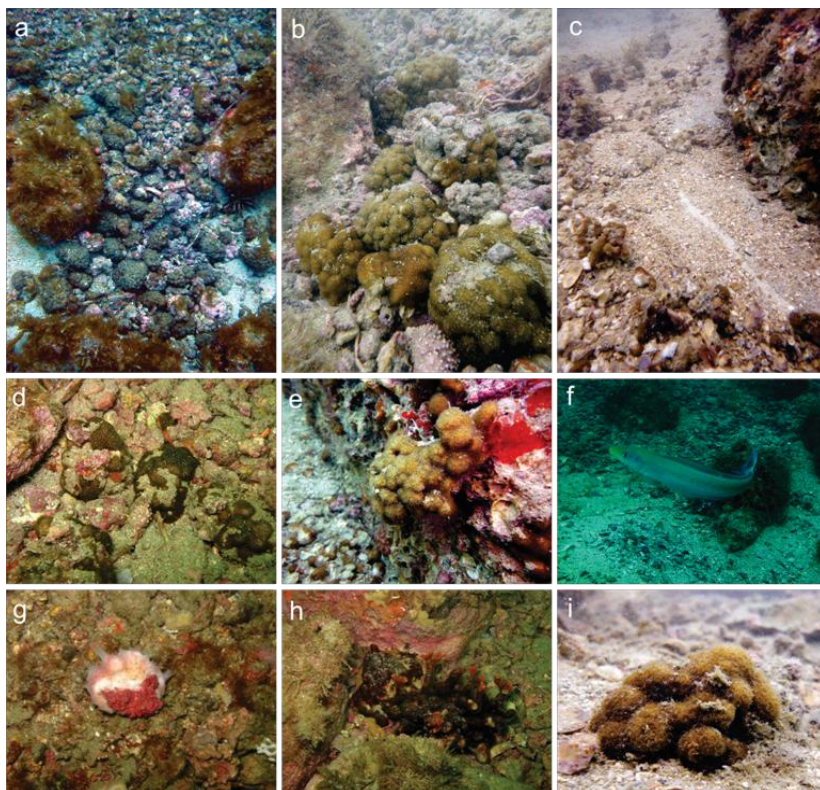


Figura 2. a,b- colônias livres do coral *Madracis decactis* na Ilha da Galé (SC); c- rastro da espécie *Clypeaster subdepressus* sobre o substrato; d- colônias livres de *M. decactis* associadas a rodolitos; e- colônia incrustada de *M. decactis* no costão rochoso com pequenas colônias roladas sobre o substrato próximo; f- *Malacanthus plumieri*; g- esponja rolada *Haliclona (Halichoclona) sp.*; h- briozoário rolado *Schizoporella sp.*; i- detalhe de uma colônia rolada de *M. decactis*. Imagens cortesia de Paulo Bertuol, Bruna F. Gregoletto, João Carraro e Edson Faria Junior.

Tabela 1. Lista de táxons encontrados na Ilha da Galé (SC) junto ao banco de *Madracis decactis* entre 05 e 12 metros de profundidade ao longo do ano de 2011. * = superfamília. Poríferos identificados por João Carraro.

FILO	CLASSE	FAMÍLIA	TÁXON
Ectoprocta	Gymnolaemata	Schizoporellidae	<i>Schizoporella</i> Hincks, 1877
Porifera	Demospongiae	Chalinidae	<i>Haliclona (Halichoclona) sp1</i> de Laubenfels, 1932
			<i>Haliclona (Halichoclona) sp2</i> de Laubenfels, 1932
		Axinellidae	<i>Dragmacidon reticulatum</i> (Ridley & Dendy, 1886)
		Hymedesmiidae	<i>Hemimyscale columella</i> (Bowerbank, 1874)
		Suberitidae	<i>Suberites aurantiacus</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)
Echinodermata	Asteroidea	Echinasteridae	<i>Echinaster (Othilia) brasiliensis</i> Müller & Troschel, 1842
		Oreasteridae	<i>Oreaster reticulatus</i> (Linnaeus, 1758)
	Echinoidea	Clypeasteridae	<i>Clypeaster subdepressus</i> (Gray, 1825)
		Cidaridae	<i>Euclidaris tribuloides</i> (Lamarck, 1816)
		Echinometridae	<i>Echinometra lucunter</i> (Linnaeus, 1758)
Arthropoda	Malacostraca	Inachidae	<i>Stenorhynchus seticornis</i> (Herbst, 1788)
		Paguroidea *	-
Chordata	Actinopterygii	Blenniidae	<i>Parablennius marmoratus</i> (Poey, 1876)
		Centropomidae	<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)
		Chaetodontidae	<i>Chaetodon striatus</i> Linnaeus, 1758
		Serranidae	<i>Mycteroperca acutirostris</i> (Valenciennes, 1828)
			<i>Mycteroperca venenosa</i> (Linnaeus, 1758)
		Gobiidae	<i>Coryphopterus glaucofraenum</i> Gill, 1863
		Haemulidae	<i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Haemulon aurolineatum</i> Cuvier, 1830			
Holocentridae	<i>Holocentrus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)		

	Kyphosidae	<i>Kyphosus sp.</i> Lacepède, 1802
	Labridae	<i>Bodianus rufus</i> (Linnaeus, 1758) <i>Halichoeres poeyi</i> (Steindachner, 1867)
	Labrisomidae	<i>Malacoctenus delalandii</i> (Valenciennes, 1836)
	Malacanthidae	<i>Malacanthus plumieri</i> (Bloch, 1786)
	Mullidae	<i>Pseudupeneus maculatus</i> (Bloch, 1793)
	Pomacanthidae	<i>Pomacanthus paru</i> (Bloch, 1787)
	Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758) <i>Chromis multilineata</i> (Guichenot, 1853) <i>Stegastes fuscus</i> (Cuvier, 1830)
	Scaridae	<i>Cryptotomus roseus</i> Cope, 1871 <i>Sparisoma axillare</i> (Steindachner, 1878)
	Sciaenidae	<i>Odontoscion dentex</i> (Cuvier, 1830) <i>Pareques acuminatus</i> (Bloch & Schneider, 1801)
	Serranidae	<i>Serranus flaviventris</i> (Cuvier, 1829)
	Muraenidae	<i>Gymnothorax moringa</i> (Cuvier, 1829)
	Ogocephalidae	<i>Ogocephalus vespertilio</i> (Linnaeus, 1758)
	Bothidae	<i>Bothus ocellatus</i> (Agassiz, 1831)
Elasmobranchii	Dasyatidae	<i>Pteroplatytrygon violacea</i> (Bonaparte, 1832)

Caracterização do substrato

A composição do substrato, avaliada em dezembro de 2011, varia dentro e entre as diferentes profundidades. Nas regiões mais rasas o substrato é composto predominantemente por areia, cobrindo 57% e 49% da superfície dos transectos aos 07 e 09 metros de profundidade, respectivamente (Fig. 3). Aos 10 m a cobertura de areia se mantém elevada (48%), no entanto observa-se um aumento da contribuição de cascalho (46%) na composição do substrato. Aos 12 metros de profundidade o cascalho é o principal constituinte do substrato, cobrindo 65% dos vinte metros avaliados.

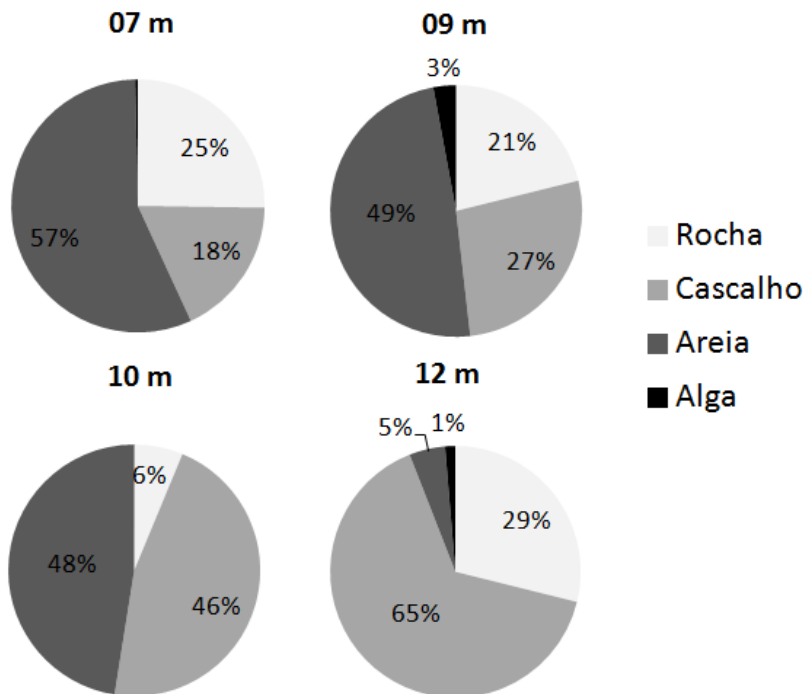


Figura 3. Porcentagem do substrato coberto por rocha, cascalho, areia e alga em cada um dos quatro transectos com 20 metros de comprimento, aos 07, 09, 10 e 12 metros de profundidade, na Ilha da Galé (SC) em dezembro de 2011.

Forma das colônias

Os resultados sugerem que a forma das colônias varia de acordo com a classe de tamanho. Colônias de até 03 cm tendem a ser esféricas e sub-esféricas, alternando para um predomínio de formas sub-esféricas em colônias com 3,1 a 09 cm e formatos mais discoidais nas colônias com mais de 09 cm (Fig. 4). A esfericidade das colônias variou entre 0,41 e 0,94, com 19% do total de colônias apresentando um valor acima de 0,8 (sendo 1,00 o valor correspondente a um formato perfeitamente esférico). Assim como no cálculo da forma, a análise da esfericidade nas diferentes classes de tamanho demonstrou uma maior porcentagem de colônias esféricas e subesféricas (representadas pelos valores de esfericidade maiores que 0,8) em colônias com tamanhos de 0,1 a 03 cm

e de 6,1 a 09 cm (38% e 22% do total, respectivamente). Algumas colônias, principalmente as menores, contêm tecido vivo em toda a superfície. Os pólipos em contato com o substrato podem apresentar algum nível de branqueamento, mas se mantêm vivos, o que nem sempre é observado nas colônias maiores, que frequentemente contêm muitos pólipos mortos na superfície em contato com o sedimento.

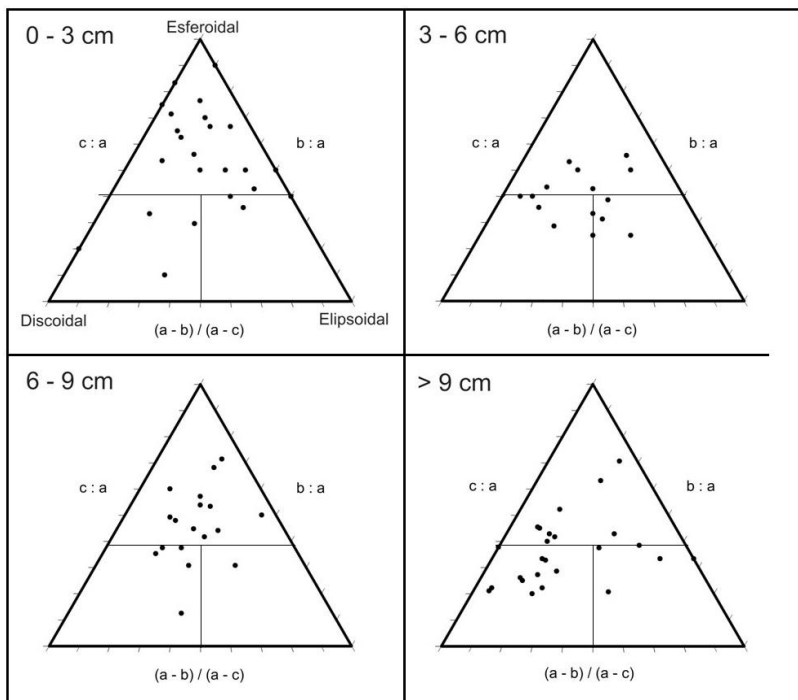


Figura 4. Diagrama da forma das colônias de *Madracis decactis* da Ilha da Galé (SC) de acordo com as classes de tamanho de 0,1 - 3 cm (n = 16), 3,1 - 6 cm (n = 15), 6,1 - 9 cm (n = 18) e acima de 9,1 cm (n = 25) baseado nas medidas dos diâmetros maior (a), intermediário (b) e menor (c) das colônias.

Estrutura espaço-temporal da população

O tamanho das colônias variou entre 1,5 e 17 cm. Colônias com tamanho entre 0,1 e 3 cm foram as mais frequentes, representando até 66% das colônias amostradas em março de 2011. Ao longo das

amostragens a proporção total de colônias com até 03 cm diminuiu para 57%, enquanto a proporção total de colônias com mais de 06 cm se manteve relativamente constante (Tabela 2).

Tabela 2. Número de colônias vivas de *Madracis decactis* na Ilha da Galé (SC) por classe de tamanho em cada amostragem (N) e proporção em relação ao total (%).

Classe de tamanho	Amostragem							
	Março		Junho		Setembro		Dezembro	
	N	%	N	%	N	%	N	%
0,1 – 3	283	66%	134	63%	81	53%	77	57%
3,1 - 6	108	25%	43	20%	46	30%	35	26%
6,1 - 9	23	5%	20	9%	17	11%	14	10%
9,1 - 12	13	3%	12	6%	7	5%	7	5%
>12	5	1%	3	1%	2	1%	2	2%
Total	432		212		153		136	

É possível observar um padrão na distribuição das classes de tamanho por profundidade, com um aumento na proporção de colônias grandes conforme a profundidade aumenta (Fig. 5). Nas porções rasas do banco, próximo aos 07 metros de profundidade, predominaram colônias de até 03 centímetros em todas as amostragens, com exceção de junho quando nenhuma colônia viva foi encontrada nessa profundidade (Fig. 5). Aos 09 metros a proporção de colônias com até 03 cm permanece alta, no entanto já ocorrem colônias maiores. Aos 10 metros de profundidade a maior parte das colônias encontradas em março e junho tinha até 03 cm, enquanto em setembro predominaram colônias de 3,1 - 6 cm, e em dezembro só foram observadas colônias com mais de 3,1 cm (Fig. 5). Diferenças estatisticamente significativas na proporção das classes de tamanho entre as profundidades foram encontradas somente em março ($X^2 = 68,71$, $DF = 8$, $p < 0,01$) e dezembro ($X^2 = 73,04$, $DF = 12$, $p < 0,01$).

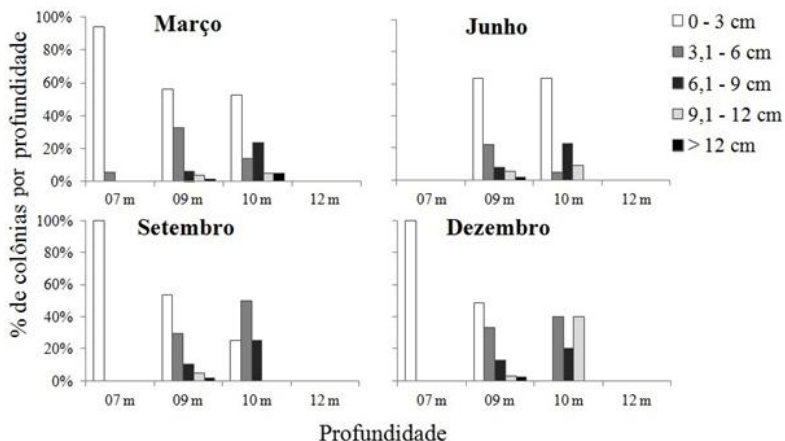


Figura 5. Proporção de colônias de *Madracis decactis* por classe de tamanho por profundidade ao longo de 2011 na Ilha da Galé (SC).

Avaliando a proporção de colônias de cada classe de tamanho entre as diferentes profundidades amostradas, verifica-se que independente da classe de tamanho, as maiores proporções são sempre encontradas aos 09 metros de profundidade, onde são encontradas as maiores densidades, com exceção de dezembro, quando colônias entre 9,1 - 12 cm foram mais abundantes aos 10 metros de profundidade (Tabela 3).

Com relação à distribuição na densidade total de colônias por profundidade, foi encontrada uma diferença estatisticamente significativa entre a densidade encontrada aos 09 metros comparada a densidade encontrada aos 07 e 10 metros ($F(2,228) = 16,53$; $p = 0,01$; Teste de Tukey: $\alpha \leq 0,05$) (Tabela 4), com uma tendência de aumento na densidade de colônias entre 07 e 09 metros, e uma diminuição na densidade em profundidades maiores que 09 metros. Considerando somente as colônias vivas, foi encontrada uma densidade significativamente maior de colônias aos 09 metros de profundidade com relação ao encontrado aos 10 metros no mês de março ($F(2,228) = 7,10$; $p < 0,01$; Teste de Tukey: $\alpha \leq 0,05$). As maiores densidades de colônias se mantiveram concentradas aos 09 metros em todas as

amostragens, com exceção dos meses de junho e setembro, quando a densidade de colônias mortas foi maior aos 7 metros (Fig. 6).

Tabela 3. Número de colônias de *Madracis decactis* por classe de tamanho em cada profundidade ao longo do tempo na Ilha da Galé (SC) e entre parêntese a proporção em relação ao total.

Prof (m)	Março					Junho				
	0-3	3,1-6	6,1-9	9,1-12	>12	0-3	3,1-6	6,1-9	9,1-12	>12
07	100 (35%)	6 (6%)	0	0	0	0	0	0	0	0
09	172 (61%)	99 (92%)	18 (78%)	12 (92%)	4 (80%)	120 (90%)	42 (98%)	15 (75%)	10 (83%)	3 (100%)
10	11 (4%)	3 (3%)	5 (22%)	1 (8%)	1 (20%)	14 (11%)	1 (2%)	5 (25%)	2 (17%)	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	283	108	23	13	5	134	43	20	12	3

Prof (m)	Setembro					Dezembro				
	0-3	3,1-6	6,1-9	9,1-12	>12	0-3	3,1-6	6,1-9	9,1-12	>12
07	5 (6%)	0	0	0	32 (42%)	0	0	0	0	32 (42%)
09	73 (90%)	40 (87%)	14 (82%)	7 (100%)	45 (58%)	31 (89%)	12 (86%)	3 (38%)	2 (100%)	45 (58%)
10	3 (4%)	6 (13%)	3 (18%)	0	0	4 (11%)	2 (14%)	4 (50%)	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	1 (13%)	0	0
Total	81	46	17	7	77	35	14	8	2	77

Tabela 4. Valores de F e p resultantes da *two-way Repeated Measures ANOVA*. * representam diferenças estatisticamente significativas.

Fatores	Graus de liberdade	F	p
Profundidade	2	16,53	0,000*
Amostragem	3	0,89	0,445
Condição	1	2,78	0,097
Profundidade x Amostragem	6	0,33	0,923
Condição x Profundidade	2	7,10	0,001*
Condição x Amostragem	3	5,60	0,001*
Condição x Profundidade x Amostragem	6	3,29	0,004*

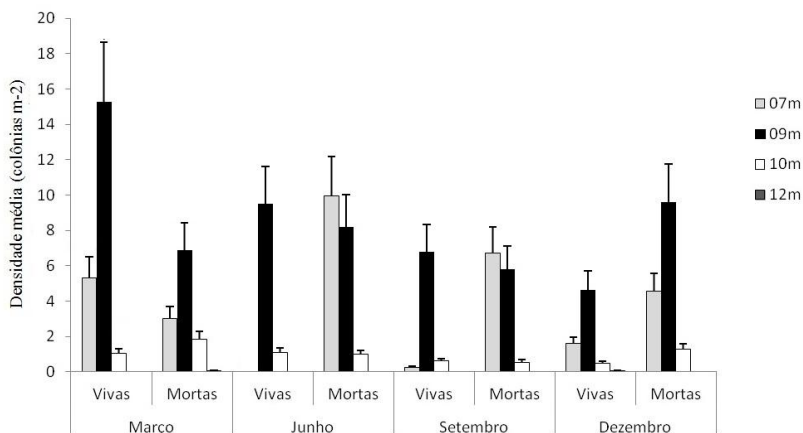


Figura 6. Densidade média (\pm EP) de colônias vivas e mortas de *Madracis decactis* por profundidade em cada amostragem na Ilha da Galé (SC).

Entre as quatro amostragens, a maior densidade considerando os quatro transectos foi encontrada em março (668 colônias), com uma densidade máxima de 82 colônias vivas m⁻², diminuindo ao longo do tempo (Tabela 5). A menor densidade foi observada em setembro, quando foi contado um total de 414 colônias e um máximo de 32 colônias vivas m⁻². A densidade de colônias vivas caiu para metade entre março e junho, e continuou a diminuir até a amostragem de

dezembro, enquanto a densidade de colônias mortas aumentou entre março e junho, diminuiu em setembro e voltou a aumentar em dezembro (Tabela 5). Não foram encontradas diferenças significativas na densidade total de colônias entre as quatro amostragens ($F(3,228) = 0,89$; $p = 0,45$; Teste de Tukey: $\alpha \leq 0,05$) (Tabela 4).

Tabela 5. Número de colônias vivas (V), mortas (M) e número total de colônias de *Madracis decactis* encontradas em cada profundidade nas quatro amostragens na Ilha da Galé (SC).

	Março			Junho			Setembro			Dezembro		
	V	M	T	V	M	T	V	M	T	V	M	T
07m	106	60	166	0	189	189	5	134	139	32	91	123
09m	305	138	443	190	164	354	136	116	252	93	192	285
10m	21	37	58	22	20	42	12	11	23	10	26	36
12m	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Total	432	236	668	212	373	585	153	261	414	136	309	445

Em média, a densidade de colônias vivas m^{-2} diminuiu aos 07 metros entre março e junho, quando nenhuma colônia viva foi encontrada, e teve um leve aumento em setembro e dezembro (Fig. 6). Aos 09 metros de profundidade a densidade média de colônias vivas diminuiu ao longo do ano e aos 10 metros a densidade média se manteve relativamente constante (Fig. 6). Observando a densidade média de colônias mortas em cada profundidade ao longo do ano, houve um aumento nos 07 e 09 metros de março para junho, com uma leve diminuição em setembro e voltando a aumentar em dezembro aos 09 metros de profundidade. Aos 10 metros a densidade média de colônias mortas se manteve relativamente constante ao longo do ano (Fig. 6).

Diferenças significativas foram encontradas no mês de março, quando a densidade de colônias vivas foi significativamente maior que a densidade de colônias mortas aos 09 metros de profundidade, e no mês de junho, quando a densidade de colônias mortas foi significativamente maior que a densidade de colônias vivas nessa profundidade ($F(2,228) = 7,1$; $p < 0,01$; Teste de Tukey: $\alpha \leq 0,05$) (Tabela 4).

A proporção entre colônias vivas e mortas em cada profundidade também apresentou variação ao longo do ano (Fig. 7). Aos 07 metros de profundidade mais de 50% das colônias estavam vivas no mês de março. Em junho isso se inverteu em junho, quando nenhuma colônia viva foi encontrada, e se manteve em setembro, quando somente 3,6% das colônias observadas estavam vivas. No mês de dezembro houve um aumento na proporção de colônias vivas comparado a junho e setembro, embora a proporção de colônias mortas tenha se mantido alta (75%). Nos 09 metros a quantidade de colônias vivas foi maior que a quantidade de colônias mortas em março, junho e setembro, o que se inverteu em dezembro quando 67% das colônias estavam mortas. Já aos 10 metros, observa-se que em março e dezembro mais de 50% das colônias estavam mortas, enquanto em junho e setembro a quantidade de colônias vivas foi maior, embora a diferença tenha sido pequena (Fig. 7). Nos 12 metros de profundidade foram encontradas somente duas colônias ao longo das amostragens, uma colônia morta em março e uma colônia viva em dezembro. Não foi encontrada correlação significativa entre a densidade de colônias vivas e a porcentagem de cobertura rochosa no substrato ($r = 0,24$; $p = 0,07$).

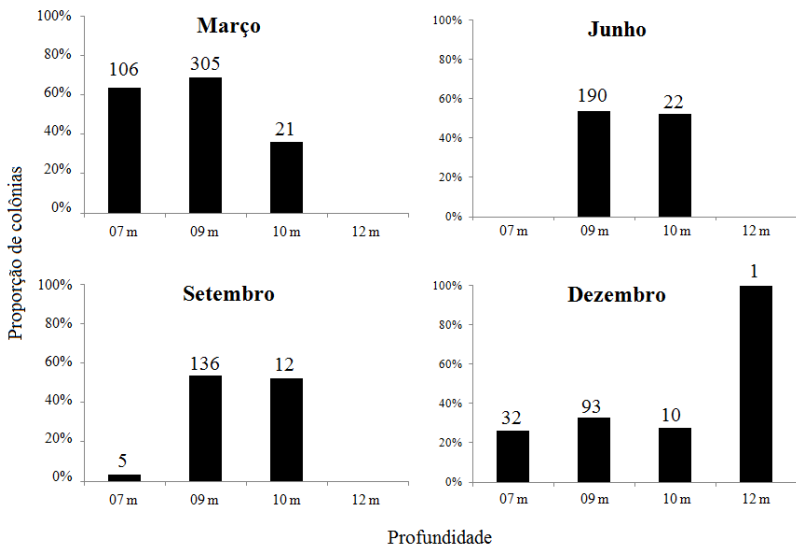


Figura 7. Proporção de colônias vivas de *Madracis decactis* na Ilha da Galé (SC) por profundidade ao longo de 2011. Os valores acima das barras representam o número total de colônias.

Cobertura viva de *Madracis decactis* no substrato

A porcentagem de cobertura viva das colônias de *Madracis decactis* nos três quadrados fixos analisados aos 07, 09 e 10 metros de profundidade acompanhou as alterações na densidade de colônias ao longo do tempo, com as maiores porcentagens de cobertura aos 09 metros. Nos três quadrados de 1 m analisados aos 07 metros de profundidade a porcentagem de cobertura viva de *M. decactis* atingiu um máximo de 0,17% em março, caiu para zero em junho e aumentou para 0,01% em setembro e um máximo de 0,04% em dezembro (Fig. 8). Aos 9 metros a porcentagem de cobertura variou de 1,91% a 4,01% em março, e caiu para um intervalo de 1,24% a 3,48% em junho, 0,95% a 2,28% em setembro e 0,37% a 1,44% em dezembro. Já aos 10 metros de profundidade, a porcentagem de cobertura aumentou de zero em março, para um máximo de 0,08% em junho e caiu para 0,03% e zero em setembro e dezembro, respectivamente (Fig. 8).

Entre os pontos fixos avaliados foi possível observar um elevado dinamismo do banco, com forte influência da sedimentação, que em diversos pontos cobriu parte da área antes ocupada por rodolitos e colônias de *Madracis decactis* (Fig. 9). No entanto, embora muitas colônias tenham mudado de posição ou sido recobertas por sedimento foi possível observar algumas colônias na mesma posição durante todo o período de amostragem (Fig. 10).

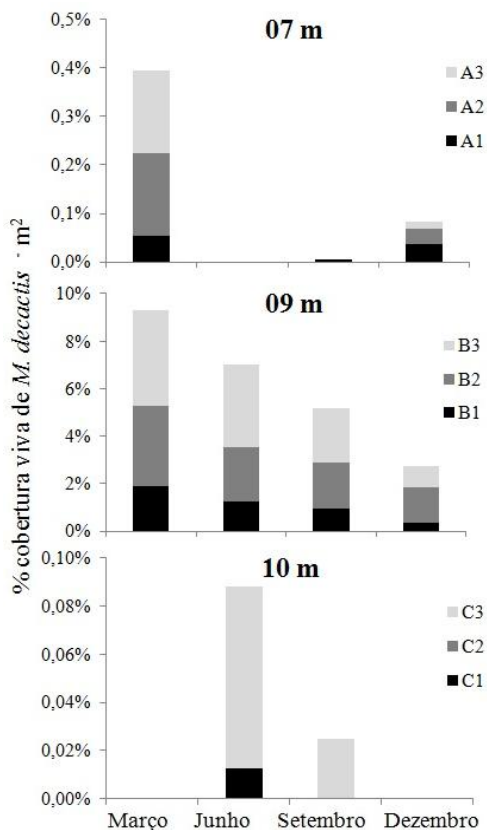


Figura 8. Porcentagem do substrato coberto por tecido vivo de *Madracis decactis*, avaliada em três quadrados fixos (1 x 1 m) aos 07, 09 e 10 metros de profundidade ao longo do ano na Ilha da Galé (SC).

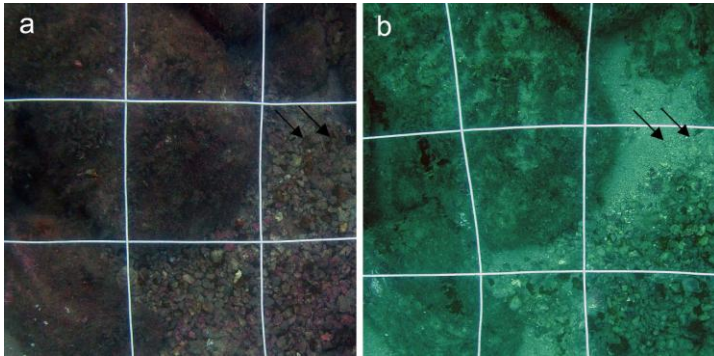


Figura 9. Imagem mostrando o aumento na cobertura de areia (apontado pelas setas pretas) no mesmo ponto aos 09 metros de profundidade na Ilha da Galé (SC) (a) em março e (b) junho de 2011.

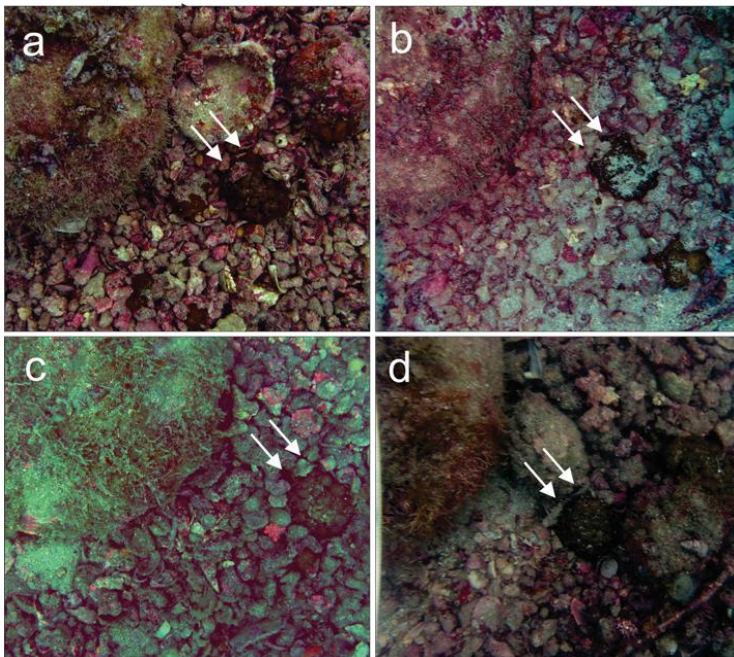


Figura 10. Imagem mostrando a mesma colônia no mesmo ponto aos 09 metros de profundidade na Ilha da Galé (SC) (a) em março, (b) junho, (c) setembro e (d) dezembro de 2011.

Organismos bioturbadores

Cinco macro-invertebrados bentônicos foram amostrados dentro dos transectos, dos quais a bolacha do mar *Clypeaster subdepressus* e o caranguejo ermitão (superfamília Paguroidea) foram os mais abundantes (Fig. 11). Os equinodermatas *Oreaster reticulatus* e *Echinometra lucunter* não ocorreram nas áreas amostradas, no entanto são frequentemente observadas no local. A bolacha-do-mar *Clypeaster subdepressus* parece ser um dos principais organismos bioturbadores, particularmente nos 7 metros de profundidade, onde é encontrada em maior abundância (Fig. 11). A espécie se locomove semi-enterrada e frequentemente observam-se espécimes carregando acidentalmente colônias pequenas de *Madracis decactis* (Capel et al. 2012). Os equinodermos *Echinaster brasiliensis* e *Eucidaris tribuloides* e o caranguejo aranha *Stenorhynchus seticornis* foram mais abundantes em profundidade maiores que 09 metros (Fig. 11).

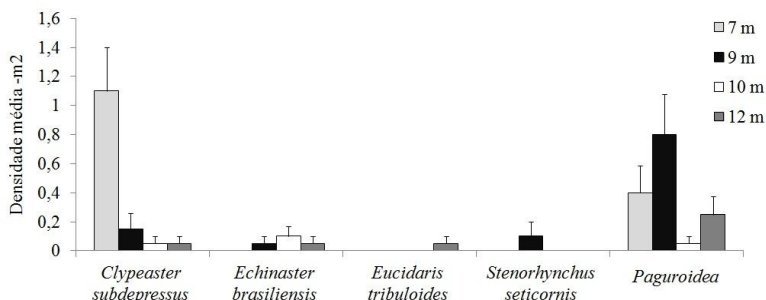


Figura 11. Densidade média (\pm EP) de macro-invertebrados bentônicos por profundidade.

Um total de 24 espécies de peixes foi registrado através de censos visuais na área ocupada pela população de *Madracis decactis* (Tabela 1), das quais *Stegastes fuscus* e *Coryphopterus glaucofraenum* foram as espécies mais abundantes, com densidades de até 20 e 16 indivíduos 40-2, respectivamente. Além dessas, outras quatro espécies importantes foram observadas no banco fora da área dos censos visuais: *Malacanthus plumieri*, *Ogcocephalus vespertilio*, *Bothus ocellatus* e *Pteroplatytrygon violacea*. *Malacanthus plumieri* (Fig. 2-f) pode ser

considerado o principal peixe bioturbador no banco de *M. decactis*, já que foi observada a presença de colônias livres do coral, além de rodolitos, em tocas construídas pela espécie. As espécies *Ogcocephalus vespertilio* e *Bothus ocellatus*, estão comumente associadas ao substrato (Gibran & Castro 1999), e podem ser consideradas potenciais bioturbadores. Raias da espécie *Pteroplatytrygon violacea* foram encontradas na área de estudo durante o mês de setembro.

Discussão

O presente estudo apresenta o primeiro registro de um banco de corais livres no sul do Brasil (27°S), composto pela espécie *Madracis decactis*. Colônias livres da espécie também foram observadas na Ilha Imboassica, na Baía da Ilha Grande em profundidades de 5 a 7 metros (Muramatsu 2007), no entanto não são apresentados maiores detalhes sobre a ocorrência dessas colônias ou sobre a existência de alguma formação semelhante à aqui apresentada para Santa Catarina. Além do coral *M. decactis*, o banco na Ilha da Galé é composto por um conjunto de organismos com forma de crescimento livre, como rodolitos, briozoários, esponjas e ascídias roladas (Fig. 2). Associações entre organismos rolados são encontradas também no Panamá (Glynn 1974) e Golfo da Califórnia (Steller & Foster 1995, Reyes-Bonilla et al. 1997). A forma de crescimento livre permite a colonização de ambientes com diferentes condições ambientais (Glynn 1974), e é possível que a ocorrência do banco de corais em um único ponto da REBIO Marinha do Arvoredo ocupando uma área relativamente pequena (3.400 m²) está associada às condições físicas e biológicas do local. Na região são registrados também dois grandes bancos de rodolitos, na Ilha do Arvoredo (Gherardi 2004) e Deserta (Horta comm. pessoal), embora sem associação com corais rolados.

A presença de organismos rolados é comumente associada a ambientes arenosos e cascalhosos (Pichon 1974, Bosence 1976, James et al. 2006), corroborando com as condições encontradas na Ilha da Galé. A distribuição vertical, entre 05 e 12 metros de profundidade, é semelhante ao observado no Panamá, onde os corais livres são encontrados entre 05 e 09 metros de profundidade (Glynn 1974). Espécies de corais de vida livre em Madagascar se distribuem no recife

de acordo com a distribuição do sedimento, indicando que as espécies, embora suportem modificações na granulometria, podem ser limitadas pelo tipo de sedimento (Pichon 1974, Latypov 2007). Ao contrário do observado no Panamá, as colônias de *Madracis decactis* na Ilha da Galé tem uma distribuição predominantemente agrupada.

As colônias de *Madracis decactis* que compõem o banco atingem um tamanho máximo de 17 cm, com um predomínio de colônias pequenas (< 03 cm), independentemente da profundidade. Corais coloniais de vida livre podem atingir tamanhos de até 18 cm, (*Goniopora stokesi*, Pichon 1974), no entanto a maioria das espécies apresenta um tamanho máximo entre 07 e 15 cm (Pichon 1974, Latypov 2007). No banco da Ilha da Galé foi observado que as colônias menores de *Madracis decactis* apresentaram os formatos mais esféricos (Fig. 5). De fato, colônias menores são mais facilmente movimentadas no ambiente e conseqüentemente tendem a ser mais esféricas (Glynn 1974). A esfericidade das colônias predominou entre 0,6 e 0,8 (relação entre comprimento maior, intermediário e menor), o mesmo encontrado para colônias roladas de *Porites panamensis* Verrill, 1864 no Panamá (Glynn 1974). O valor de esfericidade varia de acordo com a espécie, e em colônias livres da espécie *Pavona gigantea* Verrill, 1869 no Panamá os valores se mantiveram predominantemente entre 0,8 e 0,9 (correspondente aos formatos mais esféricos). O formato esférico e a movimentação frequente possibilitam que a colônia mantenha tecido vivo em quase toda sua superfície, conforme foi observado particularmente nas colônias pequenas de *M. decactis*. Colônias grandes (> 9 cm) de *M. decactis*, com formatos mais achatados e discoidais (Fig. 4), frequentemente apresentavam porções de tecidos com aparência pálida, indicando que estavam em contato prolongado com o substrato, resultante de pouca movimentação. Conforme aumentam de tamanho, as colônias tendem a formas mais achatadas e discoidais, quando a movimentação torna-se mais difícil (Bosence 1976, Prager & Ginsburg 1989). Em rodolitos, a forma é comumente associada com a frequência de movimentação, alternando de esféricas para discoidais conforme a movimentação diminui (Bosence 1976, Prager & Ginsburg 1989, Marrack 1999). Embora a frequência de movimentação das colônias de

M. decactis não tenha sido avaliada, a associação entre a forma e a movimentação parece ocorrer também nas colônias do coral. O mesmo padrão pode ser percebido em colônias livres de corais nas ilhas Seychelles, ao norte de Madagascar (Latypov 2007) e no Panamá (Glynn 1974). Além da movimentação, a forma também pode ser alterada por atividade biológica e quebra durante o transporte (Bosence 1976), e em função da natureza do material que compõe o centro da colônia, quando formadas por recrutamento (Reid & Macintyre 1988, Ballantine et al. 2000, Roff 2007).

O padrão encontrado na distribuição das colônias, com a maior proporção de colônias grandes (> 6 cm) em regiões mais profundas do banco (Fig. 5), pode estar relacionado com a forma de origem das colônias. A partir de observações em campo é possível inferir que algumas colônias roladas estão sendo originadas por fragmentação de colônias no costão, continuando seu crescimento livre no ambiente. Colônias com diâmetro menor de três centímetros foram observadas no substrato inconsolidado logo abaixo de uma colônia incrustada no costão, com crescimento nodular, indicando que as colônias soltas no substrato inconsolidado podem ter se fragmentado de colônias incrustadas. O mesmo foi observado na Baía da Ilha Grande, onde são encontradas colônias roladas de *Madracis decactis* com 5 a 7 cm próximas a colônias incrustadas no costão rochoso (Muramatsu 2007). Uma estratégia semelhante é descrita para a espécie do Indo-Pacífico *Goniopora stokesi* (Rosen & Taylor 1969), que utiliza a fragmentação para colonizar substratos arenosos. Nas regiões mais rasas do banco (próximo aos 07 metros), onde são encontradas colônias incrustantes, não ocorrem colônias livres maiores que seis centímetros, enquanto as poucas colônias observadas aos 12 metros de profundidade eram grandes, apresentando um diâmetro mínimo de nove centímetros. Tal padrão pode indicar que as colônias estão se fragmentando do costão e rolando em direção às maiores profundidades, onde atingem tamanhos maiores. Em bancos de rodolitos é comum observar o mesmo gradiente de tamanho por profundidade (Amado-Filho et al. 2007), embora o oposto, com maiores proporções de colônias grandes em porções mais

rasas do banco também seja encontrado (Steller & Foster 1995, Littler et al. 1991).

A fragmentação pode ser o principal modo de reprodução em muitas espécies de corais recifais (Highsmith 1982), no entanto não é possível afirmar que não esteja ocorrendo recrutamento sobre o substrato solto na Ilha da Galé. Frequentemente ambas as estratégias de reprodução são encontradas ocorrendo simultaneamente (Highsmith 1982), inclusive no gênero *Madracis* (Vermeij et al. 2004). A espécie *Madracis decactis* é hermafrodita e liberadora de larvas (Vermeij et al. 2004). A plânula liberada permanece próxima ao fundo, no máximo 1 metro acima do substrato, começa a explorar o substrato entre 16 a 24 horas depois de liberada e frequentemente assenta próximo à colônia de origem (Vermeij & Bak 2003; Castro & Pires 2006; Muramatsu & da Silveira 2008). A fragmentação pode ser simplesmente um evento ocasional, resultado de fortes tempestades, fragilidade do esqueleto ou bioerosão (Highsmith 1982, DeVantier & Endean 1989), e a sobrevivência dos fragmentos fruto das condições físicas e biológicas locais. Pesquisas direcionadas ao padrão local de reprodução da espécie *M. decactis* são necessárias para uma avaliação mais específica da origem das colônias roladas.

A maior densidade das colônias vivas se manteve concentrada aos 09 metros em todas as amostragens, onde foi encontrado um máximo de 82 colônias vivas m^{-2} . Dados ecológicos sobre bancos de corais livres, particularmente descrevendo a densidade de colônias, são escassos na literatura, e entre os dados disponíveis observa-se uma grande variação nos valores de densidade por unidade de área. Pichon (1974) encontrou uma densidade de 200 colônias m^{-2} da espécie *Heteropsammia cochleata* (Spengler, 1781) (diâmetro máximo da colônia de 03 cm) na lagoa do recife, e até 1.500 colônias m^{-2} da espécie solitária *Fungia distorta* Michelin, 1842 (diâmetro máximo de 05 cm) em um recife de Madagascar. Bancos de corais livres podem ser comparados a bancos de rodolitos, onde densidades elevadas são associadas com uma maior estabilidade, atribuindo certa resistência contra distúrbios pela ação de ondas e correntes (Hinojosa-Arango & Riosmena-Rodriguez 2004). Em bancos de rodolitos no sul do Espírito

Santo, Amado-Filho et al. (2007) encontraram uma densidade média de até 125 (\pm 86) rodolitos m^{-2} em porções rasas dos bancos, enquanto em bancos de rodolitos de La Parguera, Porto Rico, podem ser encontrados até 524 rodolitos m^{-2} (Ballantine et al. 2000). A baixa densidade média de corais no banco da Ilha da Galé pode conferir uma condição pouco estável ao banco, resultando nas grandes variações de densidade observadas.

A densidade de colônias tanto vivas como mortas diminui consideravelmente em direção a maiores profundidades, e poucas colônias dispersas são encontradas em profundidades superiores a 10 metros (Tabela 5). Esse padrão, de maior densidade em porções mais rasas, também foi observado no banco de rodolitos em La Parguera, Porto Rico (Ballantine et al. 2000) e na Ilha do Arvoredo em Santa Catarina (Gherardi 2004). A distribuição dos corais rolados é restringida por fatores como luminosidade e temperatura, mas localmente depende, por exemplo, da hidrodinâmica, conforme observado em bancos de rodolitos (Bosence 1976, Marrack 1999). A movimentação da água e a sedimentação controlam a distribuição vertical de bancos de rodolitos, que são facilmente dispersados em porções rasas do banco pelo maior hidrodinamismo associado a essa região, e podem ser rapidamente recobertos por sedimento em maiores profundidades, onde a movimentação é menor (Steller & Foster 1995, Foster 2001). No banco de *Madracis decactis* não é possível confirmar um padrão semelhante, já que nas porções mais rasas existe uma forte influência da bioturbação, e o hidrodinamismo parece mais intenso nas regiões mais profundas em função das correntes. Não foi encontrada uma correlação positiva entre a densidade de colônias e a porcentagem de cobertura rochosa no substrato, enquanto a presença de organismos bioturbadores parece ter forte influência na distribuição e na formação de agrupamentos de colônias de *M. decactis*.

Ao longo do ano houve uma diminuição na densidade de colônias vivas em todas as profundidades, acompanhada por uma diminuição na cobertura viva do coral no substrato. Em junho de 2011, nenhuma colônia viva foi encontrada nos 07 metros, o que provavelmente está associado a soterramento ou transporte das colônias para fora da área

amostrada. A diminuição considerável na proporção de colônias pequenas ao longo do ano indica que elas têm uma maior mortalidade ou são mais transportadas em comparação com colônias maiores. Taxas de mortalidade maiores entre fragmentos pequenos também são observadas em outros corais (Highsmith 1982, Hughes 1984, Karlson 1986, Bruno 1998). Nos três quadrados de 1 x 1 monitorados aos 09 metros de profundidade, foi possível observar um aumento na cobertura de areia em junho, setembro e dezembro, ocupando parte do substrato onde antes eram encontradas colônias de corais e rodolitos, indicando soterramento (Fig. 9). Uma alta taxa de mortalidade de fragmentos do coral *Madracis auretenra* por soterramento também foi observado na Jamaica (Bruno 1998). Simultaneamente à diminuição na densidade de colônias vivas ocorreu um aumento na densidade de colônias mortas, o que pode refletir um aumento na mortalidade, o reaparecimento de colônias mortas que estavam sob o substrato, ou ambos os fatores. Embora os corais em altas latitudes tolerem condições adversas do ambiente, as condições estressantes do inverno, como a baixa temperatura da água e particularmente a turbidez elevada, podem afetar a sobrevivência das colônias (Wilson et al. 2004; Riul et al. 2008). Diminuição na densidade associada às condições instáveis do inverno também são observadas em banco de rodolitos (Amado-Filho et al. 2007). Embora a quantidade de colônias pequenas tenha tido um leve aumento nos 07 metros entre junho e dezembro, ao contrário do esperado a densidade total de colônias vivas permaneceu baixa em dezembro. A continuidade do monitoramento é, portanto indispensável para avaliar se existe um padrão anual de variação na densidade de colônias, com o pico de densidade no final do verão.

A movimentação das colônias de *Madracis decactis* no ambiente se dá de forma passiva, por ação de fatores hidrodinâmicos e biológicos, e é indispensável para a manutenção do crescimento e estabelecimento da forma das colônias. Nas porções rasas do banco a movimentação parece ocorrer principalmente pela ação de organismos bioturbadores e em menor escala pela hidrodinâmica.

A importância da energia hidráulica é apontada em comunidades de rodolitos (Bosence 1976, Marrack 1999) e briolitos (James et al.

2006, Moissete et al. 2010), e de fato, esses organismos tendem a ocorrer onde as correntes de maré são mais fortes (Pichon 1974). Contudo, em bancos de rodolitos no México, a hidrodinâmica, através da ação de ondas, correntes e marés, parece ter uma importância maior durante o inverno, quando a frequência de movimentação ocasionada por ação de ondas é maior (Steller & Foster 1995, Marrack 1999). Embora não tenham sido realizados medições ou experimentos específicos para avaliar a velocidade das correntes na Ilha da Galé, espera-se encontrar um padrão semelhante.

Quanto aos organismos bioturbadores, a ação destes se dá em função do comportamento das espécies, que movimentam as colônias de forma involuntária ou proposital. Fatores biológicos, através da ação de organismos bioturbadores, são extremamente relevantes para a ocorrência e movimentação de organismos rolados (Glynn 1974, Prager & Ginsburg 1989, Steller & Foster 1995, Marrack 1999, Foster 2001), e em alguns casos pode ter até uma importância maior que a hidrodinâmica na manutenção do banco (Glynn 1974).

O principal organismo bioturbador encontrado aos 7 metros foi a bolacha-do-mar *Clypeaster subdepressus*, que carrega acidentalmente colônias pequenas do coral *Madracis decactis* durante sua movimentação semi-enterrada na areia (Capel et al. 2012). Raias da espécie *Pteroplatytrygon violacea* também podem influenciar na distribuição de colônias nas regiões rasa do banco (< 09 m), enterrando ou desenterrando colônias de *M. decactis* nessa região. Na porção intermediária do banco a movimentação das colônias parece ser fortemente influenciada pela presença da espécie *Malacanthus plumieri*. Essa espécie de peixe é territorial e constrói tocas sobre o substrato arenoso, acumulando cascalho, rodolitos e fragmentos de coral (Clarke et al. 1977, Baird & Baird 1992, Buttner 1996). Na Colômbia, um estudo aponta que *Malacanthus plumieri* utiliza principalmente fragmentos de corais de 2-4 cm na construção da toca, com os fragmentos maiores alocados nas margens da toca (Buttner 1996). Na Ilha da Galé foi encontrada uma toca em setembro de 2011, próxima ao transecto amostrado aos 09 metros de profundidade, composta por inúmeras colônias de coral e rodolitos, indicando que o comportamento

do peixe resulta na formação de um aglomerado de colônias de *M. decactis*. Tendo em vista que a toca é uma bioconstrução grande e não foi observada no delineamento do banco em dezembro de 2010 e tampouco nas amostragens de março e junho de 2011, sua construção provavelmente foi iniciada entre julho e setembro de 2011. A construção desta toca com colônias de *M. decactis*, adjacente ao transecto fixo aos 09 metros, pode ter contribuído para a diminuição na densidade de colônias observadas neste transecto durante o ano (devido à provável remoção de colônias no transecto para construção da toca). Além da importância da espécie na movimentação das colônias de *M. decactis*, *M. plumieri* pode ser considerado um engenheiro ecossistêmico, já que a construção de tocas resulta em um aumento na complexidade do habitat, podendo abrigar outros animais como peixes e invertebrados. O mesmo comportamento na construção de tocas, compostas principalmente por rodolitos, é observado na Ilha de Trindade e Martim Vaz (Pereira-Filho et al. 2011).

Nas regiões mais profundas (12 m) do banco de *Madracis decactis* a movimentação das colônias se dá possivelmente pela ação de correntes. Estudos mostram que um leve reposicionamento esporádico em rodolitos é suficiente para manter o crescimento nodular do organismo (Scoffin et al. 1985, Prager & Ginsburg 1989). No caso das colônias de *M. decactis*, foi observado um elevado dinamismo, particularmente entre as colônias pequenas. Entretanto, também foram observadas colônias vivas na mesma posição durante todo o ano, o que indica que a espécie pode ser altamente resistente a condições de alta sedimentação que predominam no local durante parte do ano (Fig. 10).

O estudo temporal da população revelou um dinamismo considerável do banco na escala avaliada. No Panamá os corais rolados ocorrem em um local sem muita turbulência e se movem pouco, cerca de uma vez por mês, e alguns podem ficar na mesma posição por anos (Glynn 1974). A realização de um monitoramento em curto prazo acompanhando a movimentação das colônias de *Madracis decactis* adicionalmente ao acompanhamento de parâmetros físicos (p. ex. velocidade das correntes) é recomendável a fim de se investigar a

frequência de movimentação e obter mais detalhes sobre a escala de tempo necessária para mover as colônias no banco de *M. decactis*.

A forma de vida livre em corais, solitários ou coloniais, já foi registrada em mais de 50 espécies (Latypov 2007), e tem se demonstrado comum em todo o mundo. No Atlântico, pelo menos oito espécies coloniais tem hábito de vida livre, incluindo *Siderastrea radians*, *S. stellata*; *Favia fragum* (Glynn 1974), *Solenastrea bournoni*, *Dichocoenia stokesii* (Kissling 1973), *Madracis auretenra* (Fenner 1993), *Madracis decactis* (Capel et al. 2012) e *Favia gravida*, recentemente registrada de nas Ilhas Assenção, no Atlântico sul (Hoeksema 2012). O coral recifal *Madracis decactis*, com essa forma de crescimento livre, representa um importante estruturador de hábitat no limite sul de distribuição da fauna de corais recifais zooxantelados do Atlântico. O trabalho adverte sobre a carência de dados acerca da fauna bentônica no sul do Brasil e mostra a vulnerabilidade do único banco composto por corais livres do Atlântico subtropical. Além de abrigar o único banco de corais de vida livre conhecido no Atlântico subtropical, a REBIO Marinha do Arvoredo também abarca os únicos bancos de rodolitos do sul do Brasil. A singularidade e sensibilidade do ambiente ressaltam a necessidade de um monitoramento extensivo do banco de *M. decactis* e de um plano de manejo específico para a área, visando compreender e proteger o ambiente coralíneo mais ao sul em todo o Oceano Atlântico.

Referências Bibliográficas

- Amado-Filho GM, Maneveldt G, Manso RCC, Marins Rosa BV, Pacheco MR, Guimarães SMPB (2007) Estructura de los mantos de rodolitos de 4 a 55 metros de profundidad em La costa sur Del estado de Espírito Santo, Brasil. *Cienc Mar* 33:399–410
- Amaral FD (1994) Morphological variation in the reef coral *Montastrea cavernosa* in Brazil. *Coral Reefs* 13:113–117
- Baird TA, Baird TD (1992) Colony formation and some possible benefits and cost of gregarious living in the territorial sand tilefish, *Malacanthus plumieri*. *Bull Mar Sci* 50:56–65

- Ballantine DL, Bowden-Kerby A, Aponte NE (2000) *Cruoriella* rhodoliths from shallow-water back reef environments in La Parguera, Puerto Rico (Caribbean Sea). *Coral Reefs* 19:75–81
- Bosence DWJ (1976) Ecological studies on two unattached coralline algae from western Ireland. *Paleontology* 19:365–395
- Bosence DWJ, Pedley HM (1982) Sedimentology and paleoecology of a miocene coralline algal biostrome from the Maltese Islands. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol* 38:9–43
- Bothwell AM (1981) Fragmentation, a means of asexual reproduction and dispersal in the coral genus *Acropora* (Scleractinia: Astrocoeniida: Acroporidae) - a preliminary report. *Proc 4th Int Coral Reef Symp* 2:137–144
- Bruno JF (1998) Fragmentation in *Madracis mirabilis* (Duchassaing and Michelotti): how common is size-specific fragment survivorship in corals? *J Exp Mar Biol Ecol* 230:169–181
- Budd AF, Pandolfi JM (2010) Evolutionary Novelty Is Concentrated at the Edge of Coral Species Distributions. *Science* 328:1588–1561
- Buttner H (1996) Rubble mounds of sand tilefish *Malacanthus plumieri* (Bloch, 1787) and associated fishes in Colombia. *Bull Mar Sci* 58: 248–260
- Cairns SD (2000) Studies on the Natural History of the Caribbean Region. Studies on the fauna of Curaçao and Other Caribbean Islands 75:215p.
- Capel KCC, Segal B, Bertuol P & Lindner A (2012) Corallith beds at the edge of the tropical South Atlantic. *Coral Reefs* 31:75
- Castro CB, Pires DO (2001) Brazilian coral reefs: What we already know and what is still missing. *Bull Mar Sci* 69:357–371
- Castro BT, Pires DO (2006) Reproductive biology of *Madracis decactis* (Lyman, 1859) (Cnidaria, Scleractinia) from southern Bahia reefs, Brazil. *Arq Mus Na. Rio de Janeiro* 64:19–27
- Clarke DG, Crozier GF, Schroeder WW (1977) Observations on the ecology and behavior of the sand tilefish *Malacanthus plumieri*. *Proc 3rd Int Coral Reef Symp* 1:579–583.
- Cook RE (1978) Assexual reproduction: a further consideration. *Am Nat* 113:769–772

- DeVantier LM, Endean R (1989) Observations of colony fission following ledge formation in massive reef corals of the genus *Porites*. *Mar Ecol Prog Ser* 58:191–195
- Dumas P, Bertaud A, Peignon C, Leopold M, Pelletier D (2009) A “quick and clean” photography method for the description of coral reef habitats. *J Exp Mar Biol Ecol* 368:161–168
- Fenner DP (1993) Species distinctions among several Caribbean stony corals. *Bull Mar Sci* 53:1099–1116
- Floeter SR, Krohling W, Gasparini JL, Ferreira CEL, Zalmon I (2007) Reef fish community structure on coastal islands of the southeastern Brazil: the influence of exposure and benthic cover. *Environmental Biology of Fishes* 78:147–160
- Folk RL (1968) *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphill Publishing Company, Austin, Texas
- Foster MS (2001) Rhodoliths: between rocks and soft places. *J Phycol* 37:659–667
- Gherardi DFM (2004) Community structure and carbonate production of a temperate rhodolith bank from Arvoredo Island, southern Brasil. *Braz J Oceanogr* 52:207–224
- Gibran FZ, Castro RMC (1999) Activity, feeding behavior and diet of *Ogocephalus vespertilio* in southern west Atlantic. *J Fish Biol* 55:588–595
- Glynn PW (1974) Rolling stones amongst the scleractinia: mobile coralloliths in the Gulf of Panama. *Proc 2nd Int Coral Reef Symp* 2:183–198
- Graham DJ, Midgley NG (2000) Graphical representation of particle shape using triangular diagrams: an excel spreadsheet method. *Earth Surf Process Landf* 25:1473–1477
- Highsmith RC (1982) Reproduction by fragmentation in corals. *Mar Ecol Prog Ser* 7:207–226
- Hill J, Wilkinson C (2004) *Methods for ecological monitoring of coral reefs: A Resource for Managers*. Version 1. Annu Rep Aust Inst Mar Sci, Townsville, Australia
- Hinojosa-Arango G, Riosmena-Rodriguez R (2004) Influence of rhodolith-forming species and growth-form on associated fauna of

- rhodolith beds in the central-west Gulf of California, México. *Mar Ecol* 25:109–127
- Hoeksema BW (2012) Extreme morphological plasticity enables a free mode of life in *Favia gravida* at Ascension Island (South Atlantic). *Mar Biodiv* 42:289–295
- Hubmann B, Werner EP, Riegl B (2002) Functional morphology of coral shape and passive hydrodynamic self-righting in recent *Manicina areolata*. *Senckenb Lethaea* 82:125–130
- Hughes TP (1984) Population dynamics based on individual size rather than age: a general model with a reef coral example. *Am Nat* 123:778–795
- James DW, Foster MS, O’Sullivan J (2006) Bryoliths (Bryozoa) in the Gulf of California. *Pac Sci* 60:117–124
- Karlson RH (1986) Disturbance, colonial fragmentation, and size-dependent life history variation in two coral reef cnidarians. *Mar Ecol Prog Ser* 28:245–249
- Kissling DL (1973) Circumrotatory growth form in recent and Silurian corals. In: Boardman RS, Cheetham AH, Oliver WA Jr (eds) *Animal colonies*. Dowden, Hutchinson & Ross, Stroudsburg, p 43–58
- Kohler KE, Gill SM (2006) Coral point count with excel extensions (CPCe): a visual basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Comput Geosci* 32:1259–1269
- Krebs CJ (1999) *Ecological Methodology*. 2nd ed. Benjamin Cummings, Menlo Park, California
- Laborel J (1969) Les peuplements de madreporaires des cotes tropicales du Brésil. *Ann Uni Abidjan Scr.* 2:1–261
- Laborel J (1971) Madréporaires et hydrocoralliaires récifaux des cotes brésiliennes. Systematique, écologie, répartition verticale et géographique. *Ann Inst Oceanogr, Paris* 47:171–229
- Lasker HR (1990) Clonal propagation and population dynamics of a gorgonian coral. *Ecology* 71:1578–1589

- Lasker HR (1984) Asexual reproduction, fragmentation, and skeletal morphology of a plexaurid gorgonian. *Mar Ecol Prog Ser* 19:261–268
- Latypov YY (2007) Free-living scleractinian corals on reefs of the Seychelles Islands. *Russ J Mar Biol* 33:222–226
- Leujak W, Ormond RFG (2007) Comparative accuracy and efficiency of six coral community survey methods. *J Exp Mar Biol Ecol* 351:168–187
- Lewis JB (1989) Spherical growth in the Caribbean coral *Siderastrea radians* (Pallas) and its survival in disturbed habitats. *Coral Reefs* 7: 161–167
- Lewis JB (1991) Testing the coral fragment size-dependent survivorship hypothesis for the calcareous hydrozoan *Millepora complanata*. *Mar Ecol Prog Ser* 70:101–104
- Littler MM, Littler DS, Hanisak MD (1991) Deep water rhodolith distribution, productivity, and growth history at sites of formation and subsequent degradation. *J Exp Mar Biol Ecol* 150:163–182
- Marrack EC (1999) The relationship between water motion and living rhodolith beds in the southwestern Gulf of California, Mexico. *Palaios* 14:159–171
- Miller KJ, Ayre DJ (2008) Protection of Genetic Diversity and Maintenance of Connectivity among Reef Corals within Marine Protected Areas. *Conserv Biol* 22:1245–1254
- MMA/ IBAMA (2004) Plano de Manejo, Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Encarte 3 – Análise da UC. Brasília
- Moissette P, Cornée JJ, Koskeridou E (2010) Pleistocene rolling Stones or large bryozoans nodules in a mixed siliciclastic-carbonate environment (Rhodes, Greece). *Palaios* 25:24–39
- Muramatsu D (2007) Quantificação da gametogênese através de análises histológicas para estimar a reprodução sexuada de *Madracis decactis* Lyman, 1859 (Cnidaria, Anthozoa, Scleractini) do litoral sul do Estado do Rio de Janeiro. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP
- Muramatsu D, da Silveira FL (2008) Gametogenesis in *Madracis decactis* Lyman, 1859 (Cnidaria, Scleractinia) from Ilha Grande

- bay (Rio de Janeiro), southeastern Brazil. *Brazil J Oceanogr* 56:297–305.
- Neves E, Johnsson R (2009) Taxonomic revision of the southwestern Atlantic *Madracis* and the description of *Madracis fragilis* n. sp. (Scleractinia: Pocilloporidae), a new coral species from Brazil. *Sci Mar* 73:739–746
- Nunes FLD, Norris RD, Knowlton N (2011) Long distance dispersal and connectivity in amphi-atlantic corals at regional and basin scales. *PlosOne* 6:e22298
- Pereira-Filho GH, Amado-Filho GM, Guimarães SMPB, Moura RL, Sumida PYG, Abrantes DP, Bahia RG, Guth AZ, Jorge RR, Francini-Filho RB (2011) Reef fish and benthic assemblages of the Trindade and Martim Vaz island group, southwestern Atlantic. *Braz J Oceanogr* 59:201–212
- Perry CT (2005) Morphology and occurrence of rhodoliths in siliciclastic, intertidal environments form a high latitude reef setting, southern Mozambique. *Coral Reefs* 24:201–207
- Pichon R (1974) Free living Scleractinian coral communities in the coral reefs of Madagascar. *Proc 2nd Int Coral Reef Symp, Brisbane*, 2: 173–181
- Prager EJ, Ginsburg RN (1989) Carbonate nodule growth on Florida's outer shelf and its implications for fossil interpretations. *Palaios* 4:310–317
- Preskitt VS (2004) A Rapid Ecological Assessment (REA) quantitative survey method for benthic algae using photoquadrats with scuba. *Pac Sci* 58:201–209
- Reid RP, Macintyre IG (1988) Foraminifera-algal nodules from the eastern Caribbean: growth history and implications on the value of nodules as paleoenvironmental indicators. *Palaios* 3:424–435
- Reyes-Bonilla H, Riosmena-Rodriguez R, Foster MS (1997) Hermatypic corals associated with rhodolith beds in the gulf of California, México. *Pac Sci* 51:328–337
- Riul P, Targino CH, Faria JN, Visscher PT, Horta PA (2008) Decrease in *Lithothamnion* sp. (Rhodophyta) primary production due to the deposition of a thin sediment layer. *J Mar Biol Ass U K* 88:17–19

- Roff G (2007) Corals on the move: morphological and reproductive strategies of reef flat coralloliths. *Coral Reefs* 27:343–344
- Rosen BR, Taylor JD (1969) Reef Coral from Aldabra: new mode of reproduction. *Science* 166:119–121
- Scoffin TP, Stoddart DR, Tudhope AW, Woodroffe CD (1985) Rhodoliths and coralloliths of Muri Lagoon, Rarotonga, Cook Islands. *Coral Reefs* 4:71–80
- Sneed ED, Folk RL (1958) Pebbles in the lower Colorado River, Texas, a study in particle morphogenesis. *J Geol* 66:114–150
- Sorauf JE, Harries PJ (2009) Rotatory colonies of the corals *Siderastrea radians* and *Solenastreaa* ssp. (CNIDARIA, SCLERACTINIA), from the Pleistocene Bermont formation, South Florida, USA. *Palaeontology* 52:111–126
- Steller DL, Foster MS (1995) Environmental factors influencing the distribution and morphology of rhodoliths in Bahía Concepción, B.C.S., México. *J Exp Mar Biol Ecol* 194:201–212
- Steneck RS (1986) The ecology of coralline algal crusts: Convergent patterns and adaptive strategies. *Annu Rev Ecol Syst* 17:273–303
- Uhrin AV, Slade CL, Holmquist JG (2005) Self righting in the free-living coral *Manicina areolata* (Cnidaria: Scleractinia): morphological constraints. *Carib J Sci* 41:227–282
- Underwood AJ (1997) *Experiments in ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance.* Cambridge University Press, Cambridge
- Vermeij MJA, Bak RPM (2003) Species-specific population structure of closely related coral morphospecies along a depth gradient (5–60m) over a Caribbean reef slope. *Bull Mar Sci* 73:725–744
- Vermeij MJA, Sapayo E, Broker K, Bak RPM (2004) The reproductive biology of closely related coral species: gametogenesis in *Madracis* from the southern Caribbean. *Coral Reefs* 23:206–214
- Veron JEN (2000) *Corals of the world.* Australian Institute of Marine Science, Townsville
- Villaça R (2009) Recifes biológicos. In: Pereira RC, Soares AG (org.). *Biologia Marinha.* 2ª ed. Rio de Janeiro, Interciência p 399–420

- Wilson S, Blake C, Berges JÁ, Maggs CA (2004) Environmental tolerances of free-living coralline algae (maerl): implications for European marine conservation. *Biol Conserv* 120:283–293
- Wulff JL (1985) Dispersal and survival of fragments of coral reef sponges. *Proc 5th Int Coral Reef Symp* 5:119–124

CONSDERAÇÕES FINAIS

A riqueza de corais recifais na costa brasileira segue um gradiente latitudinal, típico para os ecossistemas recifais, com uma diminuição na riqueza de espécies da região tropical em direção ao sul. Na costa brasileira os corais recifais tem seu limite sul de distribuição entre Abrolhos (BA) e Florianópolis (SC).

O trabalho apresenta o primeiro levantamento focado nos corais escleractínios de água rasa do litoral sul do Brasil, com um registro da espécie *Paracyathus pulchellus* para águas rasas (< 50 m) no litoral de Santa Catarina. Juntamente com outras três espécies já registradas para o estado (*Astrangia rathbuni*, *Phyllangia americana* e *Madracis decactis*) e a recente descoberta do coral invasor *Tubastraea coccinea*, o presente levantamento confirma a ocorrência de 05 espécies de corais da Ordem Scleractinia de água rasa para o estado.

O coral invasor *Tubastraea coccinea* foi descoberto na Ilha do Arvoredo no início de 2012, na área de entorno da Reserva Biológica (REBIO) Marinha do Arvoredo. A descoberta da espécie é preocupante, já que se encontra próxima a ambientes únicos e sensíveis, como o banco de corais livres na Ilha da Galé. O coral invasor compete com espécies nativas importantes para a construção dos recifes brasileiros, entre elas a espécie que compõe o banco de corais na Ilha da Galé, *Madracis decactis*, podendo em longo prazo levar a exclusão local dessa e das demais espécies do estado.

As espécies mais abundantes encontradas foram os corais azooxantelados *Astrangia rathbuni* e *Phyllangia americana*, que ocorreram em todas as ilhas amostradas. Ambas as espécies ocorrem preferencialmente em rochas inclinadas e reentrâncias protegidas da luz, e ocupam diversos tipos de substrato consolidado entre rochas, conchas de moluscos e corais mortos. Em contraste, a espécie recifal *Madracis decactis* ocorre em um único ponto na REBIO Marinha do Arvoredo, onde forma o único banco de corais livres do Atlântico subtropical (27°S).

O banco é composto pela espécie *Madracis decactis* e um conjunto de organismos com forma de crescimento livre, como rodolitos, briozoários, esponjas e ascídias roladas. Os corais se

distribuem entre 5 e 15 metros de profundidade, com as maiores densidades concentradas aos 9 metros. Foram observadas apenas colônias pequenas (< 3 cm) na região mais rasa do banco (07 metros), e uma maior proporção de colônias grandes (> 6 cm) em regiões mais profundas, sendo possível inferir que algumas colônias roladas estão sendo originadas por fragmentação de colônias no costão, continuando seu crescimento livre no ambiente. No entanto, não se pode descartar a ocorrência de recrutamento sobre o substrato inconsolidado, sendo que o mais provável é que as duas estratégias estejam ocorrendo conjuntamente no local, e pesquisas direcionadas ao padrão local de reprodução da espécie são necessárias para avaliar de forma precisa a origem das colônias roladas.

A movimentação das colônias no ambiente possibilita o crescimento e a manutenção do banco, e se dá de forma passiva por ação de fatores biológicos pela ação de organismos bioturbadores, e possivelmente, hidrodinâmicos (p. ex. correntes). Nas porções rasas do banco (< 9 m) existe uma forte influência da bioturbação por parte da bolacha do mar *Clypeaster subdepressus* e do peixe *Malacanthus plumieri*. Embora não tenha sido avaliado, o hidrodinamismo parece ser intenso nas regiões mais profundas (> 09 metros) em função de fortes correntes.

Ao longo do período de amostragem foi observada uma diminuição gradativa na densidade de colônias vivas, particularmente das colônias pequenas, acompanhada por um aumento na densidade de colônias mortas em todas as profundidades. Infere-se que a diminuição no número de colônias vivas seja resultante de mortalidade por soterramento ou do transporte das colônias para fora da área amostrada. A presença do peixe bioturbador *Malacanthus plumieri* foi um dos prováveis fatores responsáveis pela diminuição na densidade de colônias observada em dezembro de 2011 no transecto aos 09 metros de profundidade.

O estudo temporal da população revelou um dinamismo considerável do banco na escala avaliada, embora algumas colônias tenham permanecido na mesma posição durante todo o ano. Recomenda-se a continuidade do monitoramento, a realização de vídeos

na área e o acompanhamento em curto prazo das colônias e dos parâmetros físicos locais a fim de averiguar se existe um padrão anual de variação na densidade de colônias, como os organismos interagem com as colônias, e com que frequência elas são movimentadas no ambiente.

O trabalho adverte sobre a carência de dados acerca da fauna bentônica no sul do Brasil e mostra que o único banco composto por corais livres do Atlântico subtropical é um ambiente único, sendo recomendável a manutenção, no longo prazo, do banco de *Madracis decactis* em uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, visando o manejo eficiente e proteção da área recifal mais meridional do Oceano Atlântico.