

Lucas Cambraia Battaglin

**“Recrutamento do Coral-Sol e da comunidade bentônica na Reserva
Biológica Marinha do Arvoredo, SC.”**

Lucas Cambraia Battaglin

**“Recrutamento do Coral-Sol e da comunidade bentônica na Reserva
Biológica Marinha do Arvoredo, SC.”**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em
Ciências Biológicas do Centro de Ciências
Biológicas da Universidade Federal de Santa
Catarina como requisito para a obtenção do Título
de Bacharel/Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof. Dra. Bárbara Segal

Coorientadora: Dra. Adriana Carvalhal

Florianópolis

2018

Ficha de identificação da obra

A ficha de identificação é elaborada pelo próprio autor.

Orientações em:

<http://portalbu.ufsc.br/ficha>

Lucas Cambraia Battaglin

**“Recrutamento do Coral-Sol e da comunidade bentônica na Reserva
Biológica Marinha do Arvoredo, SC.”**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “...” e
aprovado em sua forma final pelo Programa do Centro de Ciências Biológicas.

Florianópolis, 14 de novembro de 2018.

Prof., Dr.

Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Bárbara Segal

Orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina

Dr.^a Andrea Green

Universidade Federal de Santa Catarina

M.^a Ana Flora Sarti

Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado à minha família, aos meus pais, meus professores, meus amigos, meus colegas e absolutamente todas as pessoas que passaram no meu caminho ao longo do meu processo de formação pessoal, acadêmica e profissional.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer profundamente a prof.^a Dr^a Bárbara Segal pelo convite para eu participar do Laboratório de Ecologia de Ambientes Recifais e por todo auxílio prestado durante o processo de realização desse trabalho. Quero agradecer profundamente também a Dr^a Adriana Carvalhal Fonseca, analista ambiental do ICMbio, que esteve comigo em praticamente todos os campos e em todas as etapas do processo (inclusive na construção das estruturas) foi uma grande parceira na idealização, viabilização e realização desse projeto. Quero agradecer ao doutorando Marcello Crivellaro, pela oportunidade de trabalharmos em conjunto, por todos orgulhos juntos e por todo auxílio prestado durante o processo de realização desse trabalho. Quero agradecer profundamente ao dr^o Thiago Silveira Lima por todo auxílio e suporte prestado durante a realização desse trabalho, tua presença foi de extrema importância para o trabalho.

Não poderia deixar de agradecer a toda equipe da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, pela oportunidade de ter podido trabalhar com vocês, foi de suma importância para o meu processo de formação profissional e pessoal. Quero agradecer ao chefe da unidade Ricardo Vieira Castelli, pelo auxílio prestado e por tudo que me foi ensinado durante meu estágio na Rebio Arvoredo. Quero agradecer aos Analistas ambientais: Dan, ao Hellen, a Diana, a Elda. Quero agradecer também ao Gabriel, nosso exímio marinheiro e parceiro fiel. Muito obrigado a todos por vocês terem me dado a oportunidade de me sentir parte dessa equipe que eu admiro tanto!

Agradeço também a todos integrantes do LABAR. Quero agradecer a Jú, ao Vitor, a Flora, o Renan, a Tainá, a Bruna, a Jéssica, a Ide e a Fernanda. De alguma forma, cada um de vocês foi essencial para a realização desse trabalho.

Quero agradecer também a todos os funcionários da UFSC (Incluso meus professores). Sem esquecer dos funcionários do restaurante universitário, que através do seu trabalho me alimentaram muitas vezes. Sou muito grato ao trabalho de vocês e vocês são importantíssimo para a maioria dos estudantes.

Por último, mas não menos importante, gostaria de agradecer a minha família que sempre me apoio e me incentivou, quer seja financeiramente ou emotivamente. Vocês sempre acreditaram em mim, mesmo quando com apenas 15 anos eu já havia decidido passar numa Universidade Federal, sair de casa e morar sozinho. Amo muito vocês.

“Tenho esperança de que um maior conhecimento do mar, que há milênios dá sabedoria ao homem, inspire mais uma vez os pensamentos e as ações daqueles que preservarão o equilíbrio da natureza e permitirão a conservação da própria vida.”

(Jacques Cousteau, 1967)

RESUMO

Espécies exóticas representam a maior ameaça à biodiversidade marinha. Atualmente, o coral-col (*Tubastraea coccinea*) é uma espécie considerada exótica e invasora na costa brasileira e é capaz de gerar diversos prejuízos à comunidade bentônica. A Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (Rebio Arvoredo) possui uma alta biodiversidade, e atua como berçário e local de transbordo de diversas espécies de interesse econômico. Portanto, o controle dessa espécie invasora é essencial para manutenção de suas funções ecológicas. A compreensão do processo de recrutamento é de extrema importância para a compreensão dos processos de invasão e o controle da população invasora. Uma melhor compreensão desse processo na Rebio Arvoredo, é essencial para subsidiar medidas preventivas quanto à dispersão da espécie no local. O objetivo desse trabalho, foi avaliar o recrutamento de *T. coccinea* e da comunidade bentônica. Para isso, foram colocadas estruturas de recrutamento em três diferentes locais, na Ilha da Galé, na Ilha da Deserta e no “Rancho Norte” na Ilha do Arvoredo. No “Rancho Norte” há um foco de Coral-Sol, por isso foram colocadas 30 estruturas de recrutamento nesse local e 10 estruturas em cada outro local. Os organismos foram identificados a nível de táxons, chegando-se no máximo a gênero. Foram encontrados 24 táxons, pertencentes a 8 grupos taxonômicos. Foi analisado a porcentagem de cobertura dos principais grupos taxonômicos identificados. Os organismos mais abundantes encontrados foram alga calcária crostosa (CCA) e briozoário. Foi encontrado apenas um recruta de *T. coccinea*, no “Rancho Norte”. Acredita-se que esse resultado deva-se à baixa densidade populacional da espécie no local.

Palavras-chave: Espécies exóticas. Coral-sol. Recrutamento. *Tubastraea coccinea*. Comunidade bentônica.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Localização geográfica da Reserva Marinha Biológica do Arvoredo
- Figura 2 – Reserva Biológica Marinha do Arvoredo com os locais onde as estruturas de recrutamento foram dispostas.....
- Figura 3 – Rancho Norte com a disposição dos conjuntos de blocos em relação ao foco principal.....
- Figura 4 – Imagem ilustrativa da estrutura de recrutamento e a estrutura de recrutamento no campo na Ilha da Galé.....
- Figura 5 – Moldura adaptada sobreposta a placa de cerâmica.....
- Figura 6 – Foto feita com uma câmera acoplada ao microscópio estereoscópico para a identificação dos táxons
- Figura 7 – Recruta de coral-sol.....
- Figura 8 – Porcentagem de cobertura dos táxons encontrados nos três diferentes locais.....
- Figura 9 – Curva de rarefação.....
- Figura 10 – Média do número de táxons por bloco.....
- Figura 11 – Porcentagem de cobertura de alga calcária crostosa por local.....
- Figura 12 – Porcentagem de cobertura total dos blocos por local.....

SUMÁRIO

1	Introdução	15
2	Objetivo Geral	19
2.1	Objetivos Específicos	19
3	Materiais e métodos	21
3.1	Área de estudo	21
3.2	Experimento de recrutamento	22
3.2.1	Confecção das estruturas de recrutamento	25
3.2.2	Colocação e retirada das estruturas de recrutamento	26
3.2.3	Triagem das placas	28
3.2.4	Análise estatística	29
4	Resultados	31
5	Discussão	37
6	Conclusão	40
7	Bibliografia	41
8	Anexos –	46

1-INTRODUÇÃO

Espécies exóticas ou espécies não indígenas são consideradas aquelas que, devido a ação humana, ocorrem fora da sua área de ocorrência natural. Caso uma espécie exótica consiga se estabelecer e se dispersar para outros locais, causando algum tipo de desequilíbrio ambiental, como perda de biodiversidade, essa espécie também pode ser considerada uma espécie invasora ¹. Espécies invasoras representam um grande risco para a biodiversidade marinha. Elas modificam a estrutura de comunidades e ecossistemas marinhos, gerando diversos prejuízos econômicos e ambientais. Inclusive, espécies invasoras são consideradas a maior ameaça à biodiversidade marinha ².

Os corais do gênero *Tubastraea* (Cnidaria, Anthozoa, Scleractinia, Dendrophylliidae) são corais azooxantelados que se desenvolvem em costões rochosos e recifes de corais, preferencialmente em águas rasas ³. Esses corais conseguem habitar diversos locais, com diferentes inclinações e substratos, porém, normalmente são encontrados em superfície com inclinação vertical, negativa ou fendas ⁴. Eles são considerados nativos dos oceanos Pacífico e Índico ⁵, porém hoje, devido ao processo de bioinvasão ⁶, sua distribuição geográfica é extremamente ampla em regiões tropicais do Atlântico, além do Pacífico e o Índico ⁷.

¹ LODGE, David M *et al.*, Biological invasions: recommendations for U.S. policy and management, **Ecological Applications**, vol. 16, no. 6, p. 2035–2054, 2006.

² MOLNAR, Jennifer L. *et al.*, Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity, **Frontiers in Ecology and the Environment**, vol. 6, no. 9, p. 485–492, 2008.

³ CAIRNS, S D, A revision of the shallow-water azooxanthellate Scleractinia of the western Atlantic, **Studies on the natural history of the Caribbean region**, vol. 75, p. 1–231, 2000.

⁴ FENNER, Douglas and BANKS, Kenneth, Orange Cup Coral *Tubastraea coccinea* invades Florida and the Flower Garden Banks, Northwestern Gulf of Mexico, **Coral Reefs**, vol. 23, no. 4, p. 505–507, 2004; MIZRAHI, Damián; NAVARRETE, Sergio A. and FLORES, Augusto A V, Uneven abundance of the invasive sun coral over habitat patches of different orientation: An outcome of larval or later benthic processes?, **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, vol. 452, p. 22–30, 2014.

⁵ WELLS, John W, Notes on Indo-Pacific scleractinian corals. Part 9. New corals from the Galapagos Islands, **Pacific Science**, vol. 36, no. 2, p. 211–219, 1982; CAIRNS, A revision of the shallow-water azooxanthellate Scleractinia of the western Atlantic.

⁶ CREED, Joel C. *et al.*, The invasion of the azooxanthellate coral *Tubastraea* (Scleractinia: Dendrophylliidae) throughout the world: history, pathways and vectors, **Biological Invasions**, vol. 19, no. 1, p. 283–305, 2017.

⁷ DE PAULA, Alline Figueira and CREED, Joel Christopher, Two species of the coral *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) in Brazil: A case of accidental introduction, **Bulletin of Marine Science**, vol. 74, no. 1, p. 175–183, 2004; GLYNN, P. W. *et al.*, Reproductive ecology of the azooxanthellate coral *Tubastraea coccinea*

Na costa brasileira são encontradas duas espécies: *Tubastraea coccinea* Lesson 1829 e *Tubastraea tagusensis* Wells 1982, sendo ambas consideradas exóticas e invasoras ⁸. O primeiro registro oficial dessas espécies ocorreu em 1980, em plataformas petrolíferas no norte do Rio de Janeiro, onde é considerado o início da invasão na costa brasileira ⁹. Hoje já se sabe que a introdução na costa brasileira provavelmente tenha ocorrido por meio dessas plataformas e estruturas petrolíferas ¹⁰.

Desde o primeiro registro em 1980, a presença desses corais tem sido constatada nos costões rochosos ao longo da costa brasileira. Atualmente, sua presença já ocorre em cinco estados brasileiros, sendo eles (em ordem cronológica de descobrimento da invasão): Rio de Janeiro ¹¹, São Paulo ¹², Santa Catarina ¹³ Bahia ¹⁴ Espírito Santo¹⁵. Segundo modelo preditivo, *Tubastraea* spp. possui um altíssimo potencial invasivo, podendo vir a ocupar toda a costa brasileira ¹⁶.

in the Equatorial Eastern Pacific: Part V. Dendrophylliidae, **Marine Biology**, vol. 153, no. 4, p. 529–544, 2008; CREED *et al.*, The invasion of the azooxanthellate coral *Tubastraea* (Scleractinia: Dendrophylliidae) throughout the world: history, pathways and vectors.

⁸ DE PAULA and CREED, Two species of the coral *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) in Brazil: A case of accidental introduction.

⁹ CASTRO, C. B.; PIRES, D., BRAZILIAN CORAL REEFS: WHAT WE ALREADY KNOW AND WHAT IS STILL MISSING Clovis B. Castro and Débora O. Pires, **Bulletin of Marine Science**, vol. 69, no. 2, p. 357–371, 2001.

¹⁰ FERREIRA, C. E L, Non-indigenous corals at marginal sites, **Coral Reefs**, vol. 22, no. 4, p. 498, 2003; DE PAULA and CREED, Two species of the coral *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) in Brazil: A case of accidental introduction; PAULA, A. F. and CREED, J. C., Spatial distribution and abundance of nonindigenous coral genus *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) around Ilha Grande, Brazil, **Brazilian Journal of Biology**, vol. 65, no. 4, p. 661–673, 2005; CREED *et al.*, The invasion of the azooxanthellate coral *Tubastraea* (Scleractinia: Dendrophylliidae) throughout the world: history, pathways and vectors.

¹¹ CASTRO, C. B.; PIRES, BRAZILIAN CORAL REEFS: WHAT WE ALREADY KNOW AND WHAT IS STILL MISSING Clovis B. Castro and Débora O. Pires; DE PAULA and CREED, Two species of the coral *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) in Brazil: A case of accidental introduction; PAULA and CREED, Spatial distribution and abundance of nonindigenous coral genus *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) around Ilha Grande, Brazil.

¹² MANTELATTO, M. C. *et al.*, Range expansion of the invasive corals *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis* in the Southwest Atlantic, **Coral Reefs**, vol. 30, no. 2, p. 397–397, 2011.

¹³ SILVA, Amanda G *et al.*, Expansion of the invasive corals *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis* into the Tamoios Ecological Station Marine Protected Area , Expansion of the invasive corals *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis* into the Tamoios Ecological Station M, no. January, 2011.

¹⁴ SAMPAIO, Cláudio L.S. *et al.*, New occurrences of the nonindigenous orange cup corals *tubastraea coccinea* and *T. tagusensis* (Scleractinia: Dendrophylliidae) in southwestern Atlantic, **Check List**, vol. 8, no. 3, p. 528–530, 2012.

¹⁵ COSTA, Thiago J F *et al.*, Expansion of an invasive coral species over Abrolhos Bank, Southwestern Atlantic, **Marine Pollution Bulletin**, vol. 85, no. 1, p. 252–253, 2014.

¹⁶ RIUL, Pablo *et al.*, Invasive potential of the coral *Tubastraea coccinea* in the southwest Atlantic, **Marine Ecology Progress Series**, vol. 480, p. 73–81, 2013.

O limite sul de distribuição de *T. coccinea* é Santa Catarina, onde o invasor é encontrado em uma unidade de conservação, a Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (Rebio Arvoredo). Na Rebio Arvoredo é encontrada apenas a espécie *T. coccinea* (LINDNER et al., 2017), fazendo com que seja o único estado brasileiro onde ocorre somente a presença de *T. coccinea*. O primeiro registro ocorreu em 2012, na Ilha do Arvoredo, fora da área da Rebio. Dentro da Rebio Arvoredo, o primeiro registro da espécie foi em 2014. As colônias encontradas ocorrem numa faixa de profundidade entre 2m e 12m. Sendo o “Rancho Norte” (27°27’73”S ,48°37’48”O) o local onde são encontradas colônias na menor faixa de profundidade, e o naufrágio “Lili” (27°17’94”S,48°40’81” O) é o local mais fundo, onde foi encontrada uma colônia, a 12 metros de profundidade.

T. coccinea possui um eficiente mecanismo alelopático, capaz de inibir organismos competidores e potenciais predadores ou até necrosar e matar corais nativos e endêmicos da costa brasileira ¹⁷. Devido a essa característica biológica *T. coccinea* é extremamente competitivo e possui uma altíssima capacidade de invasão, alterando as relações ecológicas da comunidade e/ou ecossistema bentônico invadido e mudando severamente a estrutura da comunidade.

T. coccinea possui diversas estratégias reprodutivas ¹⁸, sendo a reprodução assexuada, considerada a forma de reprodução predominante. ¹⁹. Possui ainda uma altíssima taxa de regeneração ²⁰. Foi constatado também que os pólipos de *T. coccinea* submetidos a stress são capazes de realizar o “polyp-bail-out”: o pólipo se

¹⁷ LAGES, Bruno G. *et al.*, Chemical defenses against generalist fish predators and fouling organisms in two invasive ahermatypic corals in the genus *Tubastraea*, **Marine Ecology**, vol. 31, no. 3, p. 473–482, 2010; MOREIRA, Thaise S.G. and CREED, Joel C., Invasive, non-indigenous corals in a tropical rocky shore environment: No evidence for generalist predation, **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, vol. 438, p. 7–13, 2012; CREED, Joel C., Two invasive alien azooxanthellate corals, *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis*, dominate the native zooxanthellate *Mussismilia hispida* in Brazil, **Coral Reefs**, vol. 25, no. 3, p. 350, 2006.

¹⁸ DE PAULA, Alline Figueira; DE OLIVEIRA PIRES, Débora and CREED, Joel Christopher, Reproductive strategies of two invasive sun corals (*Tubastraea* spp.) in the southwestern Atlantic, **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, vol. 94, no. 3, p. 481–492, 2014.

¹⁹ CAPEL, Katia Cristina Cruz *et al.*, Clone wars: asexual reproduction dominates in the invasive range of *Tubastraea* spp. (Anthozoa: Scleractinia) in the South-Atlantic Ocean, **PeerJ**, vol. 5, p. e3873, 2017; AYRE, D. J. and RESING, J. M., Sexual and asexual production of planulae in reef corals, **Marine Biology**, vol. 90, no. 2, p. 187–190, 1986.

²⁰ LUZ, B. L.P. *et al.*, A polyp from nothing: The extreme regeneration capacity of the Atlantic invasive sun corals *Tubastraea coccinea* and *T. tagusensis* (Anthozoa, Scleractinia), **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, vol. 503, no. August 2017, p. 60–65, 2018.

solta do esqueleto calcário e é capaz de assentar em outro local²¹. *T. coccinea* possui um amplo período de atividade reprodutiva, sendo capaz de produzir larvas durante o ano inteiro. Colônias com apenas de 2 pólipos já estão aptas a se reproduzirem²². O assentamento e a metamorfose das larvas normalmente ocorrem entre 1 a 3 dias²³. *T. coccinea* é capaz de liberar filamentos de muco da sua boca até o substrato adjacente. As larvas podem utilizar esse muco como um meio de chegar até o substrato²⁴. Isso talvez ajude a explicar o padrão de crescimento gregário que as colônias normalmente apresentam. Além disso, foi constatado que as plânulas de *T. coccinea* possuem a capacidade de se agregar em “clusters” de até oito pólipos. Com a formação desses “clusters” há um aumento da sua sobrevivência e conseqüentemente do seu potencial de dispersão e colonização de novos habitats²⁵. Esses clusters, no entanto, nunca foram relatados in situ²⁶. Caso eles ocorram, conseguiriam permanecer vivos no ambiente pelágico por mais tempo até o assentamento²⁷. Dessa forma, haveria um aumento da probabilidade desses clusters conseguirem assentar. Babcock (1996) demonstrou que o assentamento é uma importante etapa e tem grande influência no desenvolvimento, na sobrevivência e no sucesso de corais da ordem Scleractinia. Logo, esse aumento da taxa de sobrevivência e conseqüentemente da eficiência da taxa de assentamento, pode vir a ser um importante mecanismo no sucesso da invasão da espécie.

O processo de recrutamento é uma importante etapa que influencia diretamente na distribuição, crescimento e taxa de sobrevivência dos corais da ordem Scleractinia²⁸. A avaliação do padrão de recrutamento é de extrema importância para

²¹ CAPEL, K. C.C. *et al.*, Another tool towards invasion? Polyp “bail-out” in *Tubastraea coccinea*, **Coral Reefs**, vol. 33, no. 4, p. 1165, 2014.

²² GLYNN *et al.*, Reproductive ecology of the azooxanthellate coral *Tubastraea coccinea* in the Equatorial Eastern Pacific: Part V. Dendrophylliidae.

²³ GLYNN *et al.*, Reproductive ecology of the azooxanthellate coral *Tubastraea coccinea* in the Equatorial Eastern Pacific: Part V. Dendrophylliidae.

²⁴ PAZ-GARCÍA, D. A. *et al.*, Larval release from *Tubastraea coccinea* in the Gulf of California, Mexico, **Coral Reefs**, vol. 26, no. 2, p. 433, 2007.

²⁵ MIZRAHI, Damián; NAVARRETE, Sergio A and FLORES, Augusto A V, Groups travel further: Pelagic metamorphosis and polyp clustering allow higher dispersal potential in sun coral propagules, **Coral Reefs**, vol. 33, no. 2, p. 443–448, 2014.

²⁶ CREED *et al.*, The invasion of the azooxanthellate coral *Tubastraea* (Scleractinia: Dendrophylliidae) throughout the world: history, pathways and vectors.

²⁷ MIZRAHI; NAVARRETE and FLORES, Groups travel further: Pelagic metamorphosis and polyp clustering allow higher dispersal potential in sun coral propagules.

²⁸ BABCOCK, Russ and MUNDY, Craig, Coral recruitment: Consequences of settlement choice for early growth and survivorship in two scleractinians, **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, vol. 206, no. 1–2, p. 179–201, 1996.

a compreensão dos mecanismos regulatórios das populações e das relações ecológicas existentes ²⁹. Portanto, um melhor entendimento desse evento é imprescindível para uma melhor compreensão da dinâmica da invasão e um controle mais efetivo da espécie. Nesse trabalho, será considerado recrutamento o processo de assentamento com posterior sobrevivência após o assentamento. Foi considerado recruta o indivíduo menor que 5mm ³⁰.

2 -OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral:

O objetivo desse trabalho é avaliar o recrutamento do coral exótico invasor *T. coccinea* e da comunidade bentônica, em três diferentes locais na Rebio Arvoredo.

2.2- Objetivos específicos:

1- Avaliar o recrutamento de *T. coccinea* em três diferentes locais na Rebio Arvoredo.

Hipótese nula: O recrutamento de *T. coccinea* é indiferente em locais com e sem registro prévio de invasão.

Hipótese alternativa: O recrutamento de *T. coccinea* é maior em locais com registro de invasão

Esperava-se um maior recrutamento de *Tubastraea coccinea* no “Rancho Norte”, na Ilha do Arvoredo, pois é o local com a maior densidade de colônias na Rebio Arvoredo, em comparação com as Ilhas Deserta e Galé, onde não há registro atual de invasão.

2 - Avaliar o de recrutamento de *T. coccinea* em relação a diferentes distâncias do foco principal.

²⁹ UNDERWOOD, A. J. and FAIRWEATHER, P. G., Supply-side ecology and benthic marine assemblages, **Trends in Ecology and Evolution**, vol. 4, no. 1, p. 16–20, 1989.

³⁰ MIZRAHI; NAVARRETE and FLORES, Uneven abundance of the invasive sun coral over habitat patches of different orientation: An outcome of larval or later benthic processes?

Hipótese nula: Não há diferença no recrutamento de *T. coccinea* em relação a distância do foco principal

Hipótese alternativa: O recrutamento de *T. coccinea* é maior em áreas mais próximas ao foco principal

Esperava-se que houvesse um maior recrutamento de *T. coccinea* em área mais próxima ao foco principal da invasão, em comparação a áreas mais distantes.

3- Caracterizar a comunidade bentônica nos três após 7 meses de incrustação nos 3 diferentes locais.

Hipótese nula – Não há diferença nas estruturas das diferentes comunidades bentônicas e cobertura dos organismos dominantes nos três locais avaliados.

Hipótese alternativa 1– A estrutura da comunidade bentônica é diferente em locais com registro de invasão por *T. coccinea* em relação a locais sem registro de invasão.

Esperava-se que a estrutura da comunidade bentônica fosse diferente no Rancho Norte em relação a Ilha da Galé e Ilha da Deserta, locais onde não há invasão de *T. coccinea*.

Hipótese alternativa 2– A cobertura de algas calcárias crostosas é maior em locais com presença de banco de rodolitos.

Esperava-se também, que houvesse uma maior porcentagem de cobertura de alga calcária crostosa no “Rancho Norte” e na Ilha Deserta em relação a Ilha da Galé, pois esses locais apresentam bancos de rodolitos ³¹.

³¹ HORTA, Paulo Antunes *et al.*, Composição e estrutura do fitobentos do infralitoral da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Santa Catarina, Brasil - implicações para a conservação, **Oecologia Australis**, vol. 12, no. 02, p. 243–257, 2008.

3 – MATERIAL E MÉTODOS

3.1 – Área de estudo:

A Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (Fig1.C) ($27^{\circ}09'30''$ S, $48^{\circ}25'30''$ O - $27^{\circ}17'57''$ S, $48^{\circ}18'30''$ O) é uma Unidade de Conservação Federal de proteção integral. Sua criação ocorreu em 12 de março de 1990, através do Decreto Federal nº 99.142. Está localizada na plataforma central do estado de Santa Catarina (Fig1.B), próxima ao município de Florianópolis, sendo composta por um conjunto de quatro ilhas (Ilha do Arvoredo, Ilha Deserta, Ilha da Galé e o Calhau de São Pedro) e mais de 160 km² de ambientes marinhos. A Reserva abriga uma alta biodiversidade, incluindo várias espécies raras e ameaçadas de extinção ³². Abriga ainda dois bancos de rodolitos que são os únicos registrados em todo litoral sul do Brasil (LINDNER et al., 2017), sendo, portanto, de grande relevância para a preservação dos ecossistemas e a manutenção da biodiversidade local.

A Rebio Arvoredo possui uma localização geográfica singular. Devido a essa localização geográfica, o ambiente oceanográfico é extremamente distinto dos outros locais da costa brasileira onde existe invasão de *Tubastraea* spp. Isso faz com que haja particularidades oceanográficas que influenciam diretamente no ambiente bentônico. Foi constatado que há uma grande variação dos parâmetros oceanográficos entre o verão e o inverno. Além disso, há um grande aporte de nutrientes no inverno devido a pluma do Rio da Prata (FREIRE et al., 2017).

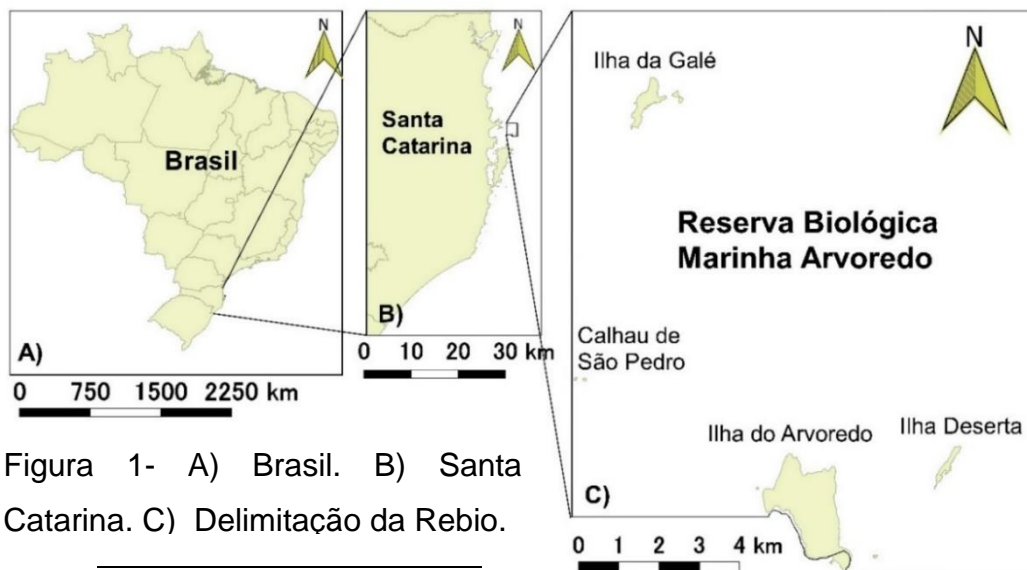


Figura 1- A) Brasil. B) Santa Catarina. C) Delimitação da Rebio.

³² (HORTA et al., 2008; HOSTIM-SILVA et al., 2005; ROCHA; MORENO; METRI, 2005, LINDNER et al., 2017)

Na Reserva Arvoredo, o coral-sol *Tubastraea coccinea* foi registrado inicialmente na face sudoeste da Ilha do Arvoredo, em área não pertencente a Reserva, em um local chamado de “Saco do Engenho”. O primeiro registro dentro da área da unidade de conservação ocorreu em 2014, a noroeste da Ilha do Arvoredo, em um local chamado de “Rancho Norte”. Devido ao tamanho e a quantidade de colônias, se inferiu que aquele local seria o local mais antigo da invasão (Relatório Técnico nº 002/2016- REBIO ARVOREDO/ICMBio). Até hoje, esse é um dos pontos com a maior densidade populacional. Atualmente, já foram registrados alguns focos menores adjacentes aos focos registrados na Ilha do Arvoredo.

Acredita-se, pela quantidade, tamanho e densidade das colônias removidas, que a invasão na Reserva Arvoredo ainda esteja em um estágio inicial, quando comparado aos outros locais de invasão da costa brasileira. Talvez este seja um dos únicos locais invadidos ainda passível de erradicação. Além disso, a Ilha do Arvoredo (27°09'30" S, 48°25'30" O-27°17'57" S, 48°18'30" O) é o local de ocorrência mais austral de *T. coccinea* em todo o oceano Atlântico, sendo, portanto, um importante ponto para a compreensão do processo de invasão na costa brasileira

3..2 – Experimentos de recrutamento:

Para avaliar o recrutamento do *T.coccinea* e da comunidade bentônica, foram realizados experimentos de novembro 2017 até Junho de 2018 em três locais na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo(Fig.2): Ilha da Galé(27°18'15"S,48°40'94"O), Ilha Deserta (27°27'09"S,48°33'19"O) e no Rancho Norte na Ilha do Arvoredo(-27°27'77"S,48°37'49"O).

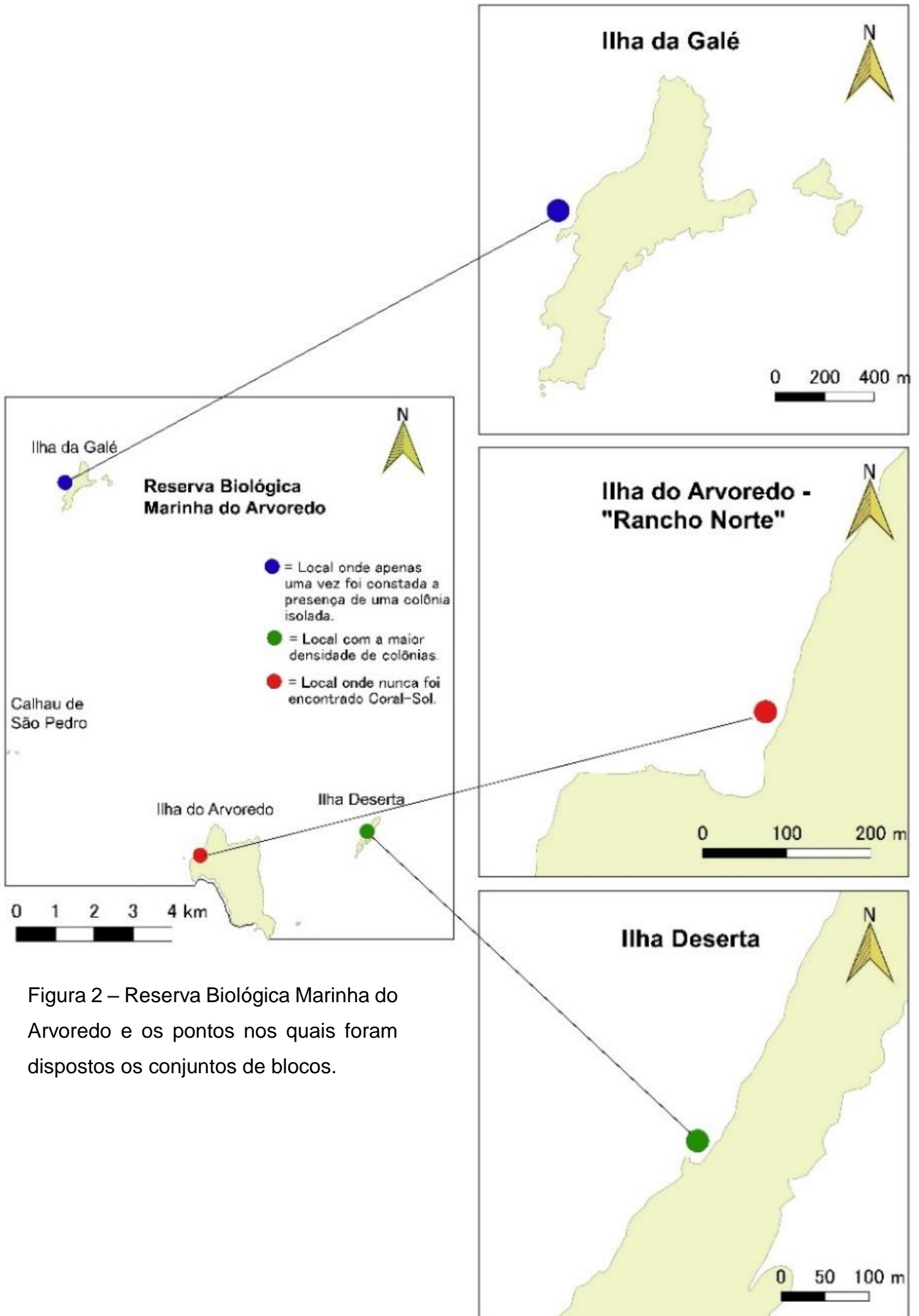


Figura 2 – Reserva Biológica Marinha do Arvoredo e os pontos nos quais foram dispostos os conjuntos de blocos.

Todos esses locais encontram-se dentro da área da Reserva e foram escolhidos por apresentarem três diferentes situações quanto a invasão de *Tubastraea coccinea*:

I) Local onde não há invasão, porém já foi encontrada uma colônia isolada de *T. coccinea* – Ilha da Galé(Fig.2A).

II) Local onde há invasão de *T. coccinea* e alguns focos conhecidos -Rancho Norte(Fig.2B).

III) Local onde não há invasão e nunca foi registrada a presença de *T. coccinea*. – Ilha Deserta (Fig.2C).

Para se avaliar se exista uma relação entre a distância do foco principal da invasão e sucesso no processo de recrutamento de *T. coccinea*, foram dispostas no Rancho Norte três conjuntos de estruturas de recrutamento em diferentes distâncias do foco de invasão. (Fig.3). O primeiro conjunto foi colocado no local mais próximo possível ao principal foco de invasão (B), o mais próximo possível. Os dois outros conjuntos foram dispostos a aproximadamente 35 metros ao norte(A) e ao sul(C) do foco.

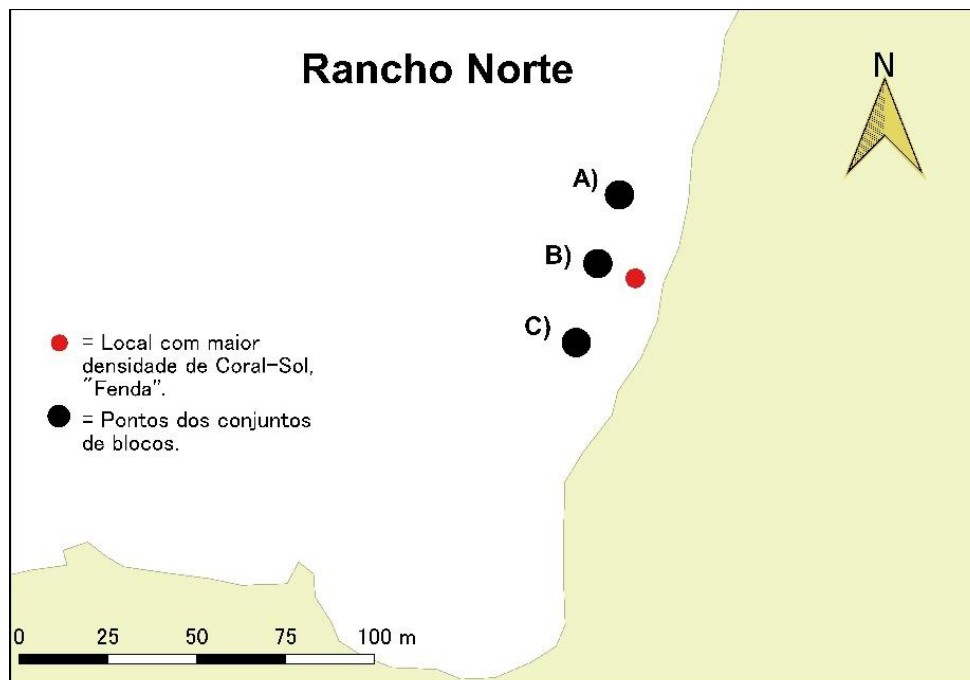


Figura 3 - Rancho Norte com a disposição dos conjuntos de blocos em relação ao foco principal.

Para se caracterizar a da comunidade bentônica nos três diferentes locais após 7 meses de incrustação, foi analisado a porcentagem de cobertura de todos os táxons e grupos morfofuncionais em todos as estruturas de recrutamento.

A produção dos mapas e o georreferenciamento dos locais, foi feito utilizando o programa QGIS (Versão QGIS 3.2.2 'Bonn'). Foram utilizados dados matriciais e vetoriais livres obtidos no site do SIGSSC – Sistema de Informações Geográficas de Santa Catarina da SDS-SC – Secretaria de Desenvolvimento Sustentável de Santa Catarina.

3.2.1- Confeção das estruturas de recrutamento:

O experimento em si consistiu na colocação de blocos de concreto (14cmx19cmx39cm), onde foram fixadas cinco placas de cerâmicas de 10x10cm(Fig.4). Os blocos servirão apenas para fixação e apoio as placas. As placas de cerâmica são muito utilizadas em experimentos de recrutamento ³³. Em experimentos realizados na Baía da Ilha Grande, RJ, esse material não apresentou variação significativa na taxa de recrutamento de *Tubastraea* spp. quando comparado com outros materiais ³⁴.

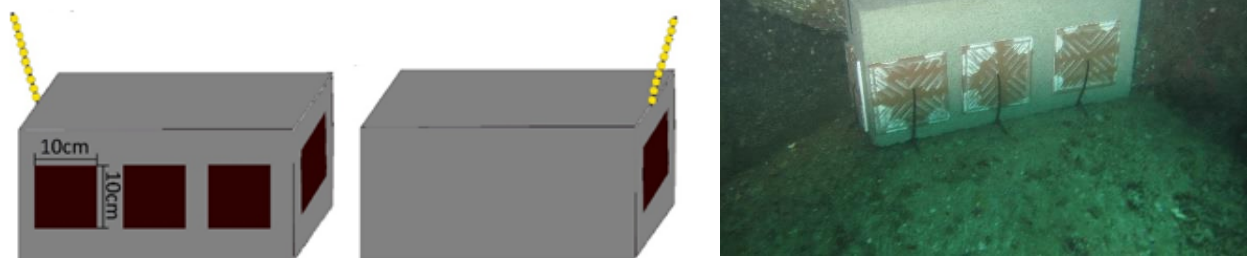


Figura 4 – Imagem representativa das estruturas de recrutamento e estrutura de recrutamento em campo na Ilha Deserta.

³³ BURT, John *et al.*, Coral recruitment and early benthic community development on several materials used in the construction of artificial reefs and breakwaters, **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, vol. 373, no. 1, p. 72–78, 2009; COYER, James A. *et al.*, Interactions between corals and algae on a temperate zone rocky reef: mediation by sea urchins, **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, vol. 167, no. 1, p. 21–37, 1993.

³⁴ CREED, Joel C and PAULA, Alline F De, Substratum preference during recruitment of two invasive alien corals onto shallow-subtidal tropical rocky shores, vol. 330, no. Richmond 1998, p. 101–111, 2007.

As placas de cerâmica foram furadas, com o auxílio de uma furadeira, e fixadas nos blocos com presilhas de plástico. Foram fixadas três placas de cerâmica na parte frontal e mais duas nas partes laterais, uma em cada lado, totalizando cinco placas de cerâmicas por bloco. A parte traseira do bloco não possuiu placas e serviu para o apoio do bloco no costão rochoso. Os blocos foram identificados individualmente por meio de miçangas (uma a dez) fixadas com presilhas de plástico e também com uma numeração escrita com caneta permanente. Essa numeração com caneta foi importante para a organização e numeração dos blocos no momento em que eles foram dispostos no campo.

3.2.2 – Colocação e retirada das estruturas de recrutamento:

Foram dispostos cinco conjuntos de 10 blocos cada, totalizando cinquenta blocos. Foram colocados três conjuntos de blocos no Rancho Norte, um na Ilha da Deserta e um na Ilha da Galé.

Os blocos foram colocados nos locais escolhidos por meio de mergulho autônomo e sua disposição se deu de forma que as placas de cerâmica ficassem posicionadas verticalmente, com a parte traseira do bloco apoiada no costão(Fig.4). As placas foram dispostas na posição vertical, a fim de que se evitasse os efeitos negativos da sedimentação no recrutamento, aumentando assim as chances de recrutamento nas placas. Todos os blocos foram dispostos no costão, com uma distância mínima de 1 metro e máxima de 3 metros entre os blocos. Os mesmos foram dispostos de maneira homogênea, ou seja, se tentou fazer com que todos os blocos estivessem sujeitos a condições abióticas similares (profundidade, sedimentação, exposição a correntes). Os blocos foram dispostos em locais protegidos, nos microhabitats preferenciais de *Tubastraea* spp. Os blocos foram postos numa faixa de profundidade de 4 a 8 metros e de forma não linear. No momento da colocação dos blocos um mergulhador ficou responsável por fazer um croqui da área com a disposição e a numeração dos blocos. Foi realizada uma estimativa visual da distância entre os blocos.

Os blocos foram colocados em novembro de 2017 e ficaram nesses locais pelo prazo de sete meses, sua retirada ocorreu em junho de 2018. Durante esse período houve a inspeção trimestral dos blocos, para verificação de possíveis danos

ou deslocamentos ou algum recrutamento de *T. coccinea* visível a olho nu nas placas (os recrutas de *T. coccinea* são de fácil identificação em campo, pois possuem uma forte coloração alaranjada). No cômputo geral, poucos blocos ou placas foram danificados. Foram perdidas apenas 3 placas.

A retirada das placas se deu por meio de mergulho autônomo. Foi utilizada uma faca de mergulho para cortar as presilhas plásticas que fixavam as placas de cerâmica no bloco. No momento da retirada das placas, foi registrada a profundidade individual de cada bloco através do uso de profundímetro de mergulho acoplado ao manômetro do regulador. As placas foram retiradas dos blocos e ainda embaixo d'água foram postas individualmente em sacos "ziplock" (17cmx12cm) etiquetados e identificados. Após todas as placas de um bloco serem retiradas e postas em seus respectivos sacos "ziplocks", as cinco placas foram colocadas dentro de outro saco "ziplock" maior (28cmx20cm). Na embarcação, foi retirada toda a água dos sacos e eles foram preenchidos com álcool 70%. Foram utilizadas caixas de PVC de 80cmx40cmx25cm para acondicionar as placas. As placas de cada conjunto de 10 blocos foram postas em caixas separadas para facilitar a identificação, totalizando cinco caixas com aproximadamente 50 placas cada. Após as placas serem colocadas na caixa, a caixa era preenchida com álcool 70% até que todas as placas estivessem completamente submersas.

3.2.3 – Triagem das placas:

A análise das placas foi feita com um microscópio estereoscópio (ZEISS Stemi 2000 – C). Elas foram postas individualmente em uma bandeja de PVC 20x18x8cm com água doce e então analisadas. Para a triagem foi utilizado uma adaptação do método do ponto de intersecção³⁵. Foi construída uma moldura com um espaço interno do mesmo tamanho da placa (100cm²), com 7 linhas horizontais e 7 linhas verticais, totalizando 49 pontos de intersecções. Essa estrutura foi posta sobre a placa e a identificação dos organismos sob os pontos de intersecções foi realizada utilizando-se o microscópio estereoscópico. (Fig.6).

³⁵ KENNELLY, Steven J., Inhibition of kelp recruitment by turfing algae and consequences for an Australian kelp community, **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, vol. 112, no. 1, p. 49–60, 1987.



Figura 5 – Moldura sobreposta à placa.

. Dessa forma, foi quantificado em cada placa em quantos pontos de intersecção cada organismo identificado estava presente. A quantidade de intersecções que um organismo ocorreu em uma placa foi dividida pela quantidade de pontos de intersecção total da placa, para se obter a porcentagem de cobertura de cada organismo.

Após a análise inicial, os organismos foram fotografados com uma câmera AxioCam MRc Carl Zeiss acoplada a um microscópio estereoscópio SteREO Discovery. V12 Carl Zeiss para fim de identificação e registro dos organismos presentes. Foi feito um banco de dados com fotos de todos os organismos encontrados nas placas. Essas imagens também foram analisadas pesquisadores e especialistas para que esses pudessem auxiliar na identificação dos organismos em grandes grupos taxonômicos e/ou morfofuncionais.



Figura 6 – Foto no microscópio eletrônico de poliqueta da Família Cerpulidae.

A identificação da organismos foi realizada no menor nível taxonômico possível. Os organismos foram listados em táxons. Para fim de comparação, também foram agrupados e classificados em grupos morfofuncionais.

3.4- Análise Estatística:

Para a análise estatística dos dados, foi utilizado o programa R (3.5.1). Foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis e caso o valor fosse significativo, também era feito o pós Teste de Dunn para constatar onde estava e como se distribuía a diferença. Foi feito uma curva de rarefação comparativa entre os três locais, acumulando indivíduos em função da riqueza de táxons. Foi colocado uma linha de corte no gráfico aonde houve o mesmo esforço amostral em todos os pontos. Como no “Rancho Norte” o esforço de amostragem foi três vezes maior, o uso desta linha de corte permitiu comparar equitativamente os três locais, o que é de extrema importância para a compreensão da diversidade dos diferentes locais.

Para a comparação da da comunidade bentônica dos três locais, foram escolhidos alguns parâmetros para serem testados, sendo eles: 1) Porcentagem de cobertura de alga calcária crostosa, 2) Porcentagem de cobertura total das placas e 3) Número de táxons por local. Foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis e no caso do valor de p ser significativo ($p > 0,05$), foi utilizado também o pós teste de Dunn.

Foi escolhida a porcentagem de cobertura de alga calcária crostosa pois foi o táxon mais abundante encontrado. Ademais, sabe-se que as algas calcárias coralíneas (CCA) são importantes organismos para o processo de assentamento e recrutamento das larvas de corais escleractíneos no substrato, possuindo assim, uma grande importância para o estabelecimento de *T. coccinea*.

A porcentagem de cobertura total das placas foi escolhida, pois representa um importante recurso no processo de recrutamento: disponibilidade de espaço. Portanto, quanto menor a cobertura total das placas, maior a área de substrato disponível não ocupado.

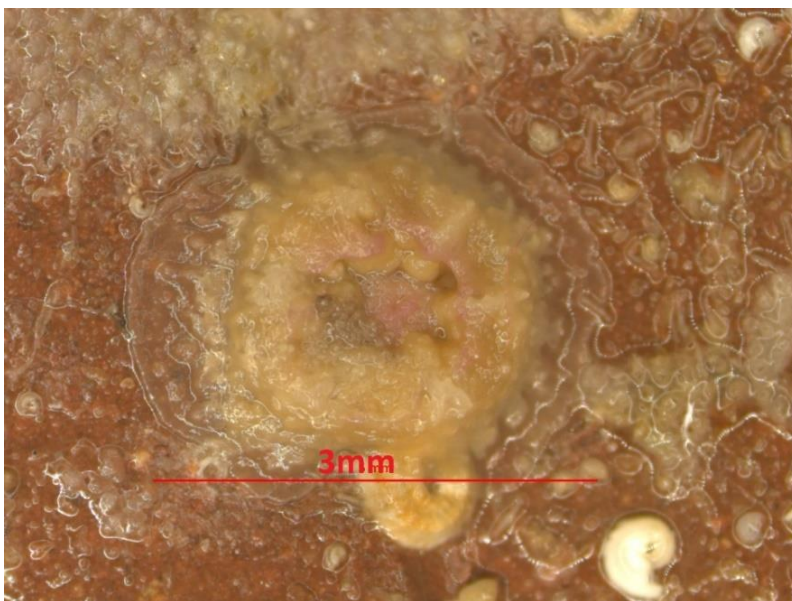
Já a escolha pelo número de táxons por local, se deu pelo fato de o número de táxons ser de extrema importância para a compreensão da diversidade e a riqueza de táxons do local

4 -RESULTADOS

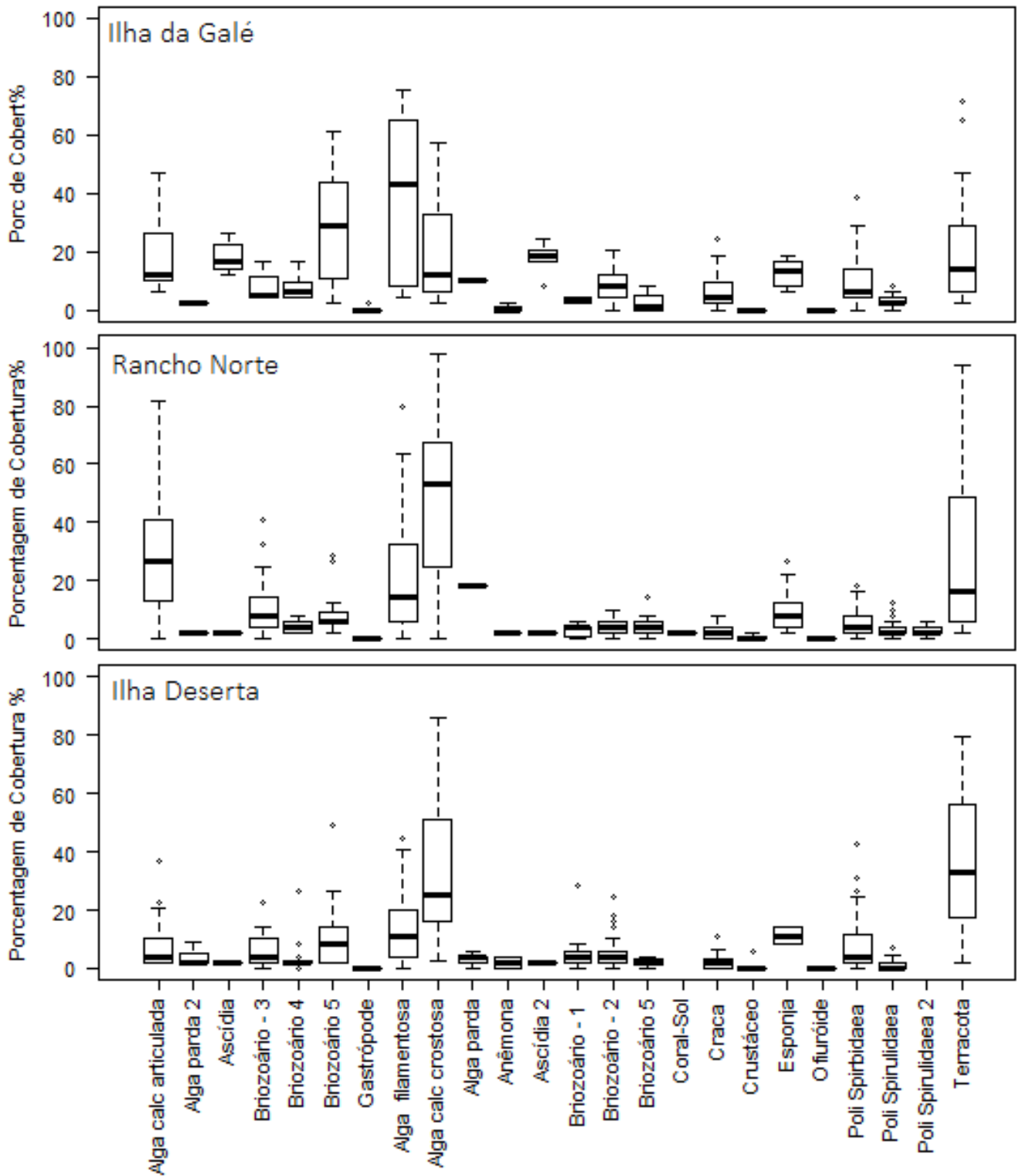
Foi encontrado apenas um recruta de coral-sol (Fig. 7), impedindo a realização de análises estatísticas com essa espécie.. O recrutamento ocorreu no “Rancho Norte” no conjunto de blocos “C” (Fig. 3).



Fig. 7 – Recruta de coral-Sol encontrado no Rancho Norte, Ilha do Arvoredo.



Foram identificados 23 táxons (Fig. 8), pertencentes a oito grupos taxonômicos, sendo eles: ascídia, esponja, crustáceo, poliqueta, cnidário, briozoário, gastrópode e algas.



Percebe-se que há uma diferença na distribuição dos táxons nos diferentes locais, conseqüentemente, na composição da comunidade bentônica

A curva de rarefação (Fig. 9), demonstra que a Ilha da Galé é o local com a maior diversidade de táxons. Na linha de corte, percebe-se que a “Rancho Norte” possui a menor diversidade de táxons em relação aos outros locais. Portanto, a Ilha da Galé é o local com a maior riqueza de táxons, seguido pela Ilha Deserta e pelo Rancho Norte.

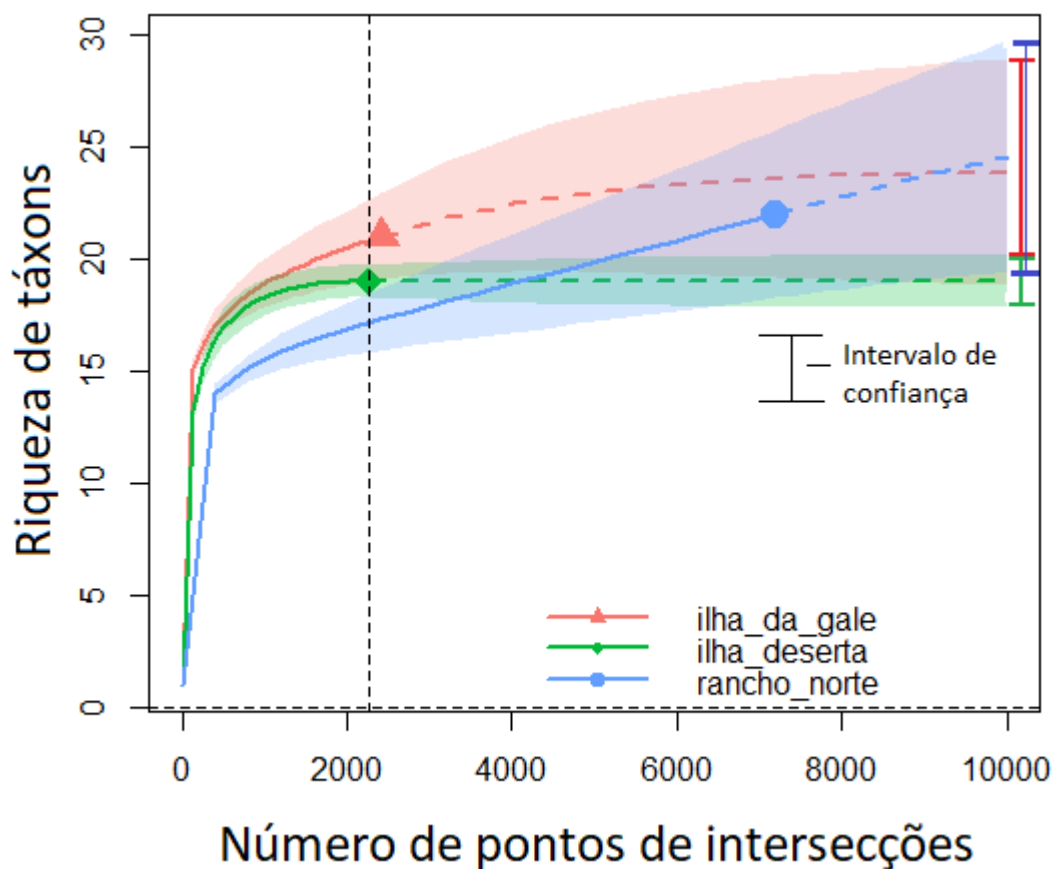


Fig. 9 – Curva de rarefação comparando a diversidade de táxons entre a Ilha da Galé, Ilha da Deserta e Rancho Norte.

Foi constatada diferença significativa ($h=13.828$, $gl=2$, $p=0.0009936$ entre os locais quanto ao número de táxons (Fig. 10). Sendo que, o “Rancho Norte” ($p=0.0002$) e a Ilha Deserta($p=0.0051$) diferem da Ilha da Galé($p= 0.1484$).

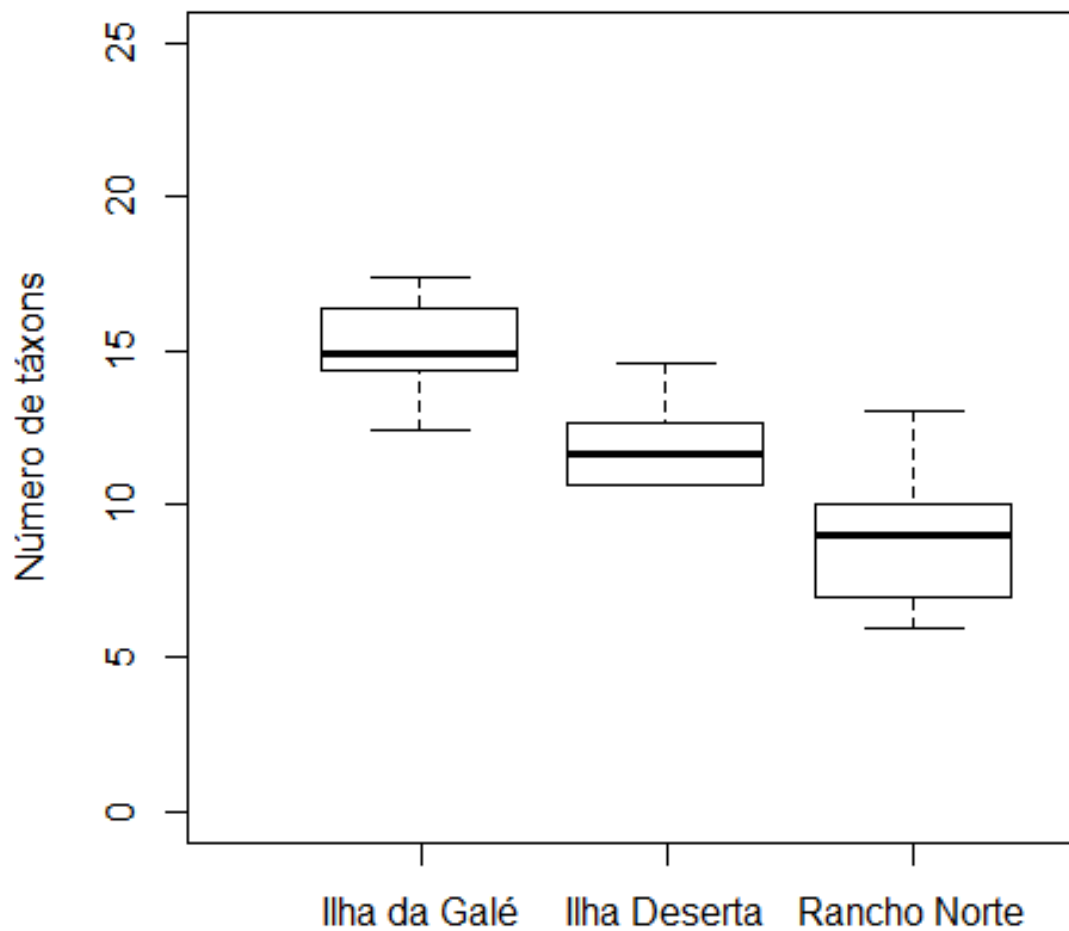


Figura 10 – Média do número de táxons por bloco em cada local.

Quanto a porcentagem de cobertura de alga calcária crostosa, foi constatado que houve diferença significativa ($h=14.517$, $gl=2$, $p=0.0007043$) entre os três locais, com a “Rancho Norte” ($p=0.0001$) e a Ilha da Deserta ($p=0.0420$) diferindo em relação a Ilha da Galé ($p=0.0520$). Portanto, Rancho Norte e Deserta apresentam uma maior porcentagem de cobertura de alga calcária crostosa e não diferiram entre si.

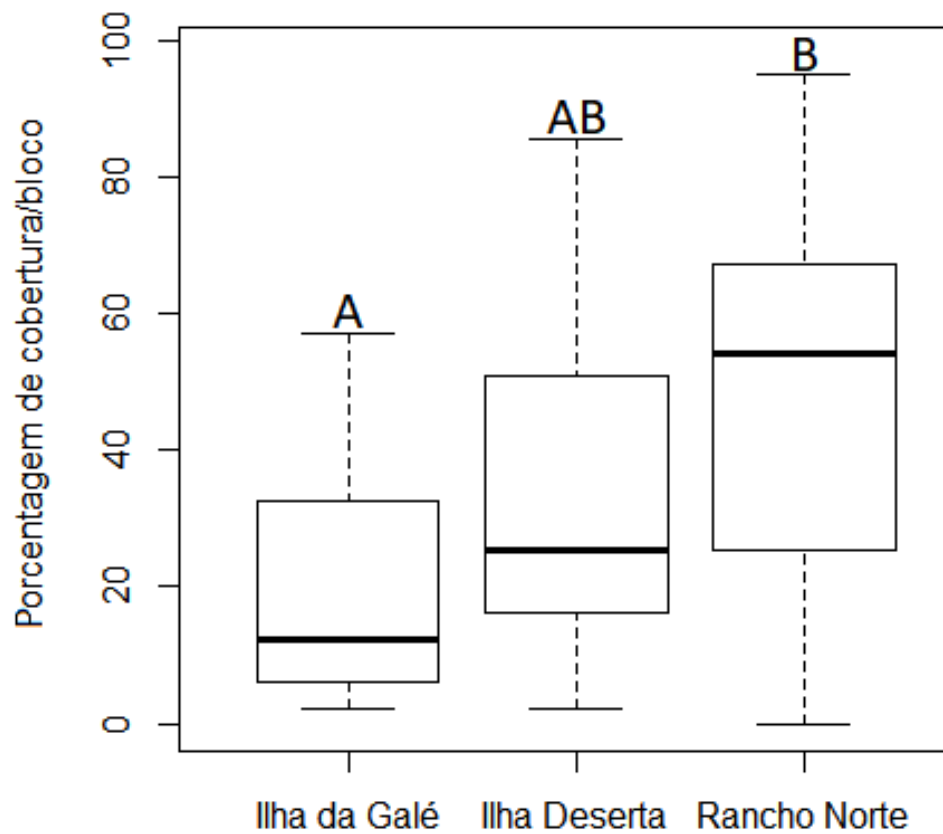


Figura 11- Porcentagem de cobertura de alga calcária crostosa(CCA) por bloco.

Para o parâmetro de cobertura total das placas, se observou que houve diferença significativa entre todos os locais ($h=11.606$, $gl=2$, $p=0.003018$). Sendo a Ilha da Galé ($p=0.0003$) foi o local que apresentou a maior porcentagem de cobertura total, seguida a Ilha da Deserta ($p=0.0196$) e ao “Rancho Norte” ($p=0.0174$) (Fig. 11).

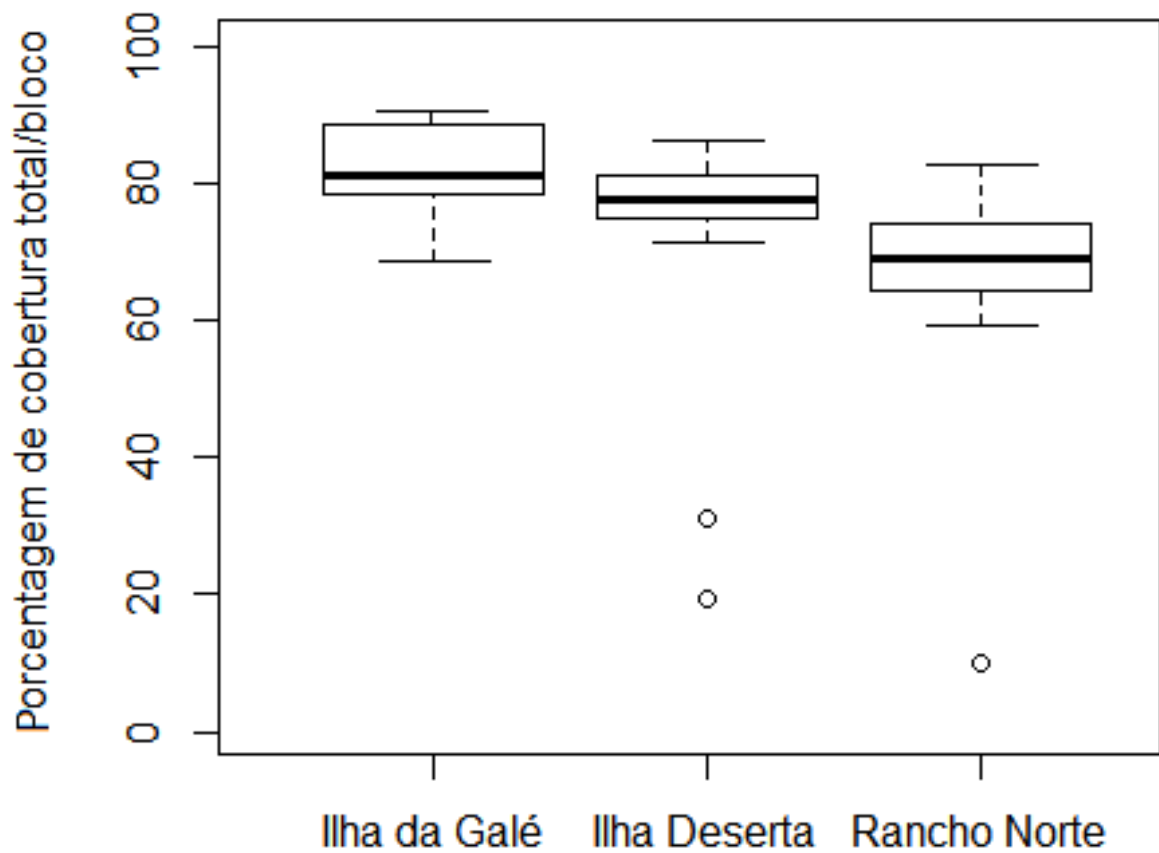


Figura 12 - Porcentagem de cobertura total dos blocos das placas por local

5- DISCUSSÃO

O recrutamento de *T. coccinea* ocorreu “Rancho Norte”, onde há a presença de coral-sol. Nos locais onde não há a presença de coral-sol, não houve nenhum recrutamento. O fato não ter havido um número elevado de recrutas, é atribuído {a baixa densidade de colônias de *T. coccinea* na Rebio Arvoredo. Em um experimento realizado no Baía da Ilha Grande no Rio de Janeiro ³⁶, foi constatada uma taxa muito maior de recrutamento (18-23 recrutas/10cm²). Neste local, há uma grande densidade de colônias e conseqüentemente uma maior disponibilidade de larvas. Em Ilhabela, São Paulo, Dámian (2014) também obteve um resultado expressivo de recrutamento (4-5recrutas/10cm²), com placas de recrutamentos do mesmo tamanho e dispostas na mesma orientação. Porém, a área onde foi realizado o experimento, possui uma porcentagem de cobertura de 33% de *T. coccinea* ³⁷. Na Baía de Todos de Santos (BTS), no estado da Bahia, Miranda (2018) também obteve sucesso no recrutamento de *T. coccinea* (2 recrutas/10cm²).

Outro fator que pode ter influenciado neste resultado é o fato de que na Rebio Arvoredo as colônias de *T. coccinea* se encontram em micro-habitats crípticos, não ficando tão expostas quando comparadas a outros locais na costa brasileira. Isso dificultou a colocação das estruturas de recrutamento, já que, devido ao seu tamanho e forma, muitas vezes não foi possível a sua colocação em áreas bem próximas das colônias adultas. Talvez fosse necessária uma adaptação das estruturas para que pudessem ser dispostas mais próximas às colônias, já que no local onde houve o recrutamento o bloco estava bem próximo a algumas colônias adultas.

Além disso, não se sabe ainda como funciona a reprodução e a produção de larvas de *T. coccinea* na Rebio Arvoredo. Portanto, há a necessidade de realização de mais estudos acerca da produção larval para subsidiar uma melhor compreensão

³⁶ CREED and PAULA, Substratum preference during recruitment of two invasive alien corals onto shallow-subtidal tropical rocky shores.

³⁷ MIZRAHI; NAVARRETE and FLORES, Uneven abundance of the invasive sun coral over habitat patches of different orientation: An outcome of larval or later benthic processes?

acerca dos resultados e da própria dinâmica da invasão na Rebio Arvoredo, tendo em vista que a disponibilidade de larvas está diretamente relacionada com a quantidade de assentamento e recrutamento ³⁸.

Esperava-se que o recrutamento, tivesse ocorrido em algum bloco do conjunto “B” já que era o conjunto mais próximo ao ponto com a maior densidade de colônias, e não do conjunto “C”, como foi observado. Vale ressaltar, no entanto, que no momento da retirada da placa na qual estava o recruta de coral-sol, foi constatada a presença de algumas colônias bem próximas ao bloco, o que justificaria o fato de o recrutamento ter ocorrido nesse local. A proximidade do recruta encontrado em relação às colônias adultas também indica uma probabilidade de influência da liberação do filamento mucoso para a condução das larvas ao substrato adjacente ³⁹, corroborando com o padrão de crescimento e recrutamento gregário apresentado por *T. coccinea* ⁴⁰.

Quanto a riqueza e diversidade de táxons do local, esperava-se que houvesse uma menor quantidade de táxon no Rancho Norte, devido ao fato de haver a presença de *T. coccinea*. Quando comparados equitativamente, a Ilha da Galé apresentou a maior riqueza e biodiversidade de espécies, seguido pela Ilha da Deserta e a Ilha do Arvoredo. A Ilha da Galé é a ilha da Rebio Arvoredo mais próxima ao continente, devido a isso, está sujeita a uma maior influência continental e a um maior “input” de nutrientes, por meio de ações naturais, como o carreamento pela chuva (FREIRE et al., 2017). Isso, de certa forma, ajuda a explicar o fato desse local ter apresentado as maiores taxas de cobertura total.

Corroborando com os resultados esperados, o “Rancho Norte” foi o local com menor diversidade. Cabe ressaltar que mesmo considerando um esforço amostral três vezes maior, a diversidade de táxons no “Rancho Norte” não superou a Ilha da Galé. Esse resultado, no entanto, não pode ser atribuído a presença de *T. coccinea*, já que neste trabalho foi encontrado apenas um recruta da espécie.

³⁸ MIRON, Gilles; BOUDREAU, Bernard and BOURGET, Edwin, between larval supply and larval settlement, vol. 124, p. 301–305, 1995.

³⁹ PAZ-GARCÍA *et al.*, Larval release from *Tubastraea coccinea* in the Gulf of California, Mexico.

⁴⁰ PAULA and CREED, Spatial distribution and abundance of nonindigenous coral genus *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) around Ilha Grande, Brazil.

Quanto a cobertura de alga calcária crostosa, a expectativa era de que houvesse uma maior porcentagem no Rancho Norte e na Ilha Deserta em relação a Ilha da Galé. Portanto, os resultados obtidos corroboram a hipótese alternativa e os resultados esperados. Esse resultado sugere que o “Rancho Norte” e a Ilha Deserta possuem uma influência direta dos bancos de rodolitos no processo de recrutamento da comunidade bentônica num geral. Atualmente, já se sabe que as Algas Calcárias Crostosas (CCA) possuem um importante papel no processo de assentamento larval e recrutamento de corais escleractínios ⁴¹. Portanto, a presença do banco de rodolitos no “Rancho Norte” e conseqüentemente a maior cobertura de algas calcárias crostosas no local, podem influenciar no processo de recrutamento do coral-Sol. Esses resultados diferem em parte dos resultados do Projeto MAARÉ, que indicam uma maior porcentagem de cobertura de alga calcária crostosa na Ilha Deserta do que no “Rancho Norte” e do que na Ilha da Galé (LINDNER et al., 2017). Essa diferença pode ser atribuída às metodologias distintas utilizadas nos dois trabalhos.

A disponibilidade de espaço é de suma importância para as fases finais do desenvolvimento da larva de corais escleractínios. Apesar de *Tubastraea* spp. costumar apresentar sucesso nas suas competições por espaço⁴² este também é um recurso valioso para o recrutamento da espécie. O fato da Ilha da Galé apresentar uma maior porcentagem de cobertura total das placas, faz com que esse local tenha a menor quantidade de substrato disponível não ocupado. Já o “Rancho Norte” e a Ilha Deserta, possuem uma menor taxa de porcentagem de cobertura total, fazendo que com tenham uma maior área disponível não ocupada. Portanto, o fato da Ilha da Galé apresentar a maior porcentagem de cobertura total das placas, indica que esse local tem a menor quantidade de substrato disponível não ocupado, indicando que provavelmente seja um local menos suscetível ao recrutamento de *T. coccinea*.

6 - CONCLUSÃO

Conclui-se que o baixo índice de recrutamento de *T. coccinea* encontrado nesse trabalho, se deve provavelmente a baixa densidade populacional de *T. coccinea*

⁴¹ ELMER, Franziska; BELL, James J. and GARDNER, Jonathan P.A., Coral larvae change their settlement preference for crustose coralline algae dependent on availability of bare space, **Coral Reefs**, vol. 37, no. 2, p. 397–407, 2018.

⁴² SAMMARCO, Paul W. *et al.*, Success in competition for space in two invasive coral species in the western Atlantic - *Tubastraea micranthus* and *T. coccinea*, **PLoS ONE**, vol. 10, no. 12, p. 1–22, 2015.

na região. A dificuldade da colocação das estruturas mais próximas as colônias adultas, também pode ter influenciado no baixo índice de recrutamento. Deveria ter sido feito alguma adaptação nas estruturas de recrutamento, para que essas pudessem ser dispostas mais próximas das colônias adultas, e assim, facilitar o processo de assentamento das plânulas. Além disso, a época do ano em que foram colocados os experimentos pode ter influenciado diretamente nos resultados encontrados. Em função da falta de conhecimento acerca dos padrões reprodutivos e de liberação de larvas da espécie na REbio Arvoredo, pode ser que os blocos tenham sido dispostos em um momento onde não estava havendo produção de larvas.

O fato do único recrutamento observado ter acontecido em um bloco colocado bem próximo a colônias adultas corrobora com o padrão de crescimento e recrutamento gregário apresentado por *T. coccinea*

Apesar do Rancho Norte ter apresentado a menor riqueza e diversidade de táxons quando comparada com a Ilha da Galé e a Ilha da Deserta, não foi possível relacionar esse resultado com a presença de *T. coccinea* no local, já que foi encontrado apenas um recruta da espécie em todo o experimento.

As maiores coberturas de algas calcárias encontradas no Rancho Norte e na Ilha Deserta estão provavelmente relacionadas com a presença dos bancos de rodolitos nesses locais.

A maior porcentagem de cobertura total das placas, observada para a Ilha da Galé, pode indicar uma dificuldade para o recrutamento de *T. coccinea* no local, devido a menor quantidade de substrato disponível para o assentamento das larvas da espécie.

7 -BIBLIOGRAFIA

AYRE, D. J. and RESING, J. M. Sexual and asexual production of planulae in reef corals. **Marine Biology**, vol. 90, no. 2, p. 187–190, 1986.

BABCOCK, Russ and MUNDY, Craig. Coral recruitment: Consequences of settlement choice for early growth and survivorship in two scleractinians. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, vol. 206, no. 1–2, p. 179–201, 1996.

BURT, John; BARTHOLOMEW, Aaron; BAUMAN, Andrew; *et al.* Coral recruitment and early benthic community development on several materials used in the construction of artificial reefs and breakwaters. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, vol. 373, no. 1, p. 72–78, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jembe.2009.03.009>>.

CAIRNS, S D. A revision of the shallow-water azooxanthellate Scleractinia of the western Atlantic. **Studies on the natural history of the Caribbean region**, vol. 75, p. 1–231, 2000.

CAPEL, K. C.C.; MIGOTTO, A. E.; ZILBERBERG, C.; *et al.* Another tool towards invasion? Polyp “bail-out” in *Tubastraea coccinea*. **Coral Reefs**, vol. 33, no. 4, p. 1165, 2014.

CAPEL, Katia Cristina Cruz; TOONEN, Robert J.; RACHID, Caio T.C.C.; *et al.* Clone wars: asexual reproduction dominates in the invasive range of *Tubastraea* spp. (Anthozoa: Scleractinia) in the South-Atlantic Ocean. **PeerJ**, vol. 5, p. e3873, 2017. Disponível em: <<https://peerj.com/articles/3873>>.

CASTRO, C. B.; PIRES, D. BRAZILIAN CORAL REEFS: WHAT WE ALREADY KNOW AND WHAT IS STILL MISSING Clovis B. Castro and Débora O. Pires. **Bulletin of Marine Science**, vol. 69, no. 2, p. 357–371, 2001.

CHAO, Anne; GOTELLI, Nicholas J.; HSIEH, T. C.; *et al.* Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: A framework for sampling and estimation in species diversity studies. **Ecological Monographs**, vol. 84, no. 1, p. 45–67, 2014.

COSTA, Thiago J F; PINHEIRO, Hudson T.; TEIXEIRA, João Batista; *et al.* Expansion of an invasive coral species over Abrolhos Bank, Southwestern Atlantic. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 85, no. 1, p. 252–253, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.06.002>>.

COYER, James A.; AMBROSE, Richard F.; ENGLE, John M.; *et al.* Interactions

between corals and algae on a temperate zone rocky reef: mediation by sea urchins. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, vol. 167, no. 1, p. 21–37, 1993.

CREED, Joel C. Two invasive alien azooxanthellate corals, *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis*, dominate the native zooxanthellate *Mussismilia hispida* in Brazil. **Coral Reefs**, vol. 25, no. 3, p. 350, 2006.

CREED, Joel C.; FENNER, Douglas; SAMMARCO, Paul; *et al.* The invasion of the azooxanthellate coral *Tubastraea* (Scleractinia: Dendrophylliidae) throughout the world: history, pathways and vectors. **Biological Invasions**, vol. 19, no. 1, p. 283–305, 2017.

CREED, Joel C and PAULA, Alline F De. Substratum preference during recruitment of two invasive alien corals onto shallow-subtidal tropical rocky shores. vol. 330, no. Richmond 1998, p. 101–111, 2007.

DE PAULA, Alline Figueira and CREED, Joel Christopher. Two species of the coral *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) in Brazil: A case of accidental introduction. **Bulletin of Marine Science**, vol. 74, no. 1, p. 175–183, 2004.

DE PAULA, Alline Figueira; DE OLIVEIRA PIRES, Débora and CREED, Joel Christopher. Reproductive strategies of two invasive sun corals (*Tubastraea* spp.) in the southwestern Atlantic. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, vol. 94, no. 3, p. 481–492, 2014.

ELMER, Franziska; BELL, James J. and GARDNER, Jonathan P.A. Coral larvae change their settlement preference for crustose coralline algae dependent on availability of bare space. **Coral Reefs**, vol. 37, no. 2, p. 397–407, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00338-018-1665-2>>.

FENNER, Douglas and BANKS, Kenneth. Orange Cup Coral *Tubastraea coccinea* invades Florida and the Flower Garden Banks, Northwestern Gulf of Mexico. **Coral Reefs**, vol. 23, no. 4, p. 505–507, 2004.

FERREIRA, C. E L. Non-indigenous corals at marginal sites. **Coral Reefs**, vol. 22, no. 4, p. 498, 2003.

FREIRE et al 2017. Livro Projeto MAArE, Capítulo 4: O ambiente oceanográfico. 1ª

Ed, 2017. p 159-199.

GLYNN, P. W.; COLLEY, S. B.; MATÉ, J. L.; *et al.* Reproductive ecology of the azooxanthellate coral *Tubastraea coccinea* in the Equatorial Eastern Pacific: Part V. Dendrophylliidae. **Marine Biology**, vol. 153, no. 4, p. 529–544, 2008.

HORTA, Paulo Antunes; SALLES, José Pedrassoli; BOUZON, Janayna L.; *et al.* Composição e estrutura do fitobentos do infralitoral da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Santa Catarina, Brasil - implicações para a conservação. **Oecologia Australis**, vol. 12, no. 02, p. 243–257, 2008. Disponível em: <<http://www.oecologiaaustralis.org/ojs/index.php/oa/article/view/101/27>>.

HOSTIM-SILVA, Mauricio; ANDRADE, athila bertocini; MACHADO, leonardo franciso; *et al.* Peixes de Costão Rochoso de Santa Catarina. I Arvoredo. **Marine Science**, vol. 2, no. 5, p. 131, 2005.

KENNELLY, Steven J. Inhibition of kelp recruitment by turfing algae and consequences for an Australian kelp community. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, vol. 112, no. 1, p. 49–60, 1987.

LAGES, Bruno G.; FLEURY, Beatriz G.; PINTO, Angelo C.; *et al.* Chemical defenses against generalist fish predators and fouling organisms in two invasive ahermatypic corals in the genus *Tubastraea*. **Marine Ecology**, vol. 31, no. 3, p. 473–482, 2010.

LINDNER *et al* 2017. Livro Projeto MAArE, Capítulo 5: A biodiversidade marinha das ilhas da Rebio Arvoredo e Entorno. 1ª Ed, 2017. p. 201-249.

LODGE, David M; WILLIAMS, Susan; MACISAAC, Hugh J.; *et al.* Biological invasions: recommendations for U.S. policy and management. **Ecological Applications**, vol. 16, no. 6, p. 2035–2054, 2006. Disponível em: <<http://www.esajournals.org/doi/pdf/10.1890/04-0922>>.

LUZ, B. L.P.; CAPEL, K. C.C.; ZILBERBERG, C.; *et al.* A polyp from nothing: The extreme regeneration capacity of the Atlantic invasive sun corals *Tubastraea coccinea* and *T. tagusensis* (Anthozoa, Scleractinia). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, vol. 503, no. August 2017, p. 60–65, 2018. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1016/j.jembe.2018.02.002>>.

MANTELATTO, M. C.; CREED, J. C.; MOURÃO, G. G.; *et al.* Range expansion of the invasive corals *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis* in the Southwest Atlantic. **Coral Reefs**, vol. 30, no. 2, p. 397–397, 2011.

MAIDA, M. & FERREIRA, BP. 1995. Estudo preliminar sobre o assentamento de corais em um recife na Baía de Tamandaré - PE. *Boletim Técnico e Científico - CEPENE*. 3(1): 23-36.

MIRON, Gilles; BOUDREAU, Bernard and BOURGET, Edwin. between larval supply and larval settlement. vol. 124, p. 301–305, 1995.

MIZRAHI, Damián; NAVARRETE, Sergio A. and FLORES, Augusto A V. Uneven abundance of the invasive sun coral over habitat patches of different orientation: An outcome of larval or later benthic processes? **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, vol. 452, p. 22–30, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jembe.2013.11.013>>.

MIZRAHI, Damián; NAVARRETE, Sergio A and FLORES, Augusto A V. Groups travel further: Pelagic metamorphosis and polyp clustering allow higher dispersal potential in sun coral propagules. **Coral Reefs**, vol. 33, no. 2, p. 443–448, 2014.

MOLNAR, Jennifer L.; GAMBOA, Rebecca L.; REVENGA, Carmen; *et al.* Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. **Frontiers in Ecology and the Environment**, vol. 6, no. 9, p. 485–492, 2008.

MOREIRA, Thaise S.G. and CREED, Joel C. Invasive, non-indigenous corals in a tropical rocky shore environment: No evidence for generalist predation. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, vol. 438, p. 7–13, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jembe.2012.09.015>>.

PAULA, A. F. and CREED, J. C. Spatial distribution and abundance of nonindigenous coral genus *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) around Ilha Grande, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, vol. 65, no. 4, p. 661–673, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842005000400014&lng=en&tlng=en>.

PAZ-GARCÍA, D. A.; REYES-BONILLA, H.; GONZÁLEZ-PERALTA, A.; *et al.* Larval release from *Tubastraea coccinea* in the Gulf of California, Mexico. **Coral Reefs**, vol. 26, no. 2, p. 433, 2007.

RIUL, Pablo; TARGINO, Carlos Henrique; JÚNIOR, Lélis A.C.; *et al.* Invasive potential of the coral *Tubastraea coccinea* in the southwest Atlantic. **Marine Ecology Progress Series**, vol. 480, p. 73–81, 2013.

ROCHA, Rosana M; MORENO, Tatiane R and METRI, Rafael. Reserva Marinha Arvor Ascídias (Tunicata , Ascidiacea) da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo , Santa Catarina , Brasil Brazil or. **Revista Brasileira de Zoologia**, vol. 22, no. 2, p. 461–476, 2005.

SAMMARCO, Paul W.; PORTER, Scott A.; GENAZZIO, Melissa; *et al.* Success in competition for space in two invasive coral species in the western Atlantic - *Tubastraea micranthus* and *T. coccinea*. **PLoS ONE**, vol. 10, no. 12, p. 1–22, 2015.

SAMPAIO, Cláudio L.S.; MIRANDA, Ricardo J.; MAIA-NOGUEIRA, Rodrigo; *et al.* New occurrences of the nonindigenous orange cup corals *tubastraea coccinea* and *T. tagusensis* (Scleractinia: Dendrophylliidae) in southwestern Atlantic. **Check List**, vol. 8, no. 3, p. 528–530, 2012.

SILVA, Amanda G; LIMA, Régis P; GOMES, Adriana N; *et al.* Expansion of the invasive corals *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis* into the Tamoios Ecological Station Marine Protected Area , Expansion of the invasive corals *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis* into the Tamoios Ecological Station M. no. January, 2011.

UNDERWOOD, A. J. and FAIRWEATHER, P. G. Supply-side ecology and benthic marine assemblages. **Trends in Ecology and Evolution**, vol. 4, no. 1, p. 16–20, 1989.

WELLS, John W. Notes on Indo-Pacific scleractinian corals. Part 9. New corals from the Galapagos Islands. **Pacific Science**, vol. 36, no. 2, p. 211–219, 1982. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10125/421>>.

8- ANEXOS:

1- Média da porcentagem de cobertura dos táxons por local.

Rótulos de Linha	Rancho			Total Geral
	Ilha da Galé	Ilha Deserta	Norte	
Alga calc crostosa	0.206164182	0.350477981	0.477514182	0.403153081
Terracota	0.194925779	0.368450093	0.292004946	0.288810916
Alga filamentosa	0.376185926	0.143000147	0.203444151	0.208614347
Alga calc articulada	0.185941043	0.097863248	0.295201324	0.199289499
Briozoário 5	0.275539816	0.130298273	0.090561225	0.194743191
Ascídia	0.18065661	0.020408163	0.020408163	0.153948536
Ascídia 2	0.175510204	0.020408163	0.020408163	0.131195335
Esponja	0.128147363	0.112244898	0.102040816	0.112470541
Briozoário - 3	0.076530613	0.062853175	0.096428393	0.089281472
Poli Spiribidaea	0.095214375	0.091979503	0.054078634	0.069899159
Alga parda	0.102040816	0.032653061	0.183673469	0.064139942
Briozoário - 2	0.083709157	0.052773966	0.041271757	0.053537142
Briozoário 4	0.075561668	0.03375196	0.042386185	0.050996307
Briozoário - 1	0.030612245	0.046140195	0.030998763	0.040390112
Briozoário 5	0.026089982	0.020697641	0.043537415	0.039799332
Alga parda 2	0.020408163	0.043235072	0.020408163	0.034104308
Craca	0.067204626	0.022759912	0.022542052	0.033572241
Poli Spirulidaea	0.028886219	0.01142309	0.033501317	0.026001075
Poli Spirulidaea 2	0	0	0.024888004	0.024888004
Coral-Sol	0	0	0.020408163	0.020408163
Anêmona	0.005102041	0.020408164	0.020408163	0.011661808
Crustáceo	0	0.008746356	0.006802721	0.00742115
Gastrópode	0.004081633	0	0	0.001133787
Ofiuróide	0	0	0	0

2- Desvio padrão da porcentagem de cobertura dos táxons por local.

Rótulos de Linha	Ilha da Galé	Ilha Deserta	Rancho Norte	Total Geral
Alga calc crostosa	0.17730391	0.236107091	0.258543653	0.262477805
Terracota	0.144032705	0.187966324	0.267001051	0.249442634
Alga filamentosa	0.274756199	0.127146115	0.187779196	0.197190109
Alga calc articulada	0.131646275	0.105972644	0.218329183	0.183642141
Briozoário 5	0.193151479	0.133185343	0.077072909	0.177134073
Ascídia 2	0.060540396	0	0	0.090394682
Ascídia	0.049529326	0	0	0.076798237
Briozoário - 3	0.058617986	0.058751011	0.078372125	0.074940405
Poli Spiribidaea	0.082290779	0.106995365	0.039260045	0.069752137
Esponja	0.0461129	0.043292252	0.071864558	0.062033336
Alga parda	0	0.023268886	0	0.061708485
Briozoário - 1	0.014430751	0.059090001	0.022419124	0.048466167
Briozoário 4	0.039096923	0.05465876	0.01947089	0.046329407
Briozoário - 2	0.048576171	0.057477611	0.029732728	0.045234172
Craca	0.055267579	0.023305238	0.019363271	0.037695706
Briozoário 5	0.038547246	0.020414322	0.030663028	0.031101618
Alga parda 2	0	0.039537366	0	0.030625512
Poli Spirulidaea	0.020235987	0.015179331	0.024740602	0.022681389
Poli Spirulidaea 2	0	0	0.019096739	0.019096739
Crustáceo	0	0.023140682	0.011782658	0.018865638
Anêmona	0.010204082	0.028861502	0	0.016057057
Gastrópode	0.009126808	0	0	0.00481025
Ofiuróide	0	0	0	0
Coral-Sol	0	0	0	0

Anexo 3 -- Porcentagem de cobertura dos táxons encontrados nos três diferentes locais.

