

VIVIANI GOMES VIEIRA

**RECRUTAMENTO DE ORGANISMOS SÉSSEIS NO
ÚNICO BANCO DE CORALITOS DO ATLÂNTICO
SUBTROPICAL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós- Graduação em Ecologia, Departamento de Ecologia e Zoologia da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção de grau de Mestre em ecologia.

Orientadora: Prof^a. Dra. Bárbara Segal

Florianópolis

2015

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

Vieira, Viviani Gomes
Recrutamento de organismos sésseis no único banco de
Coralitos do Atlântico Subtropical / Viviani Gomes Vieira ;
orientadora, Bárbara Segal - Florianópolis, SC, 2015.
68 p.

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

Inclui referências

1. Ecologia. 2. Recrutamento. 3. Madracis decactis. 4.
Banco de Coralitos. 5. Bentos. I. Segal, Bárbara . II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-
Graduação em Ecologia. III. Título.

Folha das assinaturas

AGRADECIMENTO

Em primeiro lugar, agradeço meus pais, **Edison e Sueli** que sempre foram exemplos a seguir. Desde o início me apoiaram e incentivaram todas as minhas ideias mesmo sem entender muito bem o que estava acontecendo ou o que iria acontecer. A caçula que saía de casa pra viver seu sonho e seguir com o que acreditava... muita confiança! Obrigado meus amores!

Aos meus queridos Amigos companheiros de caminhada, Obrigado! Sem o apoio de vocês teria sido muito mais difícil e acreditem, é difícil ficar longe de quem a gente gosta.

É muito difícil citar todas as pessoas que de uma forma ou outra me ajudaram e me apoiaram nesses últimos dois ou três anos. Então, se eu esquecer de citar alguém, “por favor não se irrite” (Roberto Gómez Bolanões – Chaves * 1929 - † 2014).

Desde o início, e quando eu digo início estou me referindo à ideia de projeto, quando eu ainda não sabia onde e com quem eu iria fazer o mestrado, algumas pessoas foram “chave” nas minhas decisões e mesmo com um simples gesto ou palavra de incentivo me ajudaram a dar início a essa caminha. Dentre eles, gostaria de agradecer:

Os meus antigos chefes **Prof. Dr^a. Fabiane Gallucci e Prof. Dr. Gustavo F. C. Fonseca** obrigado pela oportunidade de trabalhar como técnica em seus projetos no Centro de Biologia Marinha da Universidade de São Paulo (**CEBIMar – USP**) onde aprendi a vivenciar a pesquisa, além do apoio em relação ao meu mestrado. Sem o apoio de vocês lá no começo, eu não teria conseguido concluir meu projeto.

Prof. Dr. Álvaro Esteves Migotto doando seu tempo entre uma reunião e outra para conversar sobre minha ideia de projeto e me ajudando com

nomes de instituições e professores. Lembro-me bem da nossa conversa sobre zoologia e ecologia... Qual área seguir?! Muito, muito obrigado pelos esclarecimentos e por ser sempre acessível a jovens pesquisadores com questões e dúvidas a responder.

Bom, após inúmeras conversas com professores e amigos no CEBIMar, comecei a trilhar o caminho para o mestrado propriamente dito, e não posso deixar de agradecer a essas pessoas:

Ao Prof. Dr. Alberto Lindner que foi a primeira pessoa que contatei a respeito do meu projeto e mesmo não tendo vaga para me orientar, indicou a minha então orientadora. Além disso, eu não estaria aqui se não fosse pela sua generosidade de me acolher em seu projeto (Biodiversidade Marinha de Santa Catarina) enquanto a PPG estava resolvendo o problema com a minha bolsa de mestrando. Haa essa bolsa... melhor nem comentar!

A pessoa acolhedora, paciente, empolgada, preocupada e muuuuito competente minha querida orientadora **Prof. Dr^a. Bárbara Segal**. Nossa história começou em 2012, por e-mail onde pude expor minhas ideias para o projeto de mestrado. Passamos os últimos dias do ano (DEZ/2012) escrevendo o projeto para submeter à editais de apoio para conseguir viabilizar o projeto. Ela não me conhecia, não conhecia ninguém que realmente me conhecia e eu não a conhecia, foi realmente um “palpite de sorte”. De repente, me materializei em sua frente, de mala e cuia na apresentação de um dos seus alunos de iniciação. Foi assim que realmente nos conhecemos e desde então, todo apoio e dedicação que um orientador “deveria” ter com seu orientando ela teve. Sem palavras para agradecer a paciência que você teve (e tem) comigo. Obrigada B!

Aos queridos, **Tio Chico, Ide e Lucão** pela guarida. Primeira vez em Florianópolis, sem casa, sem R\$, sem saber direito onde era a UFSC... Muito obrigada pelo teto e amizade!!

Também agradeço a todos os professores e profissionais do PPG-Ecologia, UFSC pelos ensinamentos e apoio.

Aos meu amados colegas da **Turma PPG-Ecologia 2013 / UFSC**, sem as conversas, o apoio, as confraternizações (que não foram poucas...rs), e claro a AMIZADE que construímos durante esses dois anos não teria sido tão divertido e gratificante essa minha passagem pelo mestrado.

Agradeço, também, a todas as pessoas envolvidas na coleta de dados e na logística: **Ale, Amanda, Anderson, Bruna F, Bruno, Carol, Chuck, Davi, Deb, Fabiano, Fabrício, Flora, Isa, Jeh, Letícia, Livia, Lu, Luquinhas, Marcelo, Mari, Renan's, Ricardo** e toda equipe da operadora de mergulho Água Viva pelo apoio tanto dentro como fora d'água.

Obrigado a todos do Laboratório de Ecologia de Ambientes Recifais – **LABAR/UFSC**, pela acolhida, apoio e ajuda.

Agradeço de coração aos “meus queridos estagiários” (meus sim...rs) : **Bruna, Odair e Renan**, que além de me ajudarem na coleta dos dados, triaram comigo os materiais.

Aos **Profs. Dr. Paulo Horta, Dr. Leandro Vieira e Dr^a. Janayna Bouzon** pela ajuda na identificação dos grupos nos quais são especialistas.

Muito obrigado **Dr. Eduardo L. H. Giehl** não só pela ajuda com as análises, mas por todas as conversas que tivemos com o intuito de esclarecer melhor todos os objetivos do projeto.

Em especial gostaria muito de agradecer Meu dupla, Amigo e Maridão, **Reynaldo Malafaia Neto**, sem seu AMOR e PACIÊNCIA na reta final tudo seria mais difícil. Obrigada por ser tão especial em minha vida... Te amo!

Além disso, gostaria de agradecer a **Fundação O Boticário de Proteção à Natureza e ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)** pelos apoios financeiros ao projeto. Adriana Carvalhal, Ricardo Casteli e toda equipe da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (**ReBio - Arvoredo**) pela ajuda na elaboração da “fase piloto” e no decorrer do projeto.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (**CAPES**) pela bolsa de mestrado e apoio financeiro.

Agradeço também aos membros da banca examinadora e da pré- banca pela disponibilidade de participar da avaliação desse trabalho e partilharem, assim, seus conhecimentos.

Obrigado.

**“Não é o mais forte que sobrevive, nem o mais inteligente, mas o que
melhor se adapta às mudanças”.**

Charles Darwin

Resumo

Áreas recifais marginais estão sendo consideradas em todo mundo como áreas prioritárias para conservação, já que essas áreas possuem um grande potencial evolutivo das espécies. Tem sido vista também uma ampliação de distribuição de espécies tropicais nessas áreas, em função das mudanças ambientais. Recentemente, foi encontrado o único banco de corais rolados (banco de coralitos) do Atlântico Subtropical na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, no litoral de Santa Catarina – Brasil. Os recifes rochosos de Santa Catarina são considerados o limite sul de distribuição de várias espécies tropicais de peixes, ascídias, esponjas e corais, entre outros. O banco é formado por colônias livres roladas do coral *Madracis decactis*, que estruturam um ambiente diferente dos costões rochosos adjacentes. O presente estudo avalia o recrutamento dos organismos sésseis associados ao banco de coralitos e sua composição. O recrutamento dos organismos foi avaliado com experimento “in situ” ao longo de 12 meses com placas de recrutamento em inclinações, distâncias do costão e tempos de submersão das placas de recrutamento distintos. Conjuntos de placas foram retirados com 3, 6 e 12 meses de submersão e analisados para investigar a composição e variação no recrutamento. Observamos que há padrão na distribuição das espécies principalmente em relação ao tempo de submersão das placas, com as maiores variações na composição da comunidade entre as placas com 3 e 6 meses submersão, se estabilizando a partir das placas com 6 meses de submersão, sem grandes alterações quando comparadas as placas com 12 meses de submersão. O fator inclinação e a distância do costão também apresentaram valores significativos com relação a variação na taxa de recrutamento. Encontramos 14 grupos taxonômicos

e/ou funcionais durante o experimento sendo que desses grupos, cirripedia, biofilme e macroalga coriácea obtiveram maior correlação com o tempo de submersão em que as placas foram expostas. Os grupos ascidiacea, bryozoa e macroalga crostosa obtiveram maior correlação com relação a inclinação, onde a macroalga crostosa obteve as maiores porcentagens de cobertura nas placas com inclinação horizontal sendo que os outros grupos citados na inclinação vertical. Os grupos cirripedia e hydrozoa apresentaram maior correlação com o fator distância do costão, sendo encontrados em maior número nas placas mais afastadas do costão. A composição da comunidade se altera em função das condições ambientais e das relações interespecíficas, sendo independente da composição inicial. Os resultados vão de encontro com a teoria de sucessão, onde o tempo é o principal fator explicando as mudanças na composição da comunidade. Não foi observado nenhum recruta do coral *M. decactis* nas placas de recrutamento.. O estudo revela um ambiente vulnerável já que a espécie principal estruturadora do ambiente está em situação frágil no ponto de vista ecológico, com uma população pequena, de lento crescimento e aparentemente com pouca ou nenhuma contribuição da reprodução sexuada. Novas medidas de manejo devem ser adotadas para que haja efetividade na conservação desse ambiente único.

Abstract

Marginal reef areas are now considered priority areas for conservation around the world because of the great evolutionary potential of associated species. Tropical species distributions have recently expanded in these areas as a result of environmental change. Recently, the only Atlantic subtropical coralith bed was found in the Arvoredo Marine Biological Reserve on the coast of Santa Catarina, Brazil. The rocky reefs of Santa Catarina are considered the southern boundary for distribution of various species of tropical fish, sea squirts, sponges, and corals, among others. The bank is formed by free colonies of the coral *Madracis decactis*, which structure an environment quite different from the adjacent rocky shores. This study evaluates the recruitment of sessile organisms associated with the coralith bed, and species composition. Recruitment was assessed via "in situ" experiments in which recruitment plates were placed on different slopes, distances from shore, and submersion times; results were evaluated over 12 months. Plate sets were removed at 3, 6 and 12 months post-submergence for investigation of variation in community composition and recruitment. We found the greatest differences in plate community composition between 3 and 6 months post-immersion; this difference stabilized at 6 months of submersion without further major differences. Different slope angles and distances from shore produced significant variation in recruitment rate. We found 14 taxonomic and/or functional groups during the experiment and of these groups, cirripeds, biofilm and coriaceous macroalgae showed the greatest correlations with plate submergence time. Ascidiacea, bryozoa and crustose algae were the groups most correlated with slope, and crustose macroalgae had the highest percentages of coverage on the plates with horizontal slopes, with the other groups were found in greater abundances on vertical slopes. Cirripeds and hydrozoa showed strong correlation with distance from the shore, with greater numbers on plates further from the rocky shore. Changes in community composition depended on environmental conditions and interspecific relationships, independent of initial composition. These results are in accordance with the succession theory,

in which time is the primary explanatory factor for changes in community composition. New *M. decactis* recruits were not found on experimental plates. The study reveals a vulnerable environment as the main structuring species seems to be in an ecologic fragile situation, with a slow-growing, small population and poor or lack of sexual reproduction. . New management measures must be applied in order to promote effective conservation of this unique environment.

Lista de figuras

- Figura 1. a - Colônia do coral *Madracis decactis* na Ilha da Galé – REBIO Arvoredo (SC). Imagem cedida por João Paulo Krajewski. b – Banco de corallitos. Imagem cedida por Kátia C. C. Capel. 6**
- Figura 2. a - Localização da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (REBIO Arvoredo) – SC/Brasil; b – Localização do banco de corallitos na Ilha da Galé; c – Detalhe da área onde esta situado o banco de corallitos (Reproduzido de Capel, 2012). 7**
- Figura 3. Esquema representando a área do banco de corallitos. Os desenhos representam os matacões e pedras espalhadas ao longo do banco. Adaptado de Gregoletto, et al (2011). 9**
- Figura 4. a – Estruturas com as placas de recrutamento. b – Placa de recrutamento após três meses de submersão com o frame utilizado para avaliar a porcentagem de cobertura das espécies. ... 10**
- Figura 5. Diagrama resultante da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) mostrando a correlação da comunidade bentônica incrustante nas placas de recrutamento em relação ao TEMPO (PCoA 1) e INCLINAÇÃO (PCoA 2). 14**
- Figura 6. Diagrama resultante da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) mostrando a correlação da comunidade bentônica incrustante nas placas de recrutamento em relação a INCLINAÇÃO. 15**
- Figura 7. Diagrama resultante da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) mostrando a correlação da comunidade**

bentônica incrustante nas placas de recrutamento em relação a DISTÂNCIA DO COSTÃO.	16
Figura 8. Porcentagem de cobertura (mediana, primeiro e terceiro quartil, limites inferiores e superiores e outliers) do grupo “Cirripedia” nas placas de recrutamento em relação ao TEMPO.	19
Figura 9. Porcentagem de cobertura (mediana, primeiro e terceiro quartil, limites inferiores e superiores e outliers)do grupo “Macroalga coriácea” nas placas de recrutamento em relação ao TEMPO.....	20
Figura 10. Porcentagem de cobertura (mediana, primeiro e terceiro quartil, limites inferiores e superiores e outliers) do grupo “Biofilme” nas placas de recrutamento em relação ao TEMPO.....	21
Figura 11. Porcentagem de cobertura (mediana, primeiro e terceiro quartil, limites inferiores e superiores e outliers) do grupo “Ascidiacea” nas placas de recrutamento em relação a INCLINAÇÃO DO SUBSTRATO.	22
Figura 12. Porcentagem de cobertura (mediana, primeiro e terceiro quartil, limites inferiores e superiores e outliers) do grupo “Bryozoa incrustante” nas placas de recrutamento em relação a INCLINAÇÃO DO SUBSTRATO.	23
Figura 13. Porcentagem de cobertura (mediana, primeiro e terceiro quartil, limites inferiores e superiores e outliers) do grupo “Macroalga crostosa” nas placas de recrutamento em relação a INCLINAÇÃO DO SUBSTRATO.	24

Figura 14. Porcentagem de cobertura (mediana, primeiro e terceiro quartil, limites inferiores e superiores e outliers) do grupo “Cirripedia” nas placas de recrutamento em relação à DISTÂNCIA DO COSTÃO. Distante (60 metros do costão), Intermediário (30 metros do costão) e Próximo (interface costão e areia).....	25
Figura 15. Porcentagem de cobertura (mediana, primeiro e terceiro quartil, limites inferiores e superiores e outliers) do grupo “Hydrozoa” nas placas de recrutamento em relação à DISTÂNCIA DO COSTÃO. Distante (60 metros do costão), Intermediário (30 metros do costão) e Próximo (interface costão e areia).....	26
Figura 16. Média e desvio da porcentagem de cobertura do grupo “Porifera”. a, próximo; b, intermediário; c, distante do costão.....	27
Figura 17. Média e desvio padrão da porcentagem de cobertura do grupo “MAE”. a, próximo; b, intermediário; c, distante do costão.	29
Figura 18. Colônia de <i>Madracis decactis</i> fixa no costão e logo abaixo, fragmentos soltos no substrato inconsolidado. Banco de coralitos, Ilha da Galé (ReBio Arvoredo), Santa Catarina – Brasil. Foto Bruna Gregoletto/Projeto MAArE.	38

Lista de tabelas

Tabela 1. Autovalores para os três eixos da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) dos dados da composição da comunidade bêntica.	13
Tabela 2. Coeficientes de correlação entre a comunidade bentônica e os tratamentos. EIXO 1 (TEMPO); EIXO 2 (INCLINAÇÃO); EIXO 3 (DISTÂNCIA DO COSTÃO). Números destacados em negrito representam os resultados de correlação $\geq 0,15$.	17

Sumário

1. Introdução	1
2. Metodologia	5
2.1 Área de estudo	5
2.2 Desenho experimental	8
2.3 Metodologia	9
2.3.1 Identificação dos organismos	10
2.4 Análises estatísticas	11
3. Resultados	12
3.1 Composição da comunidade bentônica incrustante	12
3.2 Fatores que influenciam sucessão da comunidade bentônica incrustante	12
4. Discussão	30
4.1 Alterações temporais na estrutura da comunidade	30
4.2 Fatores que influenciaram o padrão de sucessão na comunidade sésil associada ao banco	33
4.3 Recrutamento do coral <i>Madracis decactis</i>	36
5. Conclusão	39

1. Introdução

Os ambientes recifais estão distribuídos globalmente, principalmente nas águas tropicais onde, é encontrada a maior diversidade de corais da ordem Scleractínia, que são considerados os mais importantes bioconstrutores desses ambientes (Cairns, 1999; Veron *et al.*, 2009).

Na costa do Brasil, encontramos três tipos de ambientes recifais: os recifes biogênicos, onde os corais crescem formando recifes, costão rochoso, onde os bioconstrutores desses ambientes colonizam substratos consolidados e bancos de corais e algas roladas onde esses organismos ocorrem de forma livre rolada em substrato inconsolidado (Pichon, 1974; Glynn, 1974; Sorauf & Harries, 2009).

Em 2011, estudos identificaram e delimitaram a área de ocorrência de um banco de coralitos na costa de Santa Catarina (Capel *et al.*, 2012), formado pelo coral *Madracis decactis* (Lyman 1859). Esse ambiente está no limite sul de distribuição dos ambientes recifais no Atlântico Subtropical. Foram encontradas colônias da espécie *M. decactis* colonizando o costão e na forma livre rolada sobre o substrato inconsolidado em profundidades de 7 a 15 metros (Capel *et al.*, 2012).

O ambiente encontrado na Ilha de Galé, onde está situado o banco de coralitos, é de substrato inconsolidado recoberto por “nódulos calcários” (rodolitos) (Horta *et al.*, 2008) e coralitos (Capel *et al.*, 2012), com temperatura variando entre 15°C e 28°C (Farias Júnior, dados não publicados). Além do coral, vários outros grupos de organismos incrustantes foram encontrados rolados juntos às colônias de coral, como briozoários, poríferos e ascídias. A forma com que esses organismos vivem (rolados), os torna importantes estruturadores do

ambiente (Glynn, 1974), que além de único para região se torna vulnerável (Capel *et al.*, 2012).

A estruturação de uma comunidade em um ambiente é influenciada inicialmente através da dispersão larval. Interações, como a predação e o stress físico do ambiente, podem proporcionar mudanças nas taxas de recrutamento (Menge *et al.*, 2013). A partir daí, as pressões atuam ocasionando a seleção natural, onde aspectos fisiológicos e ecológicos são importantes nos estágios de vida iniciais (Hedgcock, 1986). As interações que os organismos sofrem dentro de uma comunidade são iniciadas após o recrutamento (Sutherland & Ortega, 1986). Para as populações marinhas, as fases iniciais de vida são determinantes para que os organismos se perpetuem e, assim, mantenham suas densidades locais.

A mortalidade dos organismos adultos diminui a disponibilidade larval e, com isso, ocorre alteração no tamanho populacional local (Caley *et al.*, 1996). Os eventos de pré e pós-assentamento resultarão no padrão de recrutamento dos organismos (Sponaugle *et al.*, 2002). Além da mortalidade em adultos, que interfere nas densidades populacionais, muitas vezes a mortalidade está relacionada com o substrato onde a larva está assentando e com os fatores físicos envolvidos (Maida *et al.* 1994, Walters & Wethey 1996).

Para organismos sésseis, a luminosidade, temperatura, sedimentação, salinidade, presença de predadores e outros organismos que possam competir por espaço, são alguns fatores que podem influenciar no processo de recrutamento (Maida *et al.* 1994). Outro aspecto que vem sendo estudado é o tipo de substrato utilizado para avaliar o padrão de recrutamento (Vermeij, 2005). Os substratos mais utilizados para

experimentos com placas de recrutamento são azulejos de cerâmica, blocos de cimento, placa de petri, placa de PVC e poliestireno estrelado (Maida et al. 1994, Segal -Ramos 2003, Creed & De Paula 2007). Sobre estas superfícies os organismos bentônicos incrustantes se estabelecem, formando uma comunidade cuja estrutura se altera ao longo do tempo em função de fatores bióticos e abióticos (Abarzua & Jabukowski, 1995). Esse fenômeno é denominado de sucessão. O termo sucessão vem sendo definido por vários autores desde 1916, quando Clements descreveu a sucessão ecológica como um processo direcional e ordenado, resultante de modificações do ambiente pelos organismos. Em 1985, Odum ressaltou que essa modificação direcionada à qual Clements havia se referido, era possível de ser observada ao longo do tempo pela composição da comunidade. Outros autores foram além, e descreveram alguns fatores que mais influenciavam a estrutura final da comunidade, como mortalidade, causando a redução das populações (Paine, 1966) e fatores abióticos como hidrodinamismo, disponibilidade de substrato e a influência de substratos adjacentes às comunidades já estabelecidas (Wahl, 1989).

Osman & Whitlatch (1978, 1995) consideram que a diversidade dos organismos na comunidade estaria relacionada com o fator imigração e extinção e também com a influência de populações residentes, através das interações bióticas que resultariam na disponibilidade de espaço para novas colonizações através da predação de larvas e inibição do assentamento de novos indivíduos. Estudos sobre sinalização química têm demonstrado que a presença de alguns grupos de organismos poderia facilitar ou inibir o recrutamento de outros grupos (Bowman & Lewis, 1977).

Com a descoberta recente desse ambiente único no litoral de Santa Catarina, onde as colônias do coral *Madracis decactis* vivem de forma livres rolas em substrato inconsolidado, na Reserva biológica marinha do Arvoredo (ReBio Arvoredo), trabalhos que investiguem como a comunidade local se mantem, são uma questão crucial para o entendimento desse ambiente. Assim, avaliar o recrutamento do coral estruturador do banco e dos organismos sésseis bentônicos, auxilia na compreensão dos processos que estruturam esse ambiente.

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivos:

1 - Avaliar a composição da comunidade bentônica incrustante sobre substratos artificiais.

..... Hipóteses testadas:

H0. As condições espaço-temporais não interferem na composição da comunidade.

H1. A composição da comunidade é alterada ao longo do tempo e em função das condições ambientais.

2 - Avaliar se a manutenção do banco de coralitos é realizada a partir do recrutamento de larvas do coral *Madracis decactis*.

..... Hipótese testada:

H0. O recrutamento de larvas do coral *M. decactis* em substratos artificiais não é efetivo.

H1. Ocorre recrutamento das larvas do coral *M. decactis* nos substratos artificiais.

3 – Esse objetivo tem como premissa que as colônias livres rolas no substrato inconsolidado também podem ser fontes efetivas de liberação de larvas aptas para o recrutamento. No entanto, espera-se que colônias fixas no costão possuam uma maior alocação reprodutiva investindo menos em crescimento e sobrevivência. Já as colônias livres roladas, alocariam mais energia em sobrevivência e crescimento do que na reprodução, devido à grande perturbação da rolagem, soterramento e mortalidade parcial de tecido nesse processo. Por esse motivo, esperávamos que houvesse um maior recrutamento nas placas próximas ao costão por causa da maior quantidade de larvas disponíveis para colonização (já que essas larvas assentam próximo à colônia mãe), do que nas placas mais distantes do costão, onde teoricamente, as colônias possuiriam um menor esforço reprodutivo.

Ocorrendo o recrutamento de larvas do coral *M. decactis*, em substratos artificiais, avaliar se ocorre uma preferência da larva em recrutar em substratos próximos a fonte (costão rochoso).

H0. A distância da fonte potencial liberadora de larvas (colônias do costão) não interfere na taxa de recrutamento das larvas do coral *M. decactis*.

H1. A distância na qual os substratos foram posicionados a partir do costão interfere diretamente na taxa de recrutamento das larvas do coral *M. decactis*.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

O local estudado constitui um banco de coralitos (colônias livres) da espécie *Madracis decactis*. Os coralitos se distribuem esparsamente em

uma área de 3.400m², entre 5 e 15 metros de profundidade. O local possui substrato inconsolidado a partir dos 7 metros, além de matacões abaixo dos 10 metros, com presença de colônias de corais roladas, o que aumenta a complexidade do ambiente nessa área (Capel et al., 2012) (Fig. 1).

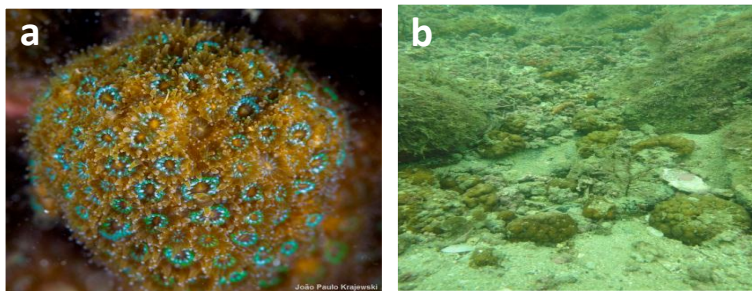


Figura 1. a - Colônia do coral *Madracis decactis* na Ilha da Galé – REBIO Arvoredo (SC). Imagem cedida por João Paulo Krajewski. b – Banco de coralitos. Imagem cedida por Kátia C. C. Capel.

O Banco de coralitos está localizado na parte oeste da Ilha da Galé, que é a segunda maior ilha da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (ReBio Arvoredo). A Reserva está localizada no Atlântico Sul Ocidental (27°11'S – 27°16'S E 48°19'O – 48°24'O), abrange uma área total de aproximadamente 17.800ha e é composta pelas ilhas Arvoredo, Deserta, Galé e pelo Calhau de São Pedro (Fig. 2). Apesar do incremento de estudos na área nos últimos 10 anos (Joyeux & Floeter 2001; Horta et al. 2008), o banco de coralitos ainda é pouco estudado, tendo somente um trabalho que descreve a área e os organismos bentônicos associados (Capel et al. 2012).

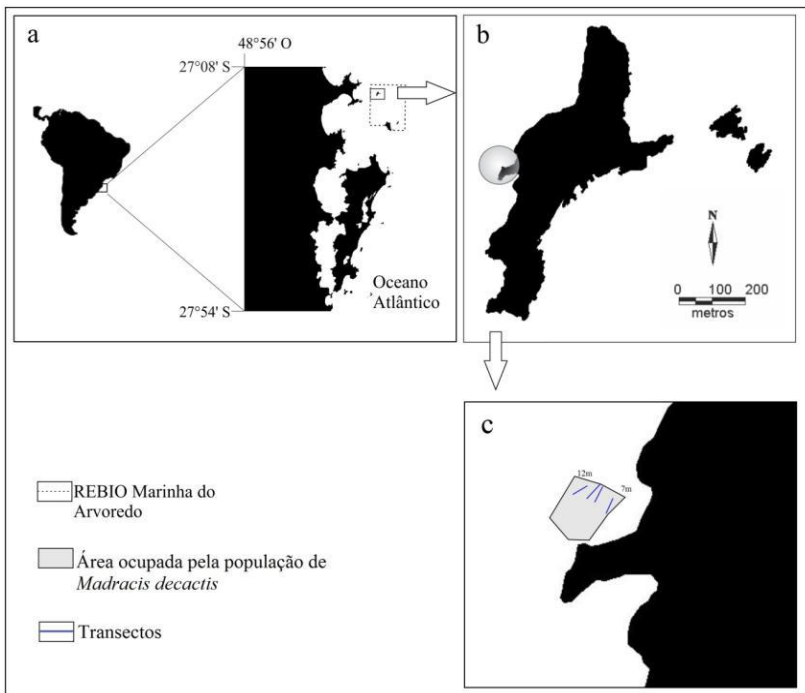


Figura 2. a - Localização da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (REBIO Arvoredo) – SC/Brasil; b – Localização do banco de corallitos na Ilha da Galé; c – Detalhe da área onde esta situado o banco de corallitos (Reproduzido de Capel, 2012).

A área de estudo se localiza numa região descrita como limite sul de distribuição da maioria das espécies tropicais (peixes, algas, cnidários entre outros) no Oceano Atlântico. Apresenta temperaturas variando entre 15°C e 26°C durante o ano. Além da temperatura ser um limitante para a distribuição das espécies, a área está próxima ao limite sul de costões rochosos do litoral brasileiro, o que também limita a ocorrência

de espécies bentônicas associadas aos ambientes recifais rochosos. Com essas características, a região da reserva possui uma elevada diversidade de fauna e flora tanto das regiões temperadas como das regiões tropicais, mas com baixas densidades desses organismos (Castro & Pires, 2001; Horta et al., 2008; Joyeux & Floeter, 2001).

2.2 Desenho experimental

No dia 30 de agosto do ano 2013, foram instaladas 30 estruturas com substratos artificiais de azulejo (placas de recrutamento) com 100 cm². As estruturas foram posicionadas ao longo do banco em três distâncias do costão rochoso: próxima (interface costão e areia, na profundidade de 7 metros), intermediária (30 m do costão, na profundidade de 9 metros) e distante (aproximadamente 60 m do costão, na profundidade de 10 metros). Em cada distância, paralelas ao costão, 10 estruturas foram instaladas, com espaçamento de 1 metro entre elas (Fig. 3). Cada estrutura possuía três conjuntos de placas. Cada conjunto era composto por uma placa em cada inclinação (0°, 45° e 90°), para que fosse possível a retirada de um conjunto com placas nas três inclinações em três tempos de submersão distintos (Tempo 1: 3 meses de submersão; Tempo 2: 6 meses de submersão; e Tempo 3: 12 meses de submersão) (Fig. 4 a).

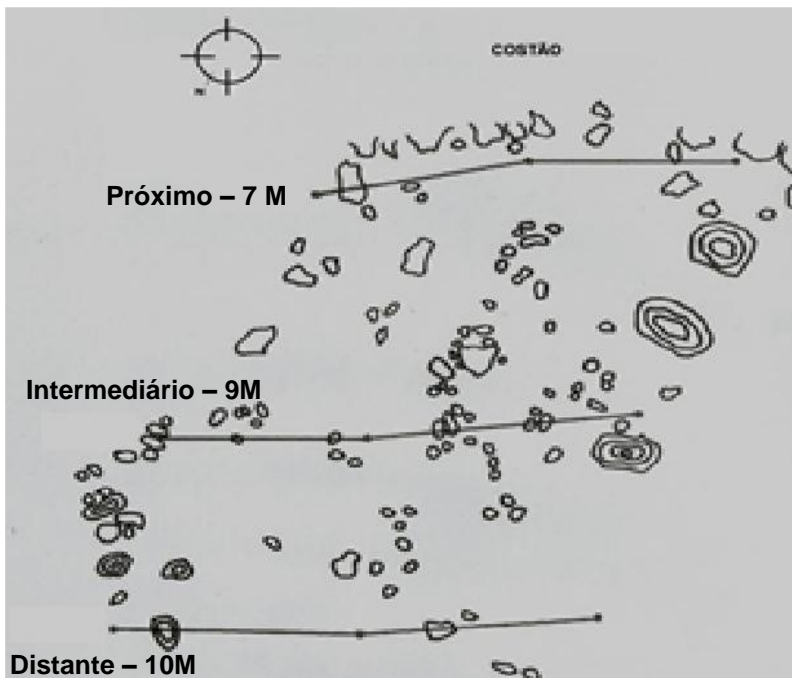


Figura 3. Esquema representando a área do banco de coralitos. Os desenhos representam os matacões e pedras espalhadas ao longo do banco. Adaptado de Gregoletto, et al (2011).

2.3 Metodologia

Após três meses de submersão (Tempo 1 – 3 meses), uma placa de cada inclinação por estrutura (90 placas) foi removida. Aos seis meses de submersão (Tempo 2 – 6 meses), um novo conjunto de placas foi removido (90 placas), e com doze meses de submersão (Tempo 3 – 12 meses) foi retirado o último conjunto de placas (90 placas).

As placas eram retiradas e acondicionadas em sacos com fechamento zip, ainda em baixo d'água. Na embarcação, era retirada toda água do

mar dos sacos zip e, os sacos eram preenchidos com álcool 70%, etiquetados e acondicionados em caixas organizadoras, que foram enviadas para laboratório. Em laboratório, cada placa foi analisada utilizando uma adaptação do método de ponto de intersecção (Kennelly, 1987). Utilizamos um frame de 100cm² (do mesmo tamanho que as placas) dividido em um total de 50 intersecções onde os organismos abaixo de cada ponto de intersecção foram identificados e quantificados (Fig. 4 b). A porcentagem de cobertura foi obtida através da relação entre o número de pontos em que os táxons ocorreram pelo número de pontos totais do quadrado. Além da porcentagem de cobertura dos grupos encontrados, foi realizada busca ativa por recrutas do coral *M. decactis*.

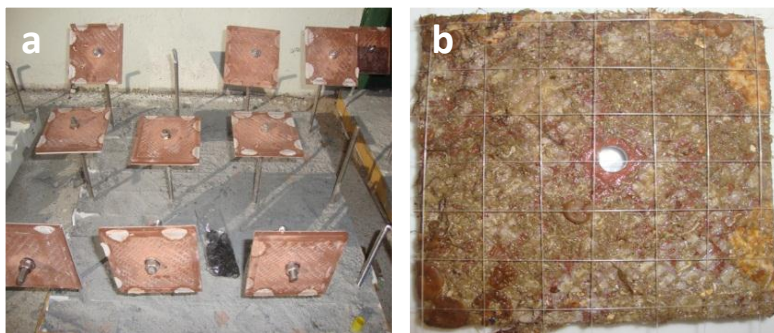


Figura 4. a – Estruturas com as placas de recrutamento. b – Placa de recrutamento após três meses de submersão com o frame utilizado para avaliar a porcentagem de cobertura das espécies.

2.3.1 Identificação dos organismos

Para a identificação dos grupos taxonômicos, consultamos a bibliografia básica de invertebrados marinhos (Ruppert e Barnes, 1996; Hickman et al.

2004) e consulta com especialistas, dentre eles Dr^a. Janaina Bouzon, Dr. João Carraro, Dr. Leandro Vieira e Dr. Paulo Horta. A comunidade foi dividida em 14 grupos entre eles **ASCIDIACEA**, **BIOFILME**, **BRYOZOA** (arborescente e incrustante), **CIRRIPEDIA**, **HYDROZOA**, **MACROALGAS** (calcária articulada, coriácea, corticada, crostosa, filamentosa e foliácea), **Matriz de alga epilítica (MAE)** e **PORIFERA**.

Na literatura, é classificada como biofilme, uma complexa comunidade composta por organismos autotróficos e heterotróficos, tais como bactérias, protozoários, fungos e algas envolvidas por uma matriz extracelular de polissacarídeos secretada pelas bactérias (Ramesh, 1999). Durante a trigram das placas, caracterizamos como biofilme uma fina camada translúcida de tecido, observada em microscópio estereoscópico, não identificado microscopicamente.

A Identificação dos grupos morfofuncionais de algas (calcária articulada, crostosa, coriácea, corticada, filamentosa, foliácea) foi baseada em artigos relacionados (Littler & Littler, 1984; Steneck & Dethier, 1994) e consulta a especialistas (Dr. Paulo Horta – UFSC). O termo MAE significa Matriz de Alga Epilítica, que também pode ser chamado de turf (Connell *et al*, 2014) se refere a emaranhados de algas, bryozoários e outros organismos.

2.4 Análises estatísticas

Utilizamos técnicas de análises multivariadas para avaliar os padrões da comunidade bentônica, sendo eles estruturais, espaciais e temporais. Para avaliar a influência dos fatores, distância do ambiente parental

(costão) e inclinação, em relação à composição da comunidade bentônica nas placas ao longo do tempo, utilizamos a análise PERMANOVA. Os dados foram permutados 9999 vezes e, utilizada a distância de Bray-Curtis. Após a obtenção dos resultados, foi utilizada uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA) para representação gráfica. Para as análises estatísticas foi utilizado o programa R.

3. Resultados

3.1 Composição da comunidade bentônica incrustante

Foram encontrados 14 grupos funcionais e/ou taxonômicos (ANEXO 1), ao longo dos doze meses de experimento com placas de recrutamento além, de outros grupos que não fazem parte de organismos bentônicos incrustantes (como tubo sedimentar e calcário gerado a partir de vermes, desova e organismos desconhecidos ou não identificados). Não foram encontrados recrutas do coral *M. decactis* em nenhuma das 270 placas de recrutamento.

3.2 Fatores que influenciam sucessão da comunidade bentônica incrustante

Obtiveram-se os autovalores de cada eixo e os respectivos autovetores da PCoA. Os três eixos juntos explicam 73,8% da variação dos dados. O tempo de submersão, ao qual as placas foram submetidas, foi a variável mais expressiva, respondendo a 36,5% da variação (EIXO 1, PCoA), seguida da inclinação com 21,9% (EIXO 2, PCoA) e distância do costão com 15,3% (EIXO 3, PCoA) (Tabela 1).

Tabela 1. Autovalores para os três eixos da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) dos dados da composição da comunidade bêntica.

Correlação	EIXO 1	EIXO 2	EIXO 3
Autovalores	16,29	9,79	6,84
% de variação	36.5%	21.9%	15.3%
% acumulada	36.5%	58.5%	73.8%

Através do diagrama de ordenação das amostras observamos a relação entre a comunidade das placas de recrutamento e os três tratamentos que foram submetidas (Fig. 5).

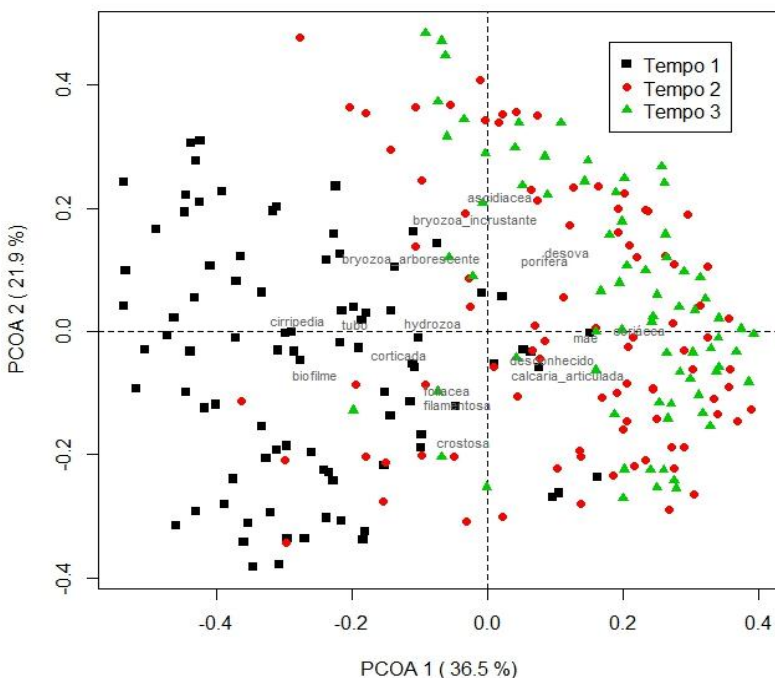


Figura 5. Diagrama resultante da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) mostrando a correlação da comunidade bentônica incrustante nas placas de recrutamento em relação ao TEMPO (PCoA 1) e INCLINAÇÃO (PCoA 2).

A distribuição das placas e sua composição de organismos, apresentou relação significativa na PERMANOVA, com EIXO 1 -Fator Tempo ($F = 86.199$; $R^2 = 0.21083$; $P < 0,001$) (Fig. 6), seguida do EIXO 2 – Fator Inclinação ($F = 50.313$; $R^2 = 0.123$; $P < 0.001$) (Fig. 7) e EIXO 3 – Fator Distância do costão ($F = 14.169$; $R^2 = 0.06931$; $P < 0.001$) (Fig. 8).

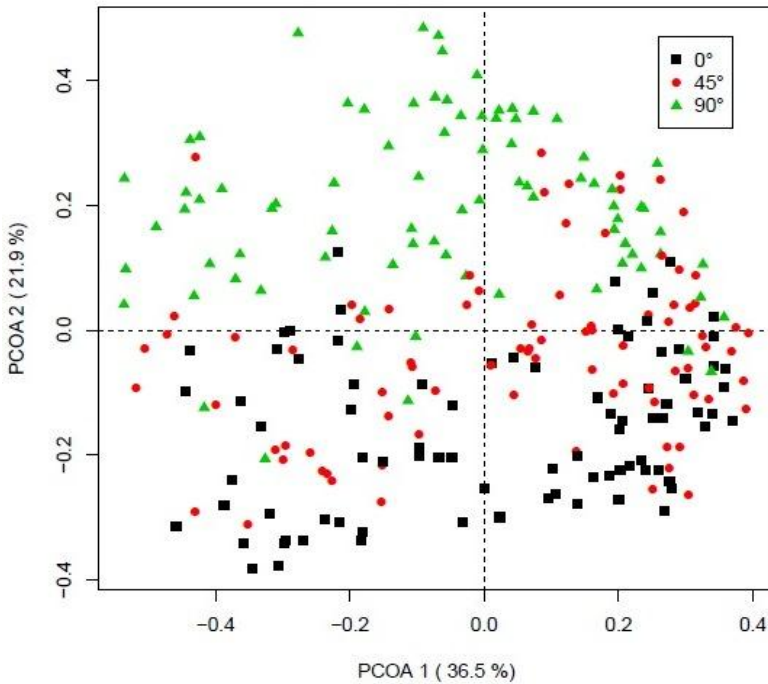


Figura 6. Diagrama resultante da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) mostrando a correlação da comunidade bentônica incrustante nas placas de recrutamento em relação a INCLINAÇÃO.

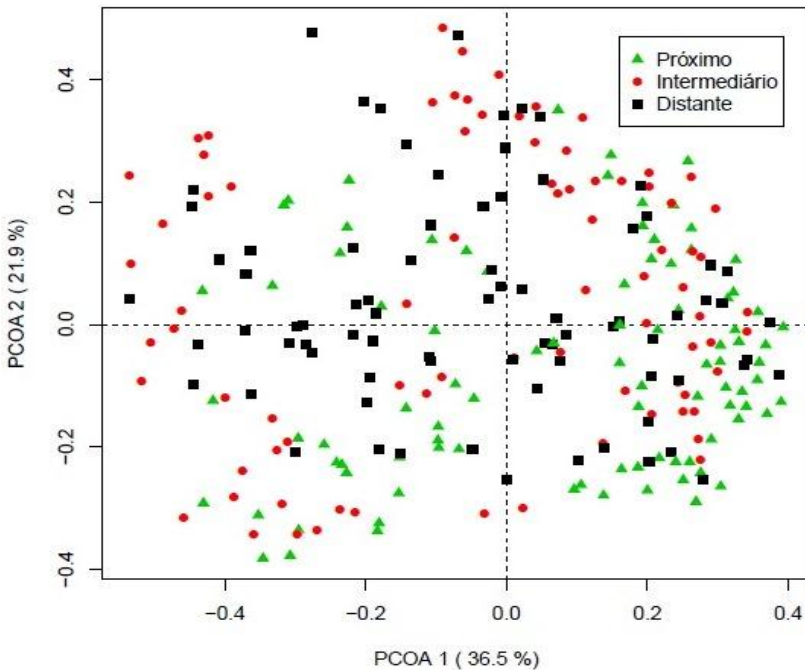


Figura 7. Diagrama resultante da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) mostrando a correlação da comunidade bentônica incrustante nas placas de recrutamento em relação a DISTÂNCIA DO COSTÃO.

Dos 14 grupos funcionais e/ou taxonômicos encontrados nas placas de recrutamento, 8 grupos obtiveram valores de correlação $\geq 0,15$ com eixo 1, 2 e 3 (Tab. 2), valor utilizado para demonstrar o quão os organismos estão ou não correlacionados diretamente aos fatores. O sinal negativo à frente dos números significa que estão do lado esquerdo do diagrama, que possui relação com os eixos.

Tabela 2. Coeficientes de correlação entre a comunidade bentônica e os tratamentos. EIXO 1 (TEMPO); EIXO 2 (INCLINAÇÃO); EIXO 3 (DISTÂNCIA DO COSTÃO). Números destacados em negrito representam os resultados de correlação $\geq 0,15$.

Descritores	Correlações		
	EIXO 1	EIXO 2	EIXO 3
Cirripedia	-0.28	0.02	0.16
Biofilme	-0.25	-0.07	0.03
Macroalga cortiçada	-0.13	-0.04	0.02
Bryozoa arborescente	-0.11	0.12	0.03
Hydrozoa	-0.08	0.01	0.15
Macroalga foliácea	-0.06	-0.10	0.02
Macroalga filamentosa	-0.04	-0.12	0.04
Macroalga crostosa	-0.03	-0.18	0.11
Bryozoa incrustante	-0.02	0.18	0.09
Ascidiacea	0.02	0.22	0.06
Esponja	0.08	0.12	0.11
Macroalga calcária articulada	0.12	-0.07	0.02
MAE	0.14	-0.01	0.03
Macroalga coriácea	0.22	0.00	0.03

Os grupos com coeficiente de correlação $\geq 0,15$ com o EIXO 1 foram os grupos “cirripedia” (Fig. 8) “macroalga coriácea” (Fig. 9) e “biofilme” (Fig. 10).

O grupo “macroalga coriácea” não apareceu no início da colonização, mas obteve seu pico de cobertura média 0,04% nas placas analisadas

com seis meses de submersão e praticamente desapareceu nas placas com doze meses de submersão. Esse grupo obteve pouca (0.03 com o EIXO 3) ou quase nenhuma (0.0 com o EIXO 2) correlação entre os outros eixos da PCoA. Devemos considerar a cobertura extremamente baixa desse grupo mesmo tendo resultados significativos para o fator tempo.

Observamos no grupo “biofilme” que a maior porcentagem de cobertura média foi nas placas com apenas três meses de submersão (24%) enquanto que ao passar do tempo, a porcentagem de cobertura média caiu nas placas de seis meses de submersão (5%), chegando a 3% nas placas com dose meses de submersão.

Já o grupo “cirripedia”, foi o grupo com maior correlação em relação ao fator tempo, sendo sua queda gradual ao longo do tempo. Sua cobertura média atingiu 14% nas placas com 3 meses de submersão, desaparecendo (0%) nas placas com 12 meses de submersão.

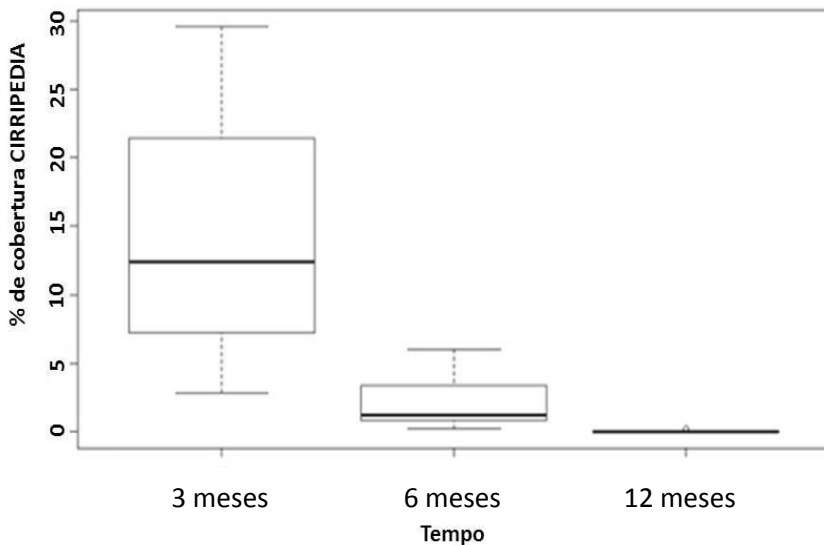


Figura 8. Porcentagem de cobertura (mediana, primeiro e terceiro quartil, limites inferiores e superiores e outliers) do grupo “Cirripedia” nas placas de recrutamento em relação ao TEMPO.

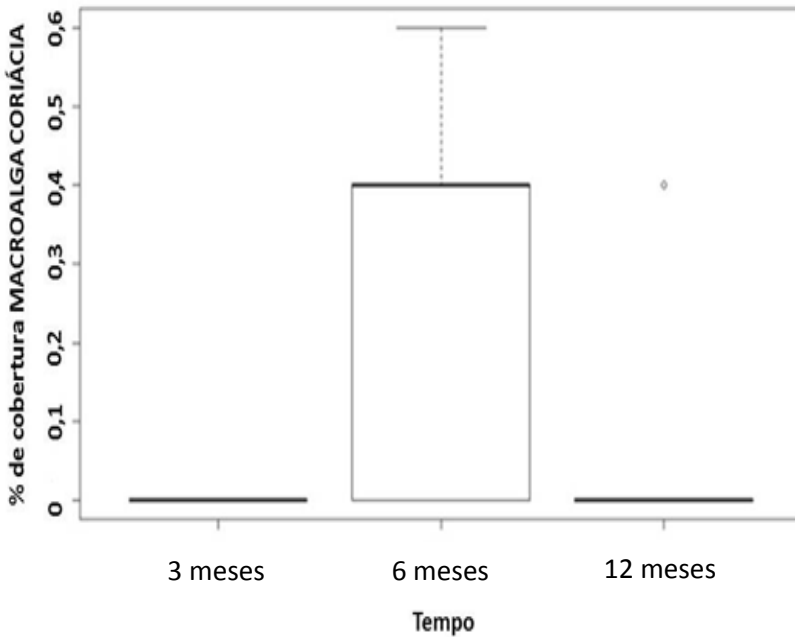


Figura 9. Porcentagem de cobertura (mediana, primeiro e terceiro quartil, limites inferiores e superiores e outliers) do grupo “Macroalga coriácea” nas placas de recrutamento em relação ao TEMPO.

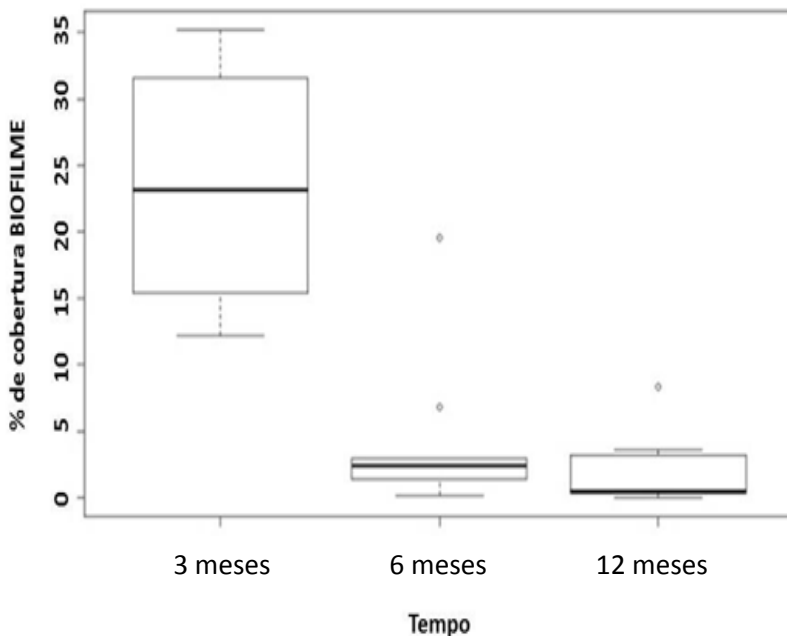


Figura 10. Porcentagem de cobertura (mediana, primeiro e terceiro quartil, limites inferiores e superiores e outliers) do grupo “Biofilme” nas placas de recrutamento em relação ao TEMPO.

No EIXO 2, três grupos obtiveram correlação $\geq 0,15$: “ascidiacea” com cobertura média variando entre 0% a 3% (Fig. 11); “bryozoa incrustante” com cobertura média variando entre 4% a 19% (Fig. 12) e “macroalga crostosa” com cobertura média variando entre 4% a 20% do total (Fig. 13). Os grupos “ascidiacea” e “bryozoa incrustante” apresentaram maior porcentagem média de cobertura nos substratos com inclinação vertical (90°) atingindo médias de cobertura total de 3% para o grupo “ascidiacea” e 19% para o grupo “bryozoa incrustante”. Já o

grupo "macroalga crostosa", obteve resultado oposto, com aumento da sua porcentagem média de cobertura nos substratos com inclinação horizontal (0°) chegando a 20% da cobertura média total e diminuição para 4% nos substratos com vertical (90°).

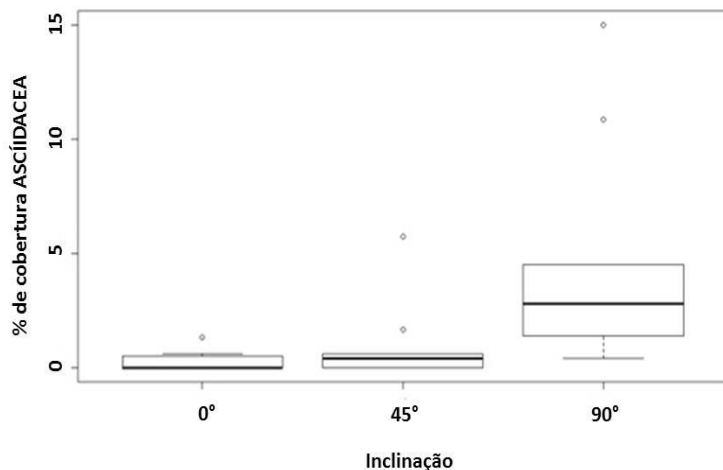


Figura 11. Porcentagem de cobertura (mediana, primeiro e terceiro quartil, limites inferiores e superiores e outliers) do grupo "Ascidiacea" nas placas de recrutamento em relação a INCLINAÇÃO DO SUBSTRATO.

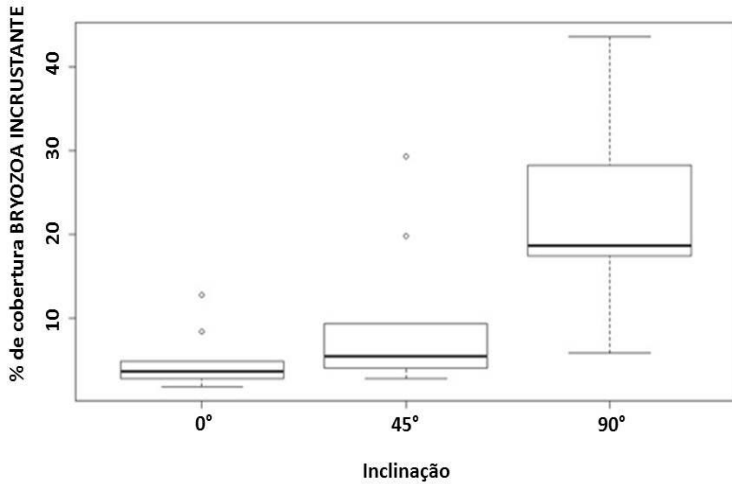


Figura 12. Porcentagem de cobertura (mediana, primeiro e terceiro quartil, limites inferiores e superiores e outliers) do grupo “Bryozoa incrustante” nas placas de recrutamento em relação a INCLINAÇÃO DO SUBSTRATO.

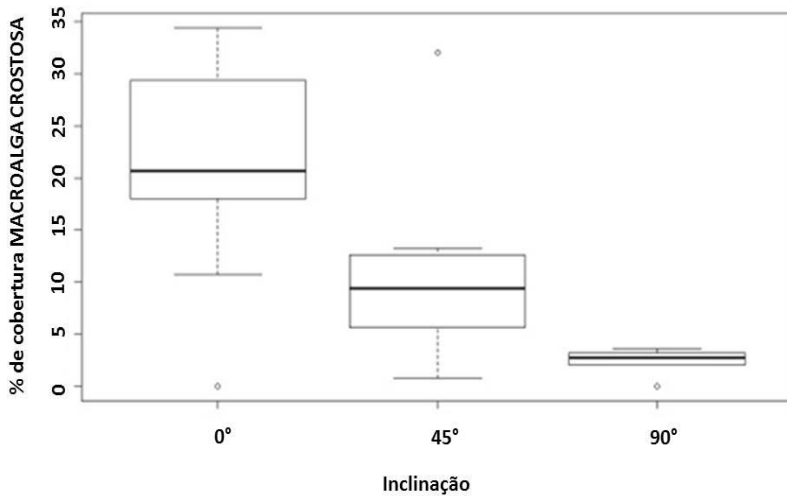


Figura 13. Porcentagem de cobertura (mediana, primeiro e terceiro quartil, limites inferiores e superiores e outliers) do grupo “Macroalga crostosa” nas placas de recrutamento em relação a INCLINAÇÃO DO SUBSTRATO.

No EIXO 3, somente dois grupos obtiveram coeficiente de correlação acima de 0,15: “cirripedia” que além de ter um coeficiente de correlação $\geq 0,15$ no EIXO 1, obteve 0,16 de coeficiente de correlação com o EIXO 3 (Fig. 14) e “hydrozoa” obteve coeficiente de correlação de 0,15 com o EIXO 3. Ambos os grupos apresentaram maior porcentagem de cobertura nos substratos mais distantes do costão (Fig. 15).

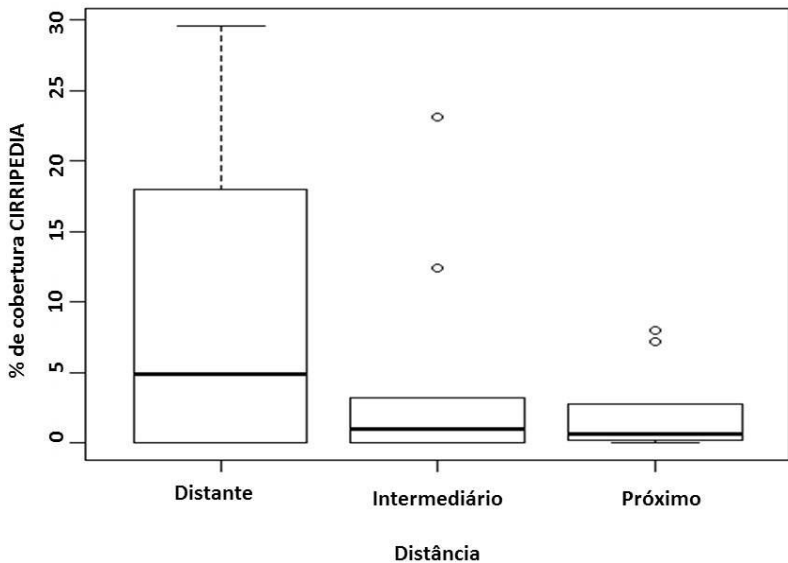


Figura 14. Porcentagem de cobertura (mediana, primeiro e terceiro quartil, limites inferiores e superiores e outliers) do grupo “Cirripedia” nas placas de recrutamento em relação à DISTÂNCIA DO COSTÃO. Distante (60 metros do costão), Intermediário (30 metros do costão) e Próximo (interface costão e areia).

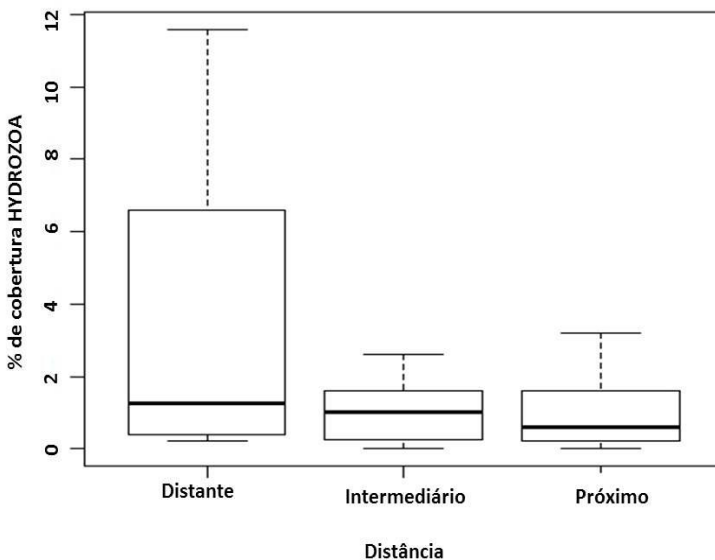


Figura 15. Porcentagem de cobertura (mediana, primeiro e terceiro quartil, limites inferiores e superiores e outliers) do grupo “Hydrozoa” nas placas de recrutamento em relação à DISTÂNCIA DO COSTÃO. Distante (60 metros do costão), Intermediário (30 metros do costão) e Próximo (interface costão e areia).

Outro grupo que chamou atenção foi o grupo “porífera” com coeficiente de correlação $\leq 0,15$ em relação aos eixos, mas apresentando graficamente um padrão de recrutamento ao passar do tempo. A cobertura de porífera passou de 0% nas placas de três meses, para 5% nas placas com seis meses, alcançando 15% de cobertura média nas placas com doze meses de submersão (Fig. 16).

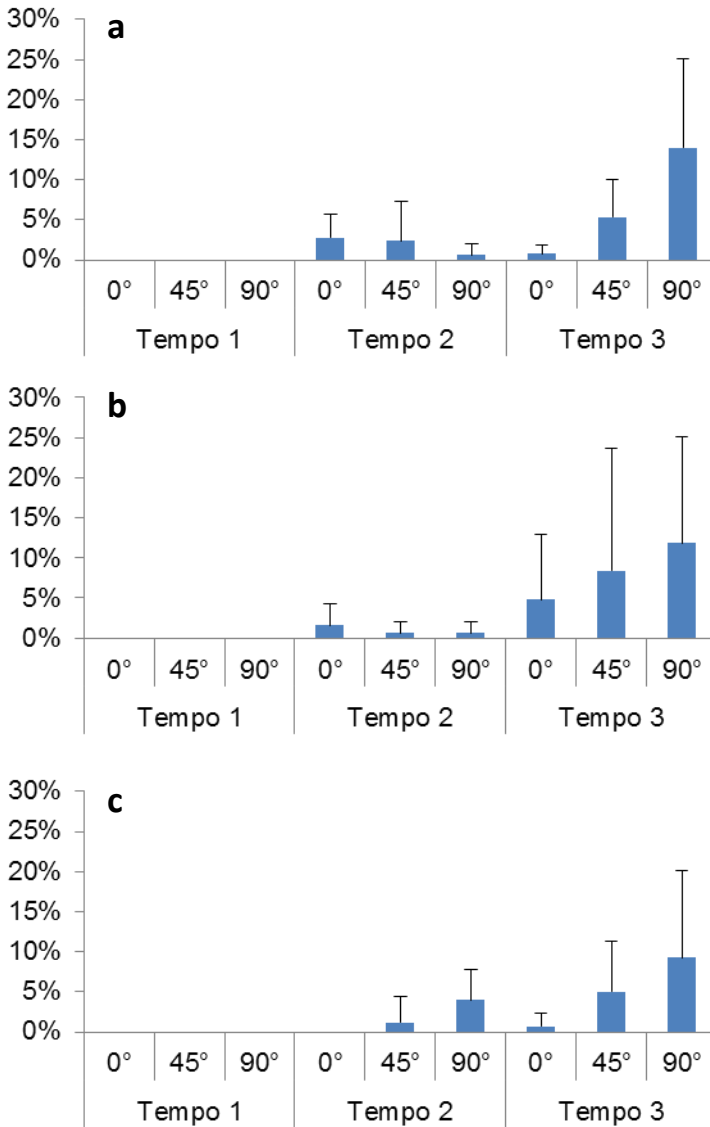


Figura 16. Média e desvio da porcentagem de cobertura do grupo “Porifera”. a, próximo; b, intermediário; c, distante do costão.

O grupo matriz de alga epilítica (MAE), independente do tratamento concentrou as maiores porcentagem de cobertura entre todo os grupos, chegando a 60% de cobertura média nas placas de recrutamento (Fig. 17). O restante dos grupos obteve coeficiente de relação $< 0,15$ com os tratamentos e por isso não está representado graficamente.

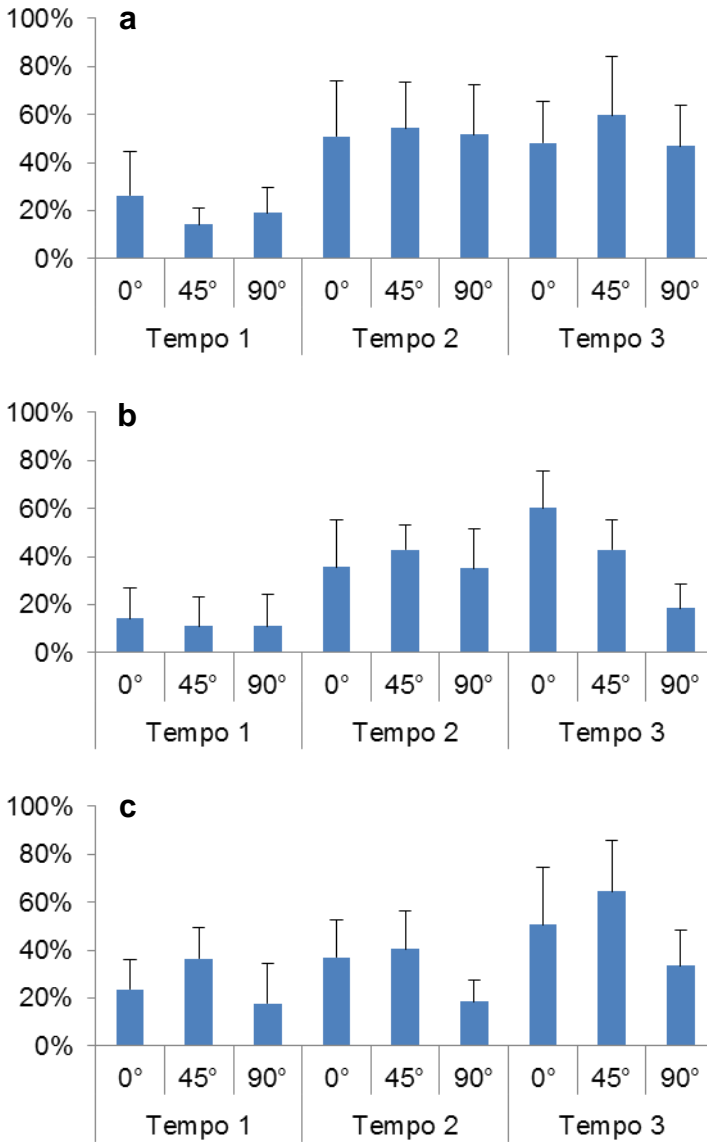


Figura 17. Média e desvio padrão da porcentagem de cobertura do grupo “MAE”. a, próximo; b, intermediário; c, distante do costão.

4. Discussão

No presente estudo, foi possível observar um claro padrão de sucessão da comunidade bêntica incrustante. As alterações da comunidade ao longo do tempo variaram com relação aos fatores ambientais medidos, como inclinação do substrato e distância do costão/profundidade.

4.1 Alterações temporais na estrutura da comunidade

Os grupos “cirripedia”, “biofilme” e “macroalga coriácea” foram os grupos com os maiores coeficientes de correlação em relação ao tempo de submersão das placas de recrutamento. O grupo “biofilme” obteve as maiores porcentagens de cobertura somente nas placas analisadas com o menor tempo de submersão (três meses), diminuindo e praticamente desaparecendo nas placas com seis e doze meses de submersão. Outros estudos relacionam o biofilme como um importante indutor no assentamento e metamorfose das larvas de invertebrados bentônicos (Tamburri et al. 1992, Henning et al. 1993), além de influenciar na distribuição dos organismos em escala local (Baird & Mundy, 2003).

O grupo “cirripedia” também obteve correlação alta com o tempo em que as placas ficaram submersas, similar ao padrão observado para “biofilme”. A porcentagem de cobertura medida de “cirripedia” diminuiu ao passar do tempo. Esses dois grupos seriam os pioneiros na sucessão, influenciando o desenvolvimento da comunidade sésil. Possivelmente, as cracas aumentam a complexidade do substrato e com isso outros grupos de organismos se beneficiam. Da Silva (2003) observou o mesmo padrão na comunidade incrustante, onde “biofilme” e “cirripedia” dariam início a um novo processo sucessório. Durante o estudo, observamos que as cracas até certo momento estavam vivas

(placas com 3 meses de submersão) e depois (em placas com 6 meses de submersão) somente eram encontradas as carapaças. O fato de encontrarmos cracas vivas no início do experimento e após 6 meses de submersão apenas carapaças pode estar relacionado com o recobrimento desse grupo por outros organismos. Da Silva (2003) observou que os briozoários recobriam as cracas. Segundo Wahl (1989), após a “maturidade” da comunidade, a taxa de mortalidade entre as cracas foi elevada e em briozoários baixa.

O grupo “porifera” obteve as maiores porcentagens de cobertura nas placas de maior tempo de submersão. Esses organismos podem ser, além dos briozoários, responsáveis pelo recobrimento de “cirripedia” após 6 meses do experimento (observação pessoal). Alguns mecanismos competitivos podem causar a mortalidade e/ou inibição dos recém assentados, como o recobrimento (Buss, 1990). Os “porifera” são considerados fortes competidores pelo substrato dentre os invertebrados (Bell & Barnes, 2003; Jackson & Winston, 1982), o que se deve possivelmente pela presença de compostos químicos (Thacker *et al.*, 1998). Sjögren (2004) observou que esponjas podem inibir o assentamento dos cirripédios. Esta ação inibidora já foi observada também para outros organismos, como ascídias (Becerro 1997; Pisut e Paulink 2002) e octocorais (Maida *et al.*, 2001).

A disponibilidade de substrato também é um fator conclusivo para o sucesso no recrutamento. Para o recrutamento ser efetivo as larvas precisam ter habilidade competitiva que auxilie no processo de assentamento. Além disso, espécies oportunistas e/ou pioneiras tendem a possuir maior aporte larval no ambiente, o que facilita o recrutamento

em substratos disponíveis (Sutherland & Karlson, 1977). Com isso, podemos inferir que os grupos “cirripedia” e “biofilme” são grupos de organismos oportunistas que ao encontrarem substrato disponível recrutam, sendo então, os primeiros organismos encontrados nas placas de recrutamento. Esses organismos geram complexidade estrutural favorecendo o estabelecimento de outros organismos. A partir daí, aparentemente as relações de competição entre os grupos passam a ter um papel nas alterações vistas entre placas de 6 e 12 meses. Alguns grupos aumentam progressivamente sua cobertura, provavelmente por serem superiores na competição pelo substrato.

A matriz de alga epilítica composta principalmente por algas filamentosas, como em outros estudos (Horta et al., 2008) foi o grupo com as maiores porcentagens médias de cobertura. O padrão visto no experimento é consistente com o que se vê na comunidade adulta, onde em várias partes da costa brasileira, a MAE ocupa mais de 50% dos substratos consolidados em costões (Aued *et al*, dados não publicados). Fatores como hidrodinamismo e herbivoria podem explicar essa alta taxa de cobertura do grupo “MAE” (Paul *et al*, 2001). Horta et al (2008) discute que, possivelmente, a Ilha da Galé sofre distúrbios mais frequentes ou mais agudos, provavelmente relacionados com aporte costeiro (nutrientes), já que essa ilha é relativamente próxima ao continente e a centros urbanos. Ainda segundo esses autores, esses distúrbios comprometem a estabilidade do sistema, onde espécies oportunistas e com ciclo de vida rápido são favorecidas, como as algas filamentosas que compõem praticamente 30% da MAE.

O tempo de submersão ao qual as placas foram submetidas foi o fator que mais influenciou na estrutura da comunidade. Outros fatores correlacionados, como mortalidade de adultos, além de perturbações físicas e competição, não foram vistos nesse trabalho, mas podem ter efeito direto na estrutura da comunidade. Sutherland e Kalson (1977) concluíram que a estrutura da comunidade é variável ao longo do tempo, sem necessariamente atingir um clímax. Foi possível observar que após seis meses, a composição não variou muito, mas observamos que a abundância dos organismos variou consideravelmente. Portanto, a estrutura da comunidade variou ao longo do tempo.

No caso do grupo “macroalga coriácea” suas porcentagens de cobertura foram baixas no tempo 1 (placas com 3 meses de submersão) e no tempo 3 (placas com 12 meses de submersão) sendo que as placas com 6 meses de submersão (tempo 2) obtiveram as maiores porcentagens de cobertura e por isso esse grupo obteve significância da resposta ao fator tempo. Possivelmente, essa dinâmica da população das macroalgas coriáceas está relacionada com a sazonalidade da reprodução, como visto no trabalho de Muniz *et al.*, (2011), onde as macroalgas coriáceas aparecem no verão e desaparecem no inverno. Somente o gênero *Padina* foi encontrado nas placas de recrutamento, o que poderia ser explicado por um pulso reprodutivo desse organismo.

4.2 Fatores que influenciaram o padrão de sucessão na comunidade séssil associada ao banco

Os briozoários e ascídias possuíram os maiores coeficientes de correlação em relação à inclinação do substrato. Tanto as ascídias quanto os briozoários obtiveram as maiores porcentagens de coberturas

nos substratos verticais (90°), que foram os substratos com maior sombreamento. As macroalgas crostosas também possuíram alto coeficiente de correlação em relação à inclinação, apresentando uma maior cobertura nos substratos horizontais (0°). Este tipo de resposta à luz por parte das larvas ou propágulos tem um importante papel na dispersão e escolha do substrato. Alguns organismos possuem relação direta com a inclinação do substrato (Pomerat e Reiner, 1942), como foi visto por Glasby (2000), que relacionou a composição da comunidade em relação à orientação do substrato (vertical e horizontal). Em substratos horizontais, onde a incidência luminosa era maior, as algas foram o grupo mais dominante e em substratos verticais, no qual há uma menor incidência luminosa, os briozoários e as ascídias foram os grupos mais abundantes. Em seu trabalho, Glasby (2000) observou que os briozoários e as ascídias possuíram relação positiva com os substratos com grandes inclinações, enquanto as algas apresentaram relação com os substratos com as menores inclinações. Assim, substratos com menor taxa de luminosidade e sedimentação (substratos mais inclinados) atrairiam o recrutamento de briozoários e ascídias, enquanto substratos com maior exposição a esses fatores (substratos menos inclinados), beneficiariam o recrutamento de algas. Calderon (2008) também encontrou essa relação entre substratos com maior grau de inclinação e briozoários, sendo que esse grupo obteve as maiores densidades e tamanho das colônias em substratos verticais. O autor indica que variações como essas parecem ocorrer também no restante da comunidade. Maughan (2001) também associou a escolha dos briozoários e ascídias por substratos protegidos de sedimentação e de

algas calcárias por substratos onde a incidência luminosa era mais elevada.

Outro fator que influenciou o recrutamento de alguns grupos de organismos foi à distância do costão. Esse fator pode estar relacionado com o nicho das espécies, mortalidade diferencial e/ou fatores físicos como o hidrodinamismo. Os grupos “cirripedia” e “hidrozoários” foram os organismos que responderam com os valores mais altos de coeficiente de correlação para a distância do costão. Esses dois grupos de organismos, possuíam maiores porcentagens de cobertura nos substratos mais afastados do costão e mais profundos. O local onde foi identificado esse padrão, além de ser a área mais profunda (10 metros), quando compara a área mais próxima ao costão (7 metros), sofre ainda a influência de fortes correntes e ressuspensão de sedimento, por estar fora da área protegida da baía (obs. Pessoal). Segundo Overnelle & Young (1995), há um aumento na taxa de sedimentação conforme o aumento da profundidade. Aparentemente, esses organismos tendem a ser mais tolerantes aos estress físico como a ocorrência de fortes correntes e resuspensão, sendo mais abundantes nessas áreas. Maughan (2001) observou uma relação direta no aumento da diversidade nos experimentos com painéis sombreados e abrigados de sedimentação. Ela concluiu que o fator luminosidade não é o único responsável pela estrutura da comunidade e que o hidrodinamismo deve ser levado em consideração. Considerando que as placas mais distantes do costão sofrem uma maior influência do hidrodinamismo, já que estão mais afastadas e em maior profundidade, provavelmente um dos efeitos mais importantes para o sucesso no recrutamento das cracas e dos hidrozoários esteja relacionado com a resistência desses organismos a

fatores como estresse físico. A tolerância ou preferência (nicho) dos diferentes grupos às diferentes condições físicas testadas podem estar atuando de forma decisiva na estrutura da comunidade.

4.3 Recrutamento do coral *Madracis decactis*

Esperávamos encontrar recrutas do coral *M. decactis* já que essa espécie é liberadora de larvas e suas larvas são rastejantes, colonizando próximo à colônia mãe (Castro & Pires 2001; Vermeij *et al.* 2003, 2004), mas em nenhuma das placas foi notada a presença de recrutas. O recrutamento é importante para a renovação e manutenção da estrutura do banco já existente, considerando que favorece o aumento da variabilidade genética da população, podendo aumentar a possibilidade de adaptações a possíveis mudanças ambientais (Porter e Tougas, 2001).

Nossos resultados indicam que, para essa população, o recrutamento pode não ser efetivo. Assim, no banco de corallitos da Ilha da Galé o incremento da estratégia de reprodução sexuada aparentemente é baixo ou nulo. Isso pode ser explicado de duas formas: 1) baixo esforço reprodutivo (reprodução sexuada) já que é uma população marginal, no limite de distribuição da espécie e provavelmente subsistindo em condições sub-ótimas; 2) ou falha no recrutamento, que poderia ser explicado por uma falha no experimento ou falha natural pelas condições ambientais locais. Alguns fatores podem estar relacionados com a escolha da estratégia de reprodução como a penetração de luz na camada d'água que interfere diretamente na dispersão larval e na escolha do substrato (Glasby 1999). As larvas do coral *M. decactis* possuem um comportamento rastejante, se mantendo próximo ao substrato logo após sua liberação (Castro & Pires, 2001), as larvas

exploram o substrato nas primeiras 24h pós- liberação, assentando próximas à colônia de origem (Castro & Pires, 2001; Muramatsu & Lang, 2008). No local, podemos observar a ação de correntezas fortes que fazem com que em questão de minutos a água cristalina se modifique para uma água com menos de 1 metro de visibilidade (obs. Pessoal), o que acarreta uma quantidade elevada de material em suspensão e diminuindo a penetração de luz na camada d'água. Esses fatores, luz e sedimentação (esse segundo com mais influência), interferem no assentamento da larva, tornando o substrato indisponível para a larva assentar (Amorim *et al*, 2006). Como resultado, a baixa fecundidade e baixa produção de larvas afetam a estrutura da população e dinâmica (Acosta *et al.*, 2011). É possível, portanto, que a reprodução assexuada por meio de fragmentação das colônias fixas no costão seja a estratégia que dá suporte para que a população continue com colônias livres roladas no substrato inconsolidado. Nesse estudo, assim como no estudo de Capel (2012), observamos fragmentos de colônias logo abaixo das colônias fixas do costão e nas colônias fixas, crescimento em nódulos e marcas que parecem terem sido promovidas pelo desprendimento desses nódulos (Figura 18).

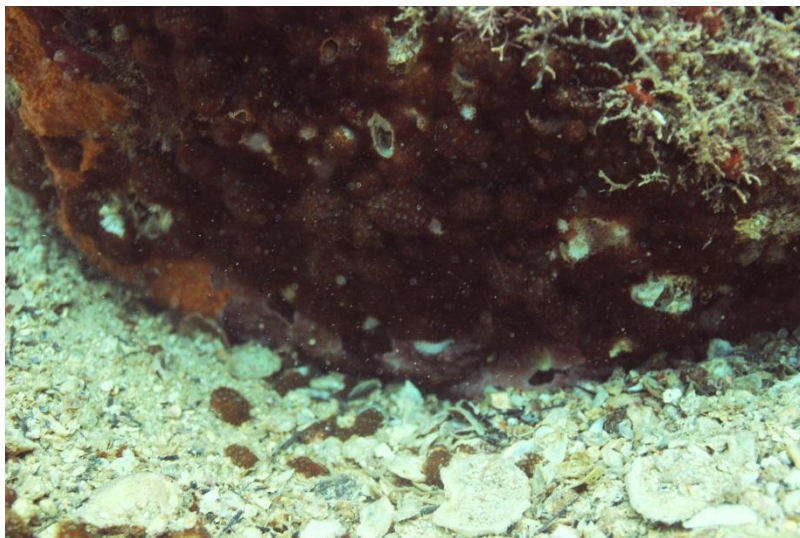


Figura 18. Colônia de *Madracis decactis* fixa no costão e logo abaixo, fragmentos soltos no substrato inconsolidado. Banco de corais, Ilha da Galé (ReBio Arvoredo), Santa Catarina – Brasil. Foto Bruna Gregoletto/Projeto MAArE.

Não ocorrendo recrutamento, a população tende a diminuir, reduzindo mais ainda o potencial de reprodução sexuada e, conseqüentemente, reduzindo a capacidade de renovação genética da população (Soong, 1993). É possível que em função da ausência de larvas ou falha no recrutamento, a quantidade de colônias vivas roladas diminua padrão esse observado no banco (Capel, 2012; Vieira & Segal, dados não publicados). Isso também afeta aspectos funcionais, já que possivelmente com o passar do tempo fortes oscilações no tamanho da população fazem com que seja produzido um número insuficiente de adultos, reduzindo a reprodução das colônias. Essa situação pode criar um processo circular em que a diminuição ou ausência de juvenis impede a

substituição dos indivíduos adultos, o que aumenta o risco de extinção local (Hughes e Tanner, 2000).

5. Conclusão

As variações espaço-temporais interferem diretamente na composição da comunidade bentônica incrustante. O tempo foi o fator mais importante no recrutamento dos organismos bentônicos incrustantes, seguido das condições ambientais que também possuíram resultados significativos em relação à estrutura da comunidade bentônica incrustante. Por possuírem estratégias de vida diferenciadas e nicho diferentes, os organismos possuem preferências ao se recrutarem em substratos artificiais. Organismos considerados oportunistas colonizaram os substratos mais rapidamente, mas isso não significou que eles permaneceriam até o estágio final de sucessão. Outros organismos recobriram os oportunistas e expandiram sua colonização obtendo altas taxas de cobertura quando comparados com os grupos iniciais.

Além do tempo, que foi o fator mais importante para a estrutura da comunidade, a inclinação do substrato foi o segundo fator que mais influenciou os grupos na escolha do substrato para colonização. Nesse quesito, podemos inferir que a sedimentação, luminosidade e a competição por espaço influenciaram na escolha do substrato, onde houve uma preferência de alguns grupos entre os substratos horizontais e verticais. Com um peso menor que os outros dois fatores descritos, a distância em que os substratos foram colocados do costão também influenciou no recrutamento.

Com relação ao recrutamento das larvas do coral *M. decactis*, não encontramos durante o período do experimento, nenhum indício de recrutamento das larvas nos substratos artificiais. Como não ocorreu o recrutamento, não podemos afirmar que a estratégia de reprodução sexuada da população do coral *M. decactis* no banco de coralitos da Rebio Arvoredo não ocorra, mas sim, que o recrutamento das larvas do coral *M. decactis* é baixo ou nulo. Novos estudos são necessários para melhor elucidar a questão do recrutamento e ciclo reprodutivo da população do banco de coralitos da Ilha da Galé.

6. Referências

- Abarzua, S & Jakubowski, S. 1995. Biotechnological investigation for the prevention of biofouling. In. Biofouling an chemical principles for the prevention of biofouling. *Marine Ecology Progress Series*, 123, pp. 301-312.
- Acosta, A., Dueñas, L. F., & Pizarro, V. 2011. Review on hard coral recruitment (Cnidaria: Scleractinia) in Colombia. *Universitas Scientiarum*, 16, pp. 200–218.
- Amorim, L. C., Castro, C. B., Calderon, E. N., Segal, B. 2006. Recrutamento de famílias de corais recifais nos recifes itacolomis, BA.
- Baird, A. H., Babcock, R. C., & Mundy, C. P. 2003. Habitat selection by larvae influences the depth distribution of six common coral species. *Marine Ecology Progress Series*, 252, pp. 289–293.
- Becerro, M. A. 1997. Multiple functions for secondary metabolites in encrusting marine invertebrates. *Journal of Chemical Ecology*, 23(6), pp. 1527–1547.
- Bell, J. J., & Barnes, D. K. A. 2003. Effect of Disturbance on Assemblages: An Example Using Porifera. *Biological Bulletin*, 205, pp. 144–159.

- Bowman, R. A. & Lewis, J. R. 1977. Annual Fluctuations in recruitment of *P. vulgata*. *Journal Marine Biology Association UK.*, 57, pp. 799-815.
- Buss, L. W. 1990. Competition within and between encrusting clonal invertebrates. *Trends in Ecology & Evolution (Personal Edition)*, 5(11), pp. 352–356.
- Caley, M. J., Carr, M. H., Hixon, M. A., Hughes, T. P., Jones, G. P., & Menge, B. A. 1996. Recruitment and the Local Dynamics of Open Marine Populations. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 27, pp. 477–500.
- Capel, K. C. C., Segal, B., Bertuol, P., & Lindner, A. 2012. Corallith beds at the edge of the tropical South Atlantic. *Coral Reefs*, 31, pp. 75.
- Castro, C. B., & Pires, D. O. 2001. Brazilian coral reefs: what we already know and what is still missing. *Bulletin of Marine Science*, 69(2), pp. 357–371.
- Clements, F. E. 1916. Plant Succession. *Carnegie Institution*, 242, Washington, D.C.
- Creed, J. C., De Paula, A. F. 2007. Substratum preference during recruitment of two invasive alien corals onto shallow-subtidal tropical rocky shores. *Marine Ecology Progress Series*, 330(Richmond 1998), pp. 101-111.
- Connell, S. D., Foster, M. S., & Airoidi, L. 2014. What are algal turfs? Towards a better description of turfs. *Marine Ecology Progress Series*, 495, pp. 299–307.
- Glasby, T. M. 2000 Surface composition and orientation interact to affect subtidal epibiota. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 248, pp. 177–190
- Glynn, P. W. 1974. Rolling stones among the Scleractinia: mobile coralliths in the Gulf of Panama. *Proc 2nd Int Coral Reef Symp*, pp. 183–198.
- Gregoletto, B. F., Capel, K. C. C., Segal, B., Lindner, A. 2011. Mapeamento de corais no sul do Brasil utilizando vídeo-transectos. XIV Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar.

- Hedgecock, D. 1986. Is gene flow from pelagic larval dispersal important in the adaptation and evolution of marine invertebrates? *Bulletin Of Marine Science*, 39(2), pp. 550-564.
- Henning, G., Hofmann, D.K., Benayahu, Y., 1993, "Settlement and metamorphosis of the soft coral *Heteroxenia fuscescens*: microbial interaction". *1st. International Meeting of the International Society of Reefs Studies*, pp.30.
- Horta, P. A., Salles, J. P., Bouzon, J. L., Scherner, F., Cabral, D. Q., & Bouzon, Z. L. 2008. Composição e estrutura do fitobentos do infralitoral da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Santa Catarina, Brasil - implicações para a conservação. *Oecologia Australis*, 12(2), pp. 243–257.
- Hughes TP and Tanner JE (2000) Recruitment failure, life histories, and long-term decline of Caribbean corals. *Ecology*, 81(8), pp. 2250-2263.
- Jackson, J. B. C., & Winston, J. E. 1982. Ecology of cryptic coral reef communities. I. Distribution and abundance of major groups of encrusting organisms. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 57, pp. 135–147.
- Joyeux, J., & Floeter, S. 2001. Biogeography of tropical reef fishes: the South Atlantic puzzle. *Biogeography*, pp. 831–841.
- Kennelly, S. 1987. Physical disturbances in an Australian kelp community. II. Effects on under-storey species due to differences in kelp cover. *Marine Ecology Progress Series*, 40, pp. 155–165.
- Lyman, T. (1859) On a new species of coral (*Astraea decactis*). *Proceedings of the Boston Society of Natural History*, 6, 260–263.
- Littler, M. M., & Littler, D. S. 1984. Relationships between macroalgal functional form groups and substrata stability in a subtropical rocky-intertidal system. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 74, pp. 13–34.
- Maida, M., Coll, J. C., & Sammarco, P. W. 1994. Shedding new light on scleractinian coral recruitment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 180, pp. 189–202.

- Maida, M., Sammarco, P. W., & Coll, J. C. 2001. Effects of soft corals on scleractinian coral recruitment. II: Allelopathy, spat survivorship and reef community structure. *Marine Ecology*, 22(4), pp. 397–414.
- Maughan, B. C. 2001. The effects of sedimentation and light on recruitment and development of a temperate, subtidal, epifaunal community. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 256, pp. 59-71
- Menge, B. a, Berlow, E. L., Blanchette, C. a, Navarrete, S. a, & Yamada, B. 2013. The Keystone Species Concept : Variation in Interaction Strength in a Rocky Intertidal Habitat Reviewed work (s). *Ecological Society of America Stable* , 64(3), pp. 249–286.
- Muramatsu, D., & Lang, F. 2008. Gametogenesis in *Madracis decactis* Lyman 1859 (Cnidaria, Scleractinia) from Ilha Grande bay (Rio de Janeiro), southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 56(4), pp. 297–305.
- Odum, E.P. 1985. Ecologia. *Rio de Janeiro: Interamericana*.
- Osman, R. W., & Whitlatch, R. B. 1995. The influence of resident adults on recruitment: A comparison to settlement. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 190, pp. 169–198.
- Paul, V.J., Cruz-Rivera, E., Thacker, R.W. 2001. Chemical mediation of macroalgal-herbivore interactions: ecological and evolutionary perspectives. *Marine Chemical Ecology*, pp. 227-265.
- Paine, R. T. 1966. The University of Chicago Food Web Complexity and Species Diversity. *The American Naturalist*, 100(910), pp. 65–75.
- Pichon, M. 1974. Free living sclersctinian coral communities in he coral reef of Madagascar. *Proceeding Of The Second International Coral Reef Symposium*, 2. Great Barrier reef communittee, Brisbane, pp. 173-181.
- Pisut, D. P. & Pawlik, J. R. 2002. Anti-predatory chemical defenses of ascidians: secondary metabolites or inorganic ascids? *journal experimental marine biology and ecology*, v. 270, pp. 203-214.
- Pomerat, C. M. & Reiner, E. R. 1942. The influence of surface angle and of light on the attachment of barnacles and other sedentary organisms. *Biological bulletin*, 91, pp. 57-65.

- Porter, J. W., Tougas, J. I. 2001. Reef ecosystems: threats to their biodiversity, *Encyclopedia of Biodiversity*; 5, pp. 73-95.
- Ramesh, M. R., Shankar, K. M., Mohan, C. V., & Varghese, T. J. 1999. Comparison of three plant substrates for enhancing carp growth through bacterial biofilm. *Aquacultural Engineering*, 19, pp. 119-131.
- Ruppert, E. & Barnes, R.D. 1996. Zoologia dos Invertebrados. 6ª ed., Roca Ed., São Paulo. 1029 p.
- Sjögren, M., Dahlström, M., Göransson, U., Jonsson, P. R., Bohlin, L. 2004. Recruitment in the field of *Balanus improvisus* and *Mytilus edulis* in response to the antifouling cyclopeptides baretin and 8,9-dihydrobaretin from the marine sponge *Geodia barretti*. *Biofouling*, 20, pp. 291-297.
- Soong, K. 1993. Coral Reefs. *Scientific American*, 1988, pp. 77-83.
- Sorauf, J. E., & Harries, P. J. 2009. Rotatory colonies of the corals *Siderastrea radians* and *Solenastrea* ssp. (cnidaria, scleractinia), from the Pleistocene Bermont formation, South Florida, USA. *Palaeontology*, 52, pp. 111-126.
- Sponaugle, S., Cowen, R. K., Shanks, A., Morgan, S. G., Leis, J. M., Pineda, J., Munro, J. L. 2002. Predicting self-recruitment in marine populations: Biophysical correlates and mechanisms. *Bulletin of Marine Science*, 70(1), pp. 341-375.
- Steneck, R. S., & Dethier, M. N. 1994. A functional group approach to the structure of algal-dominated communities, 3(3), pp. 476-498.
- Sutherland, J. P., & Ortega, S. 1986. Competition conditional on recruitment and temporary escape from predators on a tropical rocky shore. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 95, pp. 155-166.
- Sutherland, J. P., & Karlson, R.H. 1977. Development and stability of the fouling community at beaufort, North Carolina. *Ecological Monographs*, 47, pp. 425-446.
- Tamburri, M. N., Zimmer-Faust, R. K., & Tamplin, M. L. 1992. Natural sources and properties of chemical inducers mediating settlement of oyster larvae: a re-examination. *Biological Bulletin*, 183, pp. 327-338.

- Thacker, R. W., Becerro, M. A., Lumbang, W.A., Paul, V.J. 1998. "Allelopathic interactions between sponges on a tropical reef." *Ecology* v.79, pp.1740-1750.
- Vermeij, M. J. A. 2005. Substrate composition and adult distribution determine recruitment patterns in a Caribbean brooding coral. *Marine Ecology Progress Series*, 295, pp. 123–133.
- Vermeij, M. J. A., Sampayo, E., Bräker, K., & Bak, R. P. M. 2004. The reproductive biology of closely related coral species: gametogenesis in *Madracis* from the southern Caribbean. *Coral Reefs*, 23, pp. 206–214.
- Vermeij, M. J. A., Sampayo, E., Bröker, K., Bak, R. P. M. 2003. Variation in planulae release of closely related coral species. *Marine Ecology Progress Series*, 247, pp. 75-84.
- Veron J.E.N., Hoegh-Guldberg O., Lenton T.M., Lough J.M., Obura, D.O., Pearce-Kelly, P., Sheppard, C.R.C., Spalding, M., Stafford-Smith, M.G., Rogers, A.D. 2009. The coral reef crisis: The critical importance of < 350ppm CO₂. *Marine Pollution Bulletin* 58, pp. 1428–1436.
- Wahl, M. 1989. Some Basic Aspects. *Marine Ecology Progress Series*, 58, pp. 175–189.
- Walters, L. J., & Wethey, D. S. 1996. Settlement and early post-settlement survival of sessile marine invertebrates on topographically complex surfaces: The importance of refuge dimensions and adult morphology. *Marine Ecology Progress Series*, 137, pp. 161–171.
- Whitlatch, R. W., & Osman. 1978. Patterns of Species Diversity: Fact or Artifact?, 4(1), pp. 41–54.