



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - UNIRIO
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS - IBIO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - PPG BIO



**Biodiversidade associada a bancos de *Codium decorticatum* nos costões rochosos
da Praia Vermelha, Baía de Guanabara -RJ, Brasil.**

Aluno: Rodolfo Gutterres Giordano

Rio de Janeiro, 2014.

RODOLFO GUTTERRES GIORDANO

**BIODIVERSIDADE ASSOCIADA A BANCOS DE *CODIUM*
DECORTICATUM NOS COSTÕES ROCHOSOS DA PRAIA VERMELHA,
BAÍA DE GUANABARA -RJ, BRASIL.**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Biodiversidade Neotropical do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas

Orientadores: Prof. Dr. Luciano Neves dos Santos

Prof. Dr. Joel Campos De Paula

Rio de Janeiro
2014

Ficha Catalográfica

Catologação informatizada pelo(a) autor(a)

G497 Giordano, Rodolfo Gutterres
Biodiversidade associada a bancos de *Codium*
decorticatum nos costões rochosos da Praia
Vermelha, Bai?a de Guanabara -RJ, Brasil. /
Rodolfo Gutterres Giordano. -- Rio de Janeiro, 2014.
56

Orientador: Luciano Neves dos Santos.
Coorientador: Joel Campos De Paula.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do
Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação
em Ciências Biológicas, 2014.

1. Biodiversidade Marinha. 2. Organismos
Bentônicos. 3. Ecologia. 4. Propriedade Intelectual.
5. Morlais. I. dos Santos, Luciano Neves , orient.
II. De Paula, Joel Campos, coorient. III. Título.

RODOLFO GUTTERRES GIORDANO

**BIODIVERSIDADE ASSOCIADA A BANCOS DE *CODIUM*
DECORTICATUM NOS COSTÕES ROCHOSOS DA PRAIA VERMELHA,
BAÍA DE GUANABARA - RJ, BRASIL.**

Linha de pesquisa: Biodiversidade Marinha

Orientadores: Dr. Luciano Neves dos Santos

Dr. Joel Campos De Paula

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Biodiversidade Neotropical do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

Dissertação avaliada em 30 de outubro de 2014, pela banca examinadora:

Dra. Maria Teresa Menezes de Széchy

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Dr. Áthila Bertoncini Andrade

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Dr. Luciano Neves dos Santos

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Dr. Joel Campos De Paula

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
(Suplente)

Rio de Janeiro, 30 de outubro de 2014.

Dedicatória

Dedico esse trabalho a toda minha família (de sangue, ou de coração) por me fazerem acreditar na realização dos meus sonhos e trabalharam muito para que eu pudesse realizá-los.

Aos meus amigos e orientadores, por toda a paciência, dedicação, confiança e experiência passada. Por serem meus guias.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos são para todos os que compartilharam o trilhar desse caminho, contribuindo, direta e indiretamente, para que eu realizasse esta pesquisa, auxiliando-me e dando-me forças nos momentos em que mais precisei.

Minha gratidão, em primeiro lugar, a minha família: Camilla; Rebeca; Marcelo; Leandro; Patrícia; Luís Rafael; Lucia; Ana Lucia; Domingos; Léa; Vera; e Talli sendo meu refúgio e fortaleza nos momentos mais difíceis. A eles, minha eterna gratidão.

Agradeço, especialmente e imensamente, a Camilla Caricchio Espinheira, por todo o carinho e cuidado; ao meu Avô, Morlais de Araujo Gutterres, por ser meu Avô da melhor forma que um avô poderia ser; ao Professor Dr. Joel Campos de Paula, pelo apoio incansável, para que eu concretizasse essa pesquisa e para o meu desenvolvimento profissional; ao Professor Dr. Luciano Neves dos Santos por ser meu orientador antes mesmo de qualquer plano de mestrado e confiar na realização desse trabalho.

Aos Irmãos que escolhi, Ronaldo Vilela Filho, José Verde, Tiago Albuquerque, Walter Tabosa, Rosalice Guterres, Gustavo Perez, Gustavo Fonseca.

Aos grandes amigos Izidro, Ricardo São Clemente, Gabriela De Carli, Juliana Magalhães, Aline Queiroz, Viviane Skinner, Vanessa Fontoura, Vinicius Farias, Edson Monteiro, Rafael Nunes, Renan Jeremias, Carol Vasconcelos, Joana Gomes por serem ricamente meus amigos.

Aos amigos de laboratório da Unirio, Daniel Shimada, Roberta Pacheco, Roberta Linhares, Erick Macau, Amanda Koureiche, Lorena Pinheiro, Ana Clara Franco, Flávia Rivola, Lívia da Cruz, Felipe Gaspar, Juliana Felipe, Maria Clara Nunes e Nathalia Barreto pelo convívio nos dias de trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – PPGGIO – Unirio.

A Faperj pela Bolsa de Mestrado, e a professora Dr^a. Christina Wyss Castelo Branco pela indicação para receber a bolsa.

Aos Professores da Unirio, em especial, os professores Wanderson, Elidiomar, Davor, Silvia, Henrique e Ricardo.

A todos os funcionários da Unirio, em especial a secretária do PPGGIO Giselle Godinho, pelo esclarecimento e apoio na resolução das questões burocráticas do Mestrado e para a Sandra do Herbário.

“I did it my way...”

Frank Sinatra

RESUMO

Os costões rochosos são ambientes rasos e singularmente férteis, onde são registrados os mais elevados níveis de produtividade e riqueza taxonômica, muitas vezes em decorrência do desenvolvimento de bancos de macroalgas. Estes ambientes podem ser estudados através de diversas metodologias (i.e. destrutivas ou não destrutivas), a depender dos objetivos do estudo em questão. Neste sentido, este trabalho visa obter, uma melhor compreensão dos fatores que governam o uso de macroalgas bênticas pela fauna de costões rochosos em regiões tropicais, bem como descrever a criação e desenvolvimento de uma nova metodologia de amostragem e sua nova abordagem para estudos em ambientes subaquáticos. Foi desenvolvido um novo aparato para coleta de organismos denominado MORLAIS, a nova metodologia e abordagem, supra escrita, são oriundas desse aparato, foi preenchido um formulário para pedido de patente para o amostrador Morlais. Foram coletadas 23 amostras, com o Morlais, nos bancos de *Codium decortatum* na Praia Vermelha, onde foram analisadas a composição florística e faunística. Os organismos associados a estes bancos foram identificados em nível de filo para a fauna de invertebrados associada e em espécie para as macroalgas e peixes. A nova técnica de amostragem mostrou ser eficiente para avaliar a abundância e diversidade de organismos associados aos bancos de macroalgas, com o diferencial de realizar uma amostragem em três dimensões e não mais em duas dimensões como é feito comumente, representando melhor o ambiente aquático que em sua essência é um ambiente tridimensional. Através das análises estatísticas entre os descritores ecológicos utilizados pôde-se concluir que a arquitetura e a biomassa úmida e seca de *C. decortatum* contribuem significativamente para o aumento da riqueza, abundância e o peso dos organismos associados. Além disso, devido as respostas obtidas quanto à eficiência e esforço amostral, recomenda-se a utilização do peso úmido e não mais do peso seco nos futuros trabalhos sobre fauna associada à bancos do *Codium decortatum*.

Palavras-Chaves: Biodiversidade; Organismos Bentônicos; Ecologia; Macroalgas; Fital; Morlais; Amostrador.

ABSTRACT

Rocky shores are shallow and uniquely fertile environments, where the highest levels of productivity and taxonomic richness are recorded, often as a result of the development of macroalgae banks. These environments can be studied through various methodologies (i.e. destructive or non-destructive), depending on the objectives of the study in question. In this sense, this work aims to obtain a better understanding of the factors that govern the use of benthic macroalgae by rocky shore fauna in tropical regions, as well as describe the creation and development of a new sampling methodology and its new approach to studies in marine environments. A patent application form for a new sampler called MORLAIS has been completed, the new methodology and approach, above mentioned, come from this apparatus. Twenty - three samples were collected with Morlais on the banks of *Codium decorticatum* at Praia Vermelha, where the floristic and faunal composition was analyzed. The organisms associated with these banks were identified at the phylum level for the associated invertebrate fauna and in species for macroalgae and fish. The new sampling technique proved to be efficient to evaluate the abundance and diversity of organisms associated to the macroalgae banks with the differential of a three dimensional sampling and no longer in two dimensions as it is commonly done, thus better representing the aquatic environment that is, in its essence, is three-dimensional environment. Through the statistical analysis between the ecological descriptors used, it was possible to conclude that the architecture and the humid and dry biomass of *C. decorticatum* contribute significantly for the richness, abundance and weight increase of the associated organisms. In addition, due to the responses obtained regarding efficiency and sample effort, it is recommended to use wet weight and not more dry weight in future work on fauna associated with the banks of *Codium decorticatum*.

Keywords: Biodiversity; Benthic Organisms; Ecology; phytal; Intellectual property; Morlais; Sampler.

SUMARIO

Resumo.....	7
Abstract.....	8
1. Introdução Geral.....	11
Capítulo 1.....	14
Resumo (Cap.1)	14
Abstract (Cap.1).....	15
1. Introdução (Cap.1).....	16
2. Materiais e Métodos (Cap.1).....	18
2.1. Depósito de Patente.....	18
3. Resultados (Cap.1).....	19
3.1. Pedido de Patente.....	19
Relatório Descritivo.....	19
Reivindicações.....	22
Figuras.....	23
Resumo.....	24
4. Referências.....	25
Capítulo 2	27
Resumo (Cap.2)	27
Abstract (Cap.2).....	28
1. Introdução (Cap.2).....	29
2. Metodologia (Cap.2).....	31
2.1. Área de Estudo.....	31

2.2. Amostragens	31
2.3. Triagem	32
2.4 Análise dos Dados	32
3. Resultados (Cap.2).....	34
3.1. Análises Estatísticas.....	36
3.1.1.Atributos de Comunidade.....	36
3.1.2. Cobertura de Algas.....	37
3.1.3.Indivíduos.....	38
3.1.4.Biomassa.....	40
4. Discussão (Cap.2).....	46
5. Conclusão (Cap.2).....	48
6. Referências (Cap.2).....	49
2. Considerações Finais.....	53
3. Referências Geral.....	54

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os oceanos recobrem cerca de 71% da superfície do planeta, sendo que a maior parte está a grandes profundidades, abaixo dos 2.000 m (Soares-Gomes & Figueiredo, 2002). Entretanto, as maiores diversidades e abundâncias de organismos estão concentradas nos ambientes rasos (<100 m) e estruturalmente complexos, onde a luz não é limitante para os produtores primários fotossintetizantes (Garrison, 2010). Os recifes de corais ou rochosos são um exemplo de ambientes rasos e singularmente férteis, onde são registradas elevada produtividade e riqueza taxonômica, comparáveis às das florestas tropicais (Wells, 1988). Estes ambientes abrigam diversas espécies de organismos marinhos, havendo uma forte interação entre os mesmos (Spalding et al., 2001). Esta interação entre as espécies promove relações complexas de interdependência, tornando o ecossistema recifal bastante rico, mas extremamente sensível às alterações ambientais. (MMA, 2010.)

A fisiografia da costa fluminense é dominada pelos costões ou recifes rochosos, um habitat de substrato consolidado e com declividade acentuada, que podem ser estruturalmente complexos, assim como os recifes coralíneos, e sustentam grande diversidade marinha. Por isso estão entre os ecossistemas mais importantes da região entre-marés (Bizerril & Costa, 2001; Knoppers et al., 2002).

Os costões rochosos são utilizados como área de alimentação e nidificação de diversas espécies com importância econômica e ecológica, como mexilhões, ostras, crustáceos, peixes e algas (Coutinho & Zalmon, 2009). Dentre esses organismos, as macroalgas, conhecidas popularmente como algas marinhas, são responsáveis por cerca de 2 a 5% da produção primária dos oceanos. Elas possuem grande variedade de formas e tamanhos, podendo crescer isoladamente ou formar densas florestas subaquáticas, contribuindo significativamente para o aumento da complexidade estrutural do ambiente e, conseqüentemente, para o aumento da biodiversidade marinha (Garrison, 2010). Apesar da grande variedade de espécies, apenas no grupo de macroalgas marinhas do *Codium*, *Chlorophyta* (algas verdes) são conhecidas 17.000 espécies, as macroalgas estão restritas aos primeiros metros de coluna d'água, onde são capazes de realizar a fotossíntese (Raven, P. H.; Evert, R. F. & Eichhorn, S. E., 20014).

Um grande entrave para o estabelecimento de bancos de macroalgas é a disponibilidade relativamente reduzida de locais apropriados para o seu estabelecimento. Apenas 2% do fundo oceânico são suficientemente rasos e sólidos

para permitir o seu assentamento e posterior crescimento. Assim, os costões rochosos são um dos poucos ambientes que possuem as características necessárias para o desenvolvimento de macroalgas (Coutinho & Zalmon, 2009; Garrison, 2010).

De acordo com estudos pretéritos, algumas espécies de macroalgas podem aumentar a qualidade geral do ambiente, devido ao aumento da capacidade de suporte (Pérez-Matus & Shima, 2010). As macroalgas reduzem a taxa de mortalidade e influenciam as relações interespecíficas, através do aumento da complexidade estrutural do ambiente aquático e servindo de substrato para a fixação de bactérias, microalgas, outras macroalgas e diversos grupos de invertebrados, bem como o sedimento retido nos apressórios, que proporcionam habitats para diversos organismos. Esse ambiente criado pelas algas e também pelas gramas marinhas, hidróides, corais e briozoários é chamado de fital (Masunari, 1976). Os organismos fitais pertencem ao ambiente de transição entre o substrato e o ambiente pelágico (Savino & Stein, 1982; Masunari, 1987; Leite et al., 2000; Agostinho et al., 2003; Jacobucci, 2005).

Segundo Pérez-Matus & Shima (2010), maiores abundâncias e diversidades de peixes recifais são mais comumente encontradas em áreas colonizadas por macroalgas do que em áreas em que estas não ocorrem. Elas atuam como berçários marinhos, propiciando alimento, abrigo e proteção para muitas espécies de peixes forrageiros e juvenis de espécies de grande porte, especialmente as de hábitos crípticos como os Blennidae, Gobiidae e Labrisomidae (Bizerril & Primo, 2001).

Neste sentido, este trabalho visa obter, uma melhor compreensão das relações de macroalgas bênticas e organismos de costões rochosos, em regiões tropicais.

No Capítulo 1, está descrito a criação e desenvolvimento de um novo amostrador, bem como sua nova abordagem para estudos em ambientes subaquáticos. Uma vez que esse ambiente é tridimensional, foi desenvolvido um aparato que coletasse por volume e não por área como é feito comumente. Este amostrador incorpora uma estrutura base e um saco coletor diferenciado, para coletar seletivamente, ou não, uma área em 3 dimensões, sem que ocorra a perda de organismos associados e, possibilitando ainda a observação e escolha do que será coletado durante a amostragem. Esta abordagem possibilita a obtenção dos resultados por volume ao invés de área tornando-os mais coerentes para o ambiente aquático. O objetivo deste capítulo é um pedido de patente afim de obter-se um estímulo ao desenvolvimento tecnológico na área científica. Uma vez que para a concessão da patente, o Estado exige a descrição exata da tecnologia de forma que ela possa ser reproduzida, tornando o conhecimento sobre a tecnologia

acessível, extinguindo-se assim o segredo.

No Capítulo 2, encontra-se descrita a influência das macroalgas sobre a comunidade associada. Este estudo empregou o amostrador descrito no Capítulo 1. Secundariamente, avaliou-se a eficiência das metodologias de triagem das macroalgas (i.e. peso húmido e peso seco) e sua representatividade junto aos organismos associados aos bancos de macroalgas. O artigo gerado será submetido ao periódico “*Marine Ecology Progress Series*”.

Informações de acesso a presente dissertação:

Este trabalho é confidencial e existirá registro de patente, portanto a liberação para publicação é parcial. Desse modo o capítulo 1 não será publicado.

Capítulo 2 - BIODIVERSIDADE ASSOCIADA A BANCOS DE *Codium decorticatum* NOS COSTÕES ROCHOSOS DA PRAIA VERMELHA, BAÍA DE GUANABARA – RJ.

RESUMO

O gênero *Codium* está distribuído em águas tropicais e temperadas quentes de todo o mundo, o que lhe permite ser utilizado como modelo de estudos de evolução e biogeografia. Neste trabalho foi verificado se há correlação da biomassa e complexidade do banco de *Codium decorticatum* com a diversidade de algas, invertebrados e peixes. Foram retiradas 23 amostras dos bancos de macroalgas bentônicas da Praia Vermelha. Os organismos associados a estes bancos foram identificados em nível de filo para a fauna de invertebrados associada e em nível de espécie para as macroalgas e peixes. Foram encontrados 23 táxons de macroalgas associadas aos bancos estudados. A biomassa destes organismos foi correlacionada ao percentual de cobertura, peso seco e úmido e estrutura do banco de *C. decorticatum*. Observou-se que: i) quanto maior biomassa e maior arquitetura, maior será a abundância dos grupos associados aos bancos de *Codium* sp. e; ii) a arquitetura gerada pela ramificação desta alga é bastante utilizada como habitat para os demais organismos. Os resultados indicam ainda que o *C. decorticatum* facilita o crescimento das algas epífitas até que o ponto de saturação do ambiente é alcançado. Entretanto, com os dados disponíveis não foi possível estabelecer este limite. Pode-se concluir que arquitetura e a biomassa úmida e seca de *C. decorticatum* contribuem significativamente para o aumento da riqueza, abundância e o peso dos organismos associados. Sendo assim, o banco de *Codium decorticatum* desempenha papel importante na manutenção da fauna e flora de costões rochosos.

Palavras-Chave: Biodiversidade; Macroalgas; Fital; Macrofauna bentônica; Ecologia.

ABSTRACT

The genus *Codium* is distributed in temperate and tropical warm waters around the world, allowing it to be used as a model for evolutionary studies and biogeography. In this work it was verified if there is correlation of the biomass and complexity of the bed of *C. decorticatum* with the diversity of algae, invertebrates and fish. Twenty - three samples were taken from the benthic macroalgae beds of Praia Vermelha. The organisms associated with these beds were identified at the phylum level for the associated invertebrate fauna and in species for macroalgae and fish. Twenty - three taxa of macroalgae were found associated to the studied beds. The biomass of these organisms was correlated to the percentage of cover, dry and wet weight and structure of the bed of *C. decorticatum*. It was observed that: i) the bigger the biomass and the architecture, greater the abundance of the groups associated to the beds of *Codium* sp. and; ii) the architecture generated by the branching of this alga is widely used as habitats for other organisms. The results also indicate that *C. decorticatum* facilitates the growth of epiphytic algae until the saturation point of the environment is reached. However, with the data available, this limit could not be established. It can be concluded that architecture and the dry and humid biomass of *C. decorticatum* contribute significantly to the increase of the richness, abundance and weight of the associated organisms. Thus, the bed of *Codium decorticatum* plays an important role in the maintenance of the fauna and flora of rocky shores.

Keywords: Biodiversity; Macroalgae, phytal, benthic macroinvertebrates, ecology.

1. INTRODUÇÃO

As macroalgas são responsáveis por cerca de 2 a 5% da produção primária dos oceanos. Elas possuem grande variedade de formas e tamanhos, podendo crescer isoladamente ou formar densas florestas subaquáticas, contribuindo significativamente para o aumento da complexidade estrutural do ambiente e, conseqüentemente, para o aumento da biodiversidade marinha (Garrison, 2010).

As macroalgas reduzem a taxa de mortalidade e influenciam as relações interespecíficas, através do aumento da complexidade estrutural do ambiente aquático e servindo de substrato para o desenvolvimento de organismos utilizados na alimentação da maioria das espécies de peixes (Savino & Stein, 1982; Agostinho et al., 2003).

O gênero *Codium* (Stackhouse, 1797) apresenta cerca de 134 espécies reconhecidas (Guiry & Guiry, 2014), distribuídas sobretudo em águas tropicais e temperadas quentes de todo o mundo (Oliveira-Carvalho et al., 2012). Esta ampla distribuição permite que o gênero seja usado como modelo de estudos de evolução e biogeografia (Verbruggen et al., 2007) e pelo menos uma espécie, *Codium fragile* (Suringar) Hariot, tem sido estudada amplamente como invasora, com diversas conseqüências para as comunidades invadidas (Trowbridge, 2001; Scheibling et al., 2008; Thomsen & Mcglathery, 2007 e 2007; Drouin et al., 2011 e 2012; Mclaughlan et al., 2014). *Codium fragile* recobre mais de um milhão de metros quadrados invadidos em todo mundo (Kelly et al., 2014).

Estruturalmente as espécies deste gênero são compostas por filamentos microscópicos e muito finos que na porção mais central do talo permanecem entrelaçados e se dilatam para a periferia onde reside a porção fotossintética, os utrículos. Esta composição confere às espécies uma característica esponjosa mais ou menos consistente. Para o interior, o entrelaçamento dos filamentos produz uma medula mais consistente e, para a periferia, os utrículos organizam um córtex frouxo repleto de interstícios. Estes interstícios têm sido usados por uma gama de organismos como substrato. Assim, pequenas algas das famílias Ectocarpaceae, Ceramiaceae, Rhodomelaceae, dentre outras, fixam suas porções basais por entre as vesículas utriculares transformando as espécies de *Codium* em hospedeiras. Os talos podem assumir uma gama de variações morfológicas como crostosos recobrimo integralmente o substrato ou formas eretas e ramificadas dicotômica a politomicamente. Não raro, populações das espécies deste gênero podem recobrir o substrato com potencial exclusão competitiva de outras como as espécies crostosas *Codium repens* P.L.Crouan

& H.M. Crouan e *Codium spongiosum* Harvey ou pela formação de densos bancos de algas eretas e ramificadas como é o caso de *Codium decortatum*. Nestes bancos, há um aumento da diversidade pelo fornecimento de abrigo e nutrientes a uma gama de organismos (Joly, 1965). Esta multiplicidade e interação de características microscópicas intersticiais e macroestruturais fazem, especialmente, das espécies eretas, substrato e habitat onde diversos organismos podem se desenvolver (Savino & Stein, 1982; Agostinho et al., 2003).

A despeito da característica estruturante de suas espécies, pouco se conhece sobre as associações formadas pelos bancos de *Codium*. Devido ao curioso comportamento como invasor, as populações e interações biológicas de *Codium fragile* são melhor conhecidas (Anderson, 2007; Provan et al., 2007; Drouin, 2011; Drouin et al., 2012). Outras espécies também formadoras de bancos já foram registradas como *Codium amplivesiculatum* Setchell and Gardner (Riosmena-Rodríguez & Holguín-Acosta, 2008), *Codium vermilara* e *Codium decortatum* (Boraso & Zaixso, 2011), *Codium isthmocladum* (Lapointe et al., 2005). Espécies do gênero são reconhecidas por resistir ao incremento de nutrientes (Lapointe et al. 2005; Thomsen & Mcglathery, 2007), mas há também o registro de desaparecimento das populações em decorrência de mudanças ambientais (Tytlyanov et al., 2011).

Das oito espécies reconhecidas para o Brasil (Moura, 2014), *Codium decortatum* (Woodward) M.A.Howe destaca-se por ser uma espécie de ampla ocorrência em todo o mundo (Guiry & Guiry, 2014). Esta espécie foi descrita para o mediterrâneo como *Ulva decorticata* (Howe, 1911). Esta ampla distribuição não tem sido questionada como originária de um processo de invasão ou circunscrever um complexo de espécies, mas entendida como a distribuição de um organismo cosmopolita.

Neste trabalho foi verificado se há correlação da biomassa e complexidade de um banco de *Codium decortatum* com relação à diversidade de algas, invertebrados e peixes.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de estudo

Com uma extensão de 28 km no eixo norte-sul, e 20 km de largura máxima, a Baía de Guanabara, localizada entre 22°24'–22°57'S; 42°33'–43°19'W, apresenta um volume estimado de 2×10^9 m³, numa superfície de cerca de 400 km² (Chaves, 2011). A praia Vermelha (22°57'18"S; 43°09'48"W), situada próxima à entrada da Baía de Guanabara, possui cerca de 300 m de extensão, profundidade máxima de 6,5 metros nos costões e, além de estar sujeita à elevada pressão antrópica, pelo seu uso intenso por banhistas e pescadores, também é influenciada pela ação das ondas (Chaves, 2011). Esta praia possui costões rochosos em ambos os lados, sendo que o costão do lado direito é dominado por amplas extensões de rochas planas e homogêneas, que propiciam o desenvolvimento de bancos de macroalgas, especialmente *Codium decorticum*. Embora tais feições também ocorram no costão situado ao lado esquerdo da praia, este, em geral, apresenta maior complexidade, sendo constituído por rochas sobrepostas de formatos e tamanhos variados.

2.2. Amostragens

O coletor elaborado especificamente para o estudo foi fixado durante mergulhos autônomos sobre a superfície da rocha e todas as macroalgas e organismos associados foram coletados por meio da raspagem do substrato em bancos de *Codium decorticum* (Woodward) M.A.Howie nos costões rochosos da Praia Vermelha, Baía de Guanabara.

Foram retiradas vinte e três amostras dos bancos de macroalgas bentônicas da Praia Vermelha, totalizando um volume de 1904,4 litros. No dia da coleta, foram selecionadas rochas planas e homogêneas, com graus variados de cobertura por macroalgas, a fim de se minimizar eventuais interferências da complexidade estrutural dos costões sobre o uso das macroalgas pelos organismos. As amostragens foram dirigidas aos bancos de *Codium decorticum*, uma vez que dominavam a paisagem no infralitoral.

Após a seleção dos pontos de amostragem, foram realizados mergulhos autônomos para a caracterização do percentual de cobertura e complexidade dos bancos de algas por meio de fotografias subaquáticas (Moysés *et al.*, 2007; Neto., 2001).

Na ocasião das amostragens, variáveis físicas e químicas da água (temperatura, oxigênio, visibilidade, pH, salinidade) foram medidas com o auxílio de sonda multiparâmetro da marca HANNA, modelo HI9828 para a caracterização do ambiente de coleta. Após a medição foi feita a média dos resultados, apresentando temperatura de 22,98°C, oxigênio 22,9 DO%, visibilidade de 5 metros, pH 8,44 e salinidade 35,35.

2.3. Triagem

Toda a comunidade coletada foi triada sobre malha com 2 mm para a separação da fauna de invertebrados e das algas epífitas. As algas foram identificadas, quando possível em nível específico, obtendo-se os pesos úmido e seco da espécie estruturante, *C. decorticum*. As demais algas incluindo as epífitas foram identificadas e listadas. Os invertebrados foram identificados em nível de filo ou classe, contados e obtido o peso úmido e fixados em solução de formol a 10%. Além das biomassas, após a triagem, foi estabelecida a frequência (quantidade de vezes em que o organismo ocorreu em todas as amostras) e abundância (número de indivíduos) dos invertebrados nas 23 amostragens.

2.4. Análises dos Dados

A biomassa dos organismos foi correlacionada ao percentual de cobertura, peso seco e úmido e estrutura do banco de *C. decorticum*. Os percentuais de cobertura das macroalgas foram analisados e definidos através do Programa Corel Point Count with Excel extension (CPCe 4.1), utilizando-se 50 pontos aleatórios por área amostral de 50x50 cm.

Multiplicando-se a biomassa pelo percentual de cobertura de *Codium decorticum* foi gerado um índice de arquitetura que busca expressar a complexidade do ambiente algal. Optou-se pela multiplicação para dar importância equivalente ao peso e à cobertura.

Modelos aditivos generalizados (Generalized additive models - GAMs) foram aplicados através do software CANOCO 4.5, para investigar as relações dos organismos com os bancos de *Codium decorticum*. O peso úmido, o peso seco, o percentual de cobertura e a arquitetura do banco foram relacionados com as seguintes variáveis: (i) abundância total dos organismos; (ii) peso total dos organismos associados, (iii) riqueza total; (iv) percentual de cobertura das algas totais; (v) percentual de cobertura das algas

verdes; (vi) percentual de cobertura das algas vermelhas; (vii) percentual de cobertura das algas do gênero *Ulva* ; (viii) total de indivíduos, e; (ix) peso de cada grupo (Crustáceos, Moluscos, Echinodermas, Poliquetas e Peixes). Foi utilizado o critério de informação Akaike (AIC), para definir entre modelos lineares, ou não lineares.

Por se tratar de um trabalho pioneiro, as relações foram repetidas para quatro preditores, afim de definir qual seria o mais eficiente e mais aconselhável em futuros trabalhos.

3. RESULTADOS

Foram encontrados 23 táxons de macroalgas associadas nos bancos estudados (Tab. 1). A abundância registrou 19.945 crustáceos, 251 moluscos entre gastrópodes e bivalves, 62 Echinodermas, 360 ovos, 261 polichaetas e 5 peixes (Tab. 2), divididos em três espécies (Tab. 3).

Tabela 1. Algas associadas e sua ocupação no banco de *Codium decorticatum*.

Lista de espécies de Algas	Ocupação
<i>Acrochaetium microscopicum</i> (Nägeli ex Kützing) Nägeli	Epífita
<i>Amphiroa beauvoisii</i> J.V.Lamouroux	Epilítica
<i>Bangia dumontioides</i> P.L.Crouan & H.M.Crouan	Epífita
<i>Centroceras gasparrinii</i> (Meneghini) Kützing	Epilítica
<i>Chaetomorpha antennina</i> (Bory de Saint-Vincent) Kützing	Epilítica
<i>Chondracanthus teedei</i> (Mertens ex Roth) Kützing	Epilítica
<i>Cladophora rupestris</i> (Linnaeus) Kützing	Epilítica
<i>Cladophora SP</i>	Epilítica
<i>Cladophoropsis membranacea</i> (Hofman Bang ex C.Agardh) Børgesen	Epilítica
<i>Codium taylorii</i> P.C.Silva	Epilítica
<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillwyn) J.Agardh	Epífita
<i>Gastroclonium parvum</i> (Hollenberg) C.F.Chang & B.M.Xia	Epilítica
<i>Gelidiopsis planicaulis</i> W.R.Taylor) W.R.Taylor	Epilítica
<i>Gelidium sp.</i>	E/E
<i>Gelidium torulosum</i> Kützing (nova ocorrência)	E/E
<i>Gracilaria mammillaris</i> (Montagne) M.A.Howe	Epilítica
<i>Grateloupia doryphora</i> (Montagne) M.A.Howe	Epilítica
<i>Gymnogongrus griffithsiae</i> (Turner) Martius	Epilítica
<i>Hypnea cenomyce</i> J.Agardh	Epilítica
<i>Neosiphonia tepida</i> (Hollenberg) S.M.Guimarães & M.T.Fujii	Epífita
<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus	Epilítica
<i>Ulva rigida</i> C.Agardh	Epilítica
<i>Osmundaria obtusiloba</i> (C.Agardh) R.E.Norris (Nova ocorrência)	E/E

Posição no Banco: E/E= Epífita/Epilítica.

Apesar de ter tido a maior abundância de indivíduos e 100% de ocorrência nas amostragens, os crustáceos não apresentaram alta biomassa, (53,09 g), ficando em sexto lugar. A maior massa total foi registrada pelos moluscos, certamente devido a presença de conchas calcificadas. Estes organismos ficaram em quarto lugar em relação à abundância. Os peixes ficaram em último lugar em relação a abundância e em segundo lugar em relação a biomassa. Um único indivíduo de *Chilomycterus spinosus spinosus* capturado pesava 270,09 g o que gerou um ganho na biomassa que somado com os quatro indivíduos das outras espécies deu um total de 411.7 g.

O grupo dos crustáceos e algas epífitas foram os únicos que ocorreram em todas as amostragens, seguido do grupo dos Poliquetas com 87%, moluscos com 74%, Equinodermas com 65%, Ulva 48%, Ovos com 26%, Peixes com 17% e Algas calcárias com 4% de ocorrência (Tab. 2).

Tabela 2. Tabela com ocorrência, abundância e biomassa dos organismos coletados

Grupos	FREQUÊNCIA %	ABUNDÂNCIA	BIOMASSA g
Codium	100	*	12463,76
Algas epífitas	100	*	105,3
Ulva	47,826	*	158,98
Calcária	4,347	*	196,64
Crustaceos	100	19945	53,09
Moluscos	73,913	251	518,63
Echinodermas	65,217	62	12,18
Ovos	26,086	360	0,39
Poliquetas	86,956	261	4,06
Peixes	17,391	5	411,7

Tabela 3. Lista das espécies de peixes encontradas.

Peixes
<i>Chilomycterus spinosus spinosus</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Haemulon aurolineatum</i> Cuvier, 1830
<i>Sphoeroides greeleyi</i> Gilbert, 1900

3.1. Análises Estatísticas

3.1.1. Atributos de comunidade

As análises de modelos aditivos (GAM), acrescidos de AIC, revelaram que a biomassa e estrutura do banco de *Codium decorticans* guardam relações positivas, lineares e altamente significativas, com a riqueza ($F \geq 9,53$; $P \leq 0,005$), a abundância ($F \geq 37,89$; $P << 0,001$) e peso ($F \geq 4,38$; $P \leq 0,048$) de organismos associados ao banco de *Codium decorticans* nos costões rochosos na Baía de Guanabara. A relação entre o percentual de cobertura do banco e a abundância de organismos foi a única relação não linear selecionada e que também apresentou resultados não significativos ($F = 2,45$; $P = 0,133$) (Fig. 1).

O AIC apontou para relações lineares e positivas da riqueza com o peso úmido, peso seco, percentual de cobertura, e arquitetura de *Codium decorticans*, com modelos altamente significativos ($F \geq 9,5$; $P \leq 0,006$) para todos os quatro preditores de complexidade do banco de macroalgas. Respostas lineares e positivas também foram observadas para o peso dos organismos com os quatro preditores, com maiores significâncias para os modelos com peso úmido ($F = 7,48$; $P = 0,012$) e arquitetura ($F = 6,94$; $P = 0,015$) de *Codium decorticans*. Em relação a Abundância total (ABUNDmod), o AIC selecionou modelos lineares para *Codium* Peso Úmido (P.U), *Codium* Peso Seco (P.S) e Arquitetura, sendo os resultados do *Codium* P.U altamente significativos ($F \geq 37,89$; $P << 0,001$). Além disso, o AIC determinou modelos não lineares para a Cobertura de *Codium* (CoverCod) com resultado não significativo ($F = 2,45$; $P = 0,133$), vide Tabela 4.

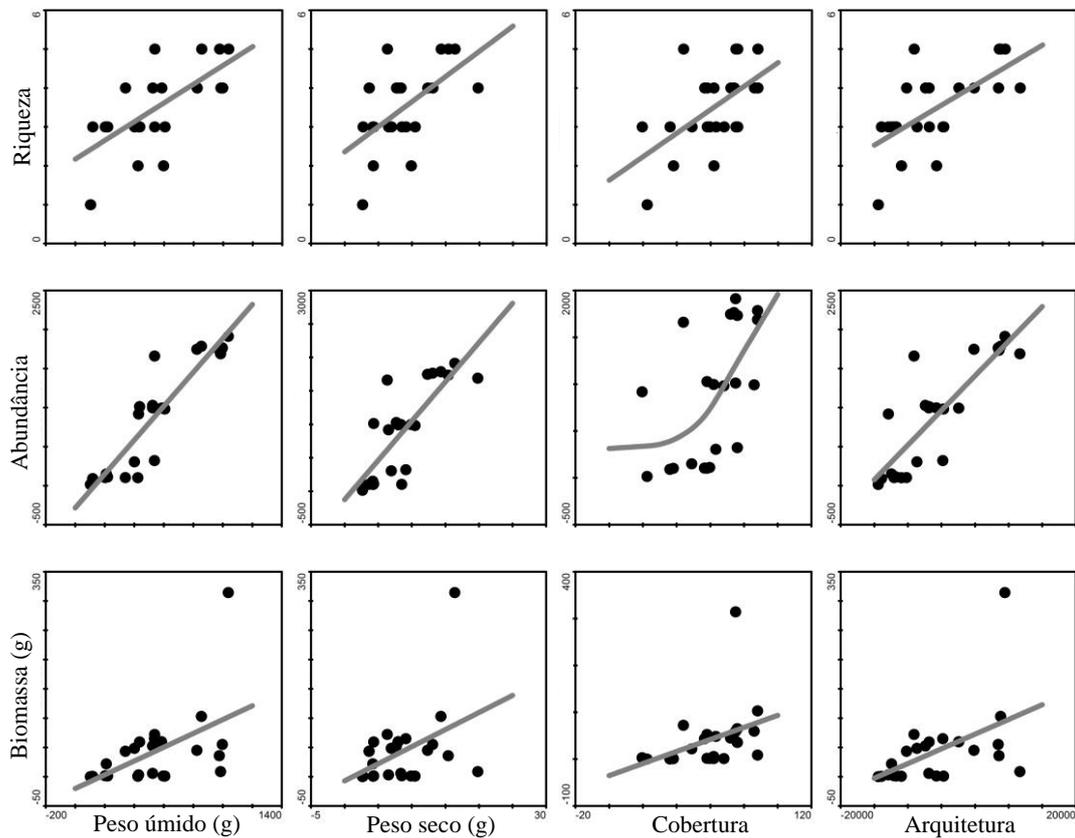


Figura 1. Atributos de comunidade e os preditores de peso seco e úmido, cobertura e arquitetura.

3.1.2. Cobertura de Algas.

O AIC selecionou modelos não lineares relacionando o Banco de *Codium* com a cobertura de algas vermelhas, sendo o valor mais significativo para a relação entre a Cobertura de *Codium* ($F=10,35$; $P=0,004$). A biomassa e cobertura do banco de *Codium* apresentaram crescimento linear positivo até um ponto de saturação que ficou em torno de 400g de alga úmida, entre 5 e 10 g de alga seca e 50% de cobertura do banco. A partir deste ponto, a relação torna-se negativa, decrescendo a cobertura de alga vermelha com o aumento da biomassa de *Codium*. Mesmo os menores valores do índice de cobertura mostraram-se saturados e, assim, a cobertura de algas vermelhas sempre decresceu em função do aumento deste índice.

Além de *C. decorticatum*, *Ulva lactuca* foi a única alga verde que apresentou tamanho e área suficientes para que a cobertura fosse detectada. Para esta alga apenas o peso úmido apresentou valores marginalmente significativos *Codium* P.U. ($F=4,19$; $P=0,053$), selecionando uma relação linear positiva. A relação do banco de *Codium* com

a cobertura das demais algas (verdes e vermelhas unidas), apresentou modelos não lineares obtendo maior significância na relação com a arquitetura do *Codium* ($F=14,21$; $P=0,001$). Em todos os modelos, há a ocorrência de saturação e formação de um platô no qual o aumento de biomassa ou estrutura do banco de *Codium* deixa de ser acompanhado por um aumento da cobertura das demais algas, embora a relação negativa não tenha sido detectada (Fig. 2 e Tab. 5).

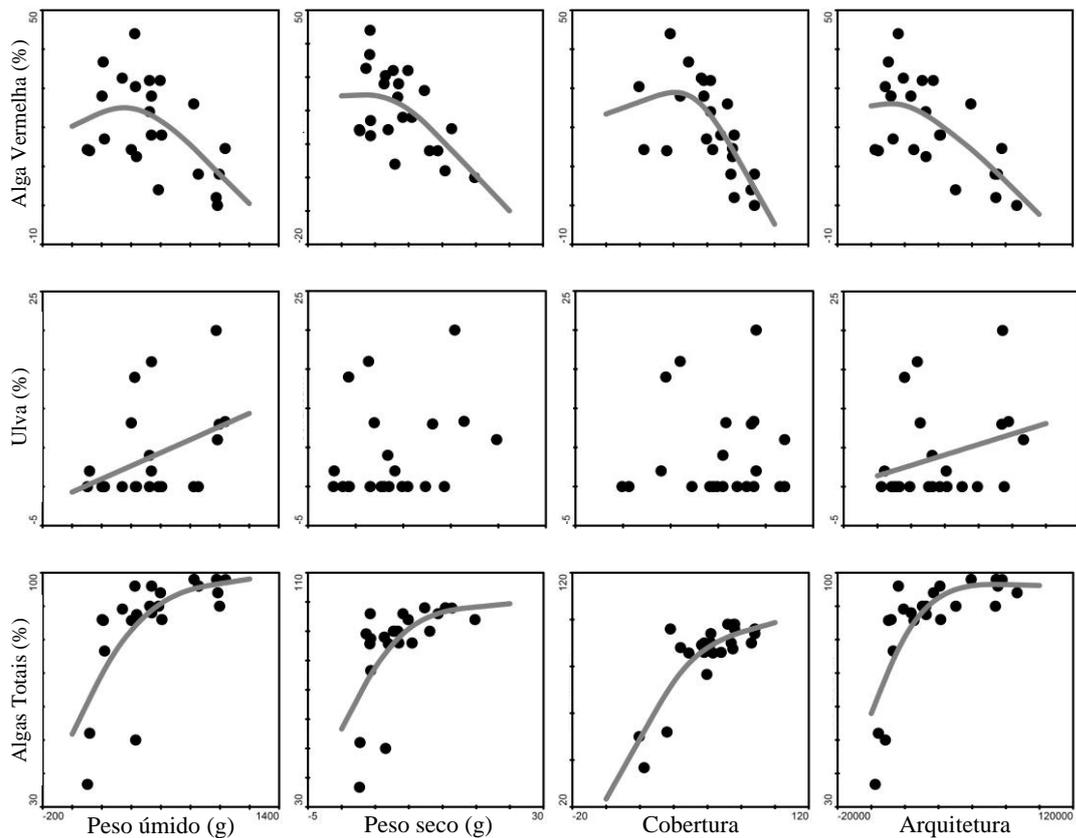


Figura 2. Correlação entre a cobertura das Algas com os preditores de biomassa seca e úmida, cobertura e arquitetura.

3.1.3. Indivíduos

Foi observado que quanto maior biomassa e maior arquitetura maior será a abundância dos grupos associados aos bancos de *Codium* sp., evidenciando que os organismos são favorecidos pelo crescimento dos bancos de *Codium* sp. A abundância de poliquetas e de moluscos foi favorecida pelos bancos de *Codium* sp. apresentou relação positiva, linear e significativa com todos os preditores (*Codium* P.U; *Codium* P.S; CoverCod; Arquitetura) ($F>4,42$; $P<0,047$). O AIC não selecionou nenhum modelo

para a relação entre peixes com o peso seco do *Codium* sp. e peixes com a cobertura do banco. Entretanto, o AIC selecionou modelo não linear com resultado não significativo para a relação entre Crustáceos×CoverCOD ($F=2,46$; $P=0,132$) e não linear e significativo para Echinodermas×Arquitetura ($F=4,6$; $P=0,044$). Para as outras relações foram escolhidos modelos lineares com uma explicação maior para a relação entre crustáceos e *Codium* P.U. ($F=94,38$; $P<1.0e-6$), e crustáceos e arquitetura ($F=50,69$; $P<1.0e-6$) (Fig. 3 e Tab. 6).

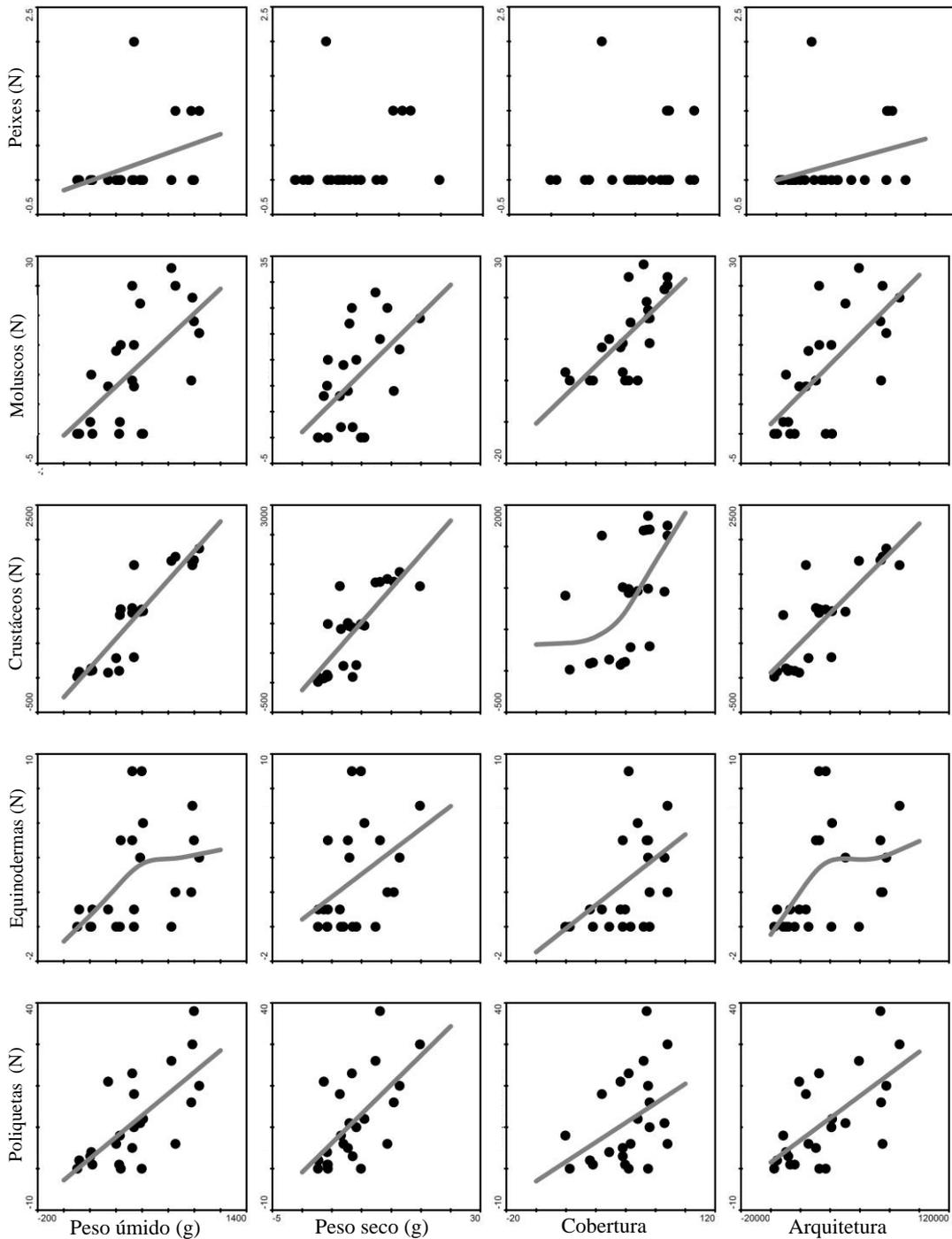
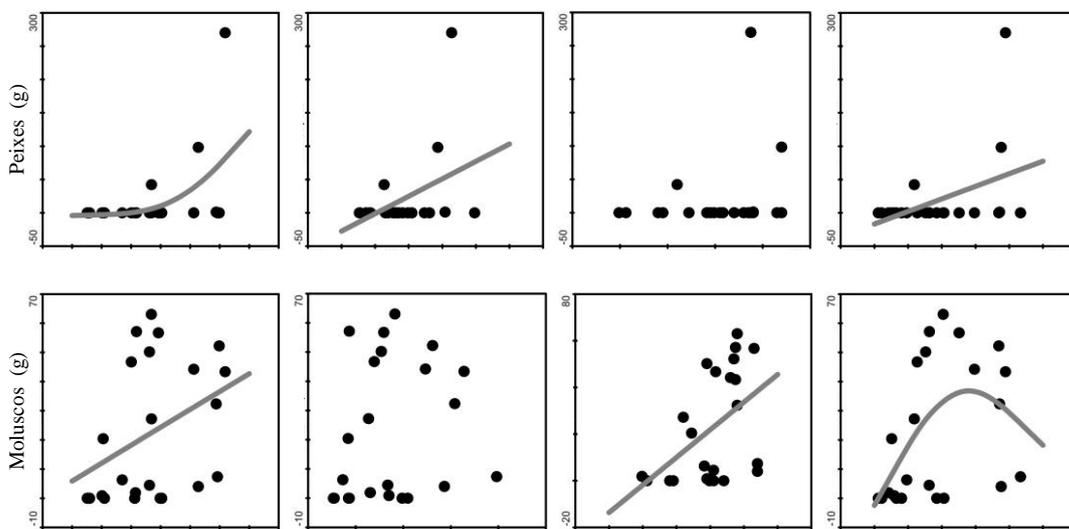


Figura 3. Correlação entre o número de indivíduos da macrofauna amostrada com os preditores de biomassa seca e úmida, cobertura e arquitetura.

3.1.4. Biomassa

Na relação entre o peso dos organismos e os preditores *Codium* P.U, *Codium* P.S, CoverCOD e Arquitetura, o AIC selecionou o modelo não linear e não significativo para a interação entre *Codium* P.U×Peixes ($F=2,16$; $P=0,157$) e significativo para Moluscos×Arquitetura ($F=5,34$; $P=0,032$). Foi definido pelo AIC relação linear entre *Codium* P.U×Moluscos, *Codium* P.U×Poliquetas, *Codium* P.S×Peixes, *Codium* P.S×Poliquetas, CoverCOD×Moluscos, CoverCOD×Echinodermas, CoverCOD×Poliquetas, Arquitetura×Peixes e Arquitetura×Poliquetas, sendo que as Poliquetas obtiveram relações mais significativas para *Codium* P.U×Poliquetas ($F=20,82$; $P<<0,001$) e Arquitetura×Poliquetas ($F=18,52$; $P<<0,001$). Estes resultados indicam que as poliquetas são extremamente beneficiadas pelo crescimento do *Codium* sp..

O AIC não definiu um modelo que explicasse as relações entre *Codium* P.U×Crustáceos, *Codium* P.U×Echinodermas, *Codium* P.S×Moluscos, *Codium* P.S×Crustáceos, *Codium* P.S×Echinodermas, CoverCOD×Peixes, CoverCOD×Crustáceos, Arquitetura×Crustáceos e Arquitetura×Echinodermas. (Fig. 4 e Tab. 7)



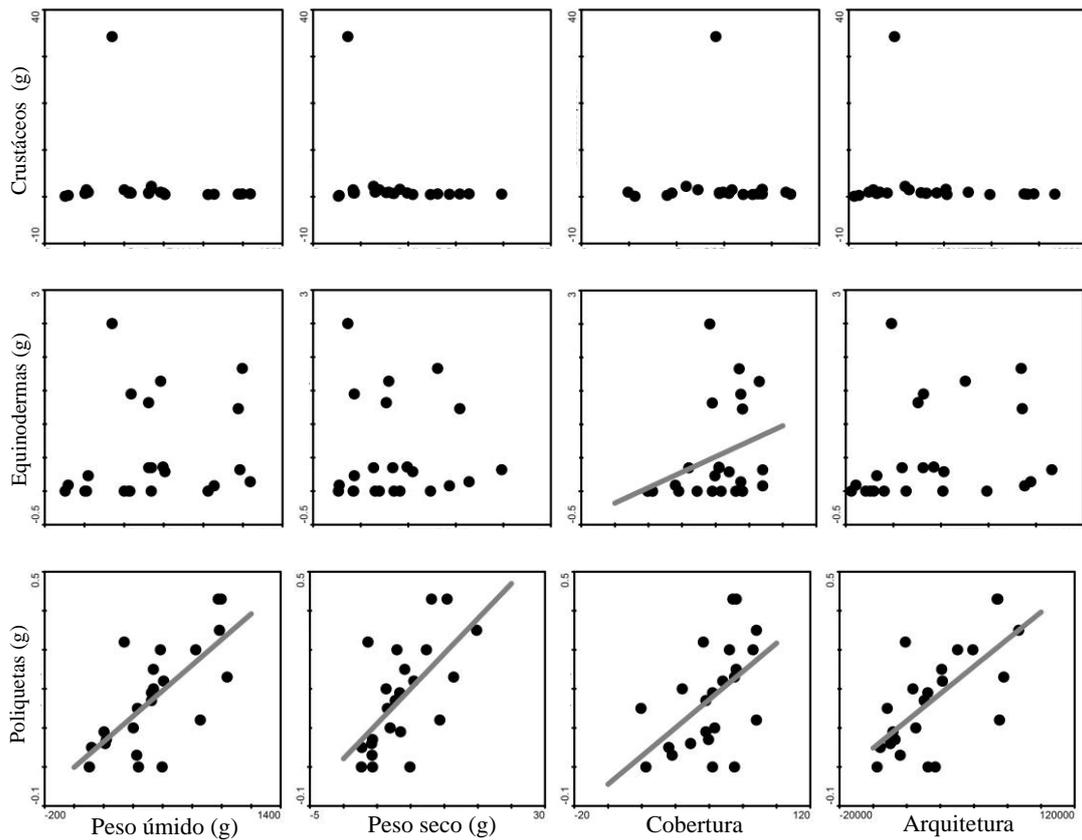


Figura 4. Relação entre o peso dos organismos da macrofauna com os preditores de biomassa seca e úmida, cobertura e arquitetura.

Foi visto que alguns preditores obtiveram mais respostas, ou responderam diferentemente aos descritores, como pode ser visto nas Tabelas 4 a 7, onde é exposto o Preditor, o valor de AIC, o tipo de modelo, o valor de F e de P para os descritores que obtiveram resposta.

O Peso seco foi o preditor que obteve menos respostas deixando de responder sete descritores. Peso úmido, Cobertura, Arquitetura foram os que responderam mais, com apenas quatro descritores sem resposta.

Tabela 4. Resultados do AIC para a relação entre o peso úmido e descritores. Valores nulos (-) indicam ausência de resposta pela análise.

Atributos de Comunidade					
Preditor	Resposta	AIC	Modelo	F	P
Peso úmido	Riqueza	15.624	Linear	16,99	0,000485
	Abundância	$2,19 \times 10^6$	Linear	98,15	$< 1.0 \times 10^{-6}$
	Biomassa	$8,47 \times 10^4$	Linear	7,48	0,012413
Peso seco	Riqueza	18.550	Linear	11	0,003282
	Abundância	$4,44 \times 10^6$	Linear	37,89	0,000004
	Biomassa	$9,50 \times 10^4$	Linear	4,38	0,048633
% Cobertura	Riqueza	19.442	Linear	9,53	0,005586
	Abundância	$8,35 \times 10^6$	Não-Linear	2,45	0,132973
	Biomassa	$9,89 \times 10^4$	Linear	3,39	0,079727
Arquitetura	Riqueza	16.264	Linear	15,5	0,000756
	Abundância	$3,55 \times 10^6$	Linear	52,68	$< 1.0 \times 10^{-6}$
	Biomassa	$8,63 \times 10^4$	Linear	6,94	0,015512

Tabela 5. Resultados do AIC para a relação entre o peso seco e descritores. Valores nulos (-) indicam ausência de resposta pela análise.

% Cobertura de Algas					
Preditor	Resposta	AIC	Modelo	F	P
Peso úmido	Todas as algas	3.654.472	Não-Linear	5,51	0,02936
	Algas verdes	4.322.649	Linear	31,21	0,000015
	Algas vermelhas	2.593.845	Não-Linear	4,15	0,055077
	<i>Ulva</i> spp.	765.989	Linear	4,19	0,053382
Peso seco	Todas as algas	4.617.215	Não-Linear	3,05	0,096286
	Algas verdes	4.726.756	Linear	26,76	0,00004
	Algas vermelhas	2.650.719	Não-Linear	1,88	0,185684
	<i>Ulva</i> spp.	-	-	-	-
% Cobertura	Todas as algas	2.145.216	Não-Linear	9,7	0,005469
	Algas verdes	917.659	Linear	224,99	< 1.0e-6
	Algas vermelhas	1.729.657	Não-Linear	10,35	0,004318
	<i>Ulva</i> spp.	-	-	-	-
Arquitetura	Todas as algas	2.692.887	Não-Linear	14,21	0,001204
	Algas verdes	2.129.418	Não-Linear	7,5	0,012644
	Algas vermelhas	2.219.477	Não-Linear	2,35	0,140555
	<i>Ulva</i> spp.	837.394	Linear	2,03	0,168457

Tabela 6. Resultados do AIC para a relação entre a cobertura do *Codium decorticatum* e descritores. Valores nulos (-) indicam ausência de resposta pela análise.

		Abundância			
Preditor	Resposta	AIC	Modelo	F	P
Peso úmido	Peixes	6.046	Linear	3,45	0,077347
	Moluscos	1.457.637	Linear	13,34	0,001488
	Crustáceos	2,17 x 10 ⁶	Linear	94,38	< 1.0 x 10 ⁻⁶
	Echinodermas	189.874	Não-Linear	2,24	0,150221
	Poliquetas	1.575.516	Linear	19,71	0,000227
Peso seco	Peixes	-	-	-	-
	Moluscos	1.632.774	Linear	9,66	0,005332
	Crustáceos	4,31 x 10 ⁶	Linear	37,09	0,000005
	Echinodermas	196.827	Linear	4,26	0,051502
	Poliquetas	1.900.599	Linear	12,75	0,001806
% Cobertura	Peixes	-	-	-	-
	Moluscos	1.213.736	Linear	20,24	0,000197
	Crustáceos	8,10 x 10 ⁶	Não-Linear	2,46	0,132262
	Echinodermas	191.998	Linear	4,9	0,038074
	Poliquetas	2.522.608	Linear	4,42	0,047685
Arquitetura	Peixes	6.397	Linear	2,11	0,161084
	Moluscos	1.236.238	Linear	19,49	0,000241
	Crustáceos	3,50 x 10 ⁶	Linear	50,69	< 1.0 x 10 ⁻⁶
	Echinodermas	170.700	Não-Linear	4,6	0,044369
	Poliquetas	1.766.348	Linear	15,31	0,000799

Tabela 7. Resultados do AIC para a relação entre a arquitetura do banco e os descritores. Valores nulos (-) indicam ausência de resposta pela análise.

Biomassa (g)					
Preditor	Resposta	AIC	Modelo	F	P
Peso úmido	Peixes	7,29 x 10 ⁴	Não-Linear	2,16	0,157344
	Moluscos	1,27 x 10 ⁴	Linear	3,39	0,079859
	Crustáceos	-	-	-	-
	Echinodermas	-	-	-	-
	Poliquetas	0,235	Linear	20,82	0,000169
Peso seco	Peixes	7,58 x 10 ⁴	Linear	4,4	0,048173
	Moluscos	-	-	-	-
	Crustáceos	-	-	-	-
	Echinodermas	-	-	-	-
	Poliquetas	0,282	Linear	13,97	0,001216
% Cobertura	Peixes	-	-	-	-
	Moluscos	1,14 x 10 ⁴	Linear	6,25	0,020754
	Crustáceos	-	-	-	-
	Echinodermas	12.816	Linear	2,11	0,161214
	Poliquetas	0,343	Linear	7,72	0,01128
Arquitetura	Peixes	7,56 x 10 ⁴	Linear	4,47	0,046636
	Moluscos	1,08 x 10 ⁴	Não-Linear	5,34	0,031681
	Crustáceos	-	-	-	-
	Echinodermas	-	-	-	-
	Poliquetas	0,249	Linear	18,52	0,000315

4. DISCUSSÃO

A correlação entre arquitetura do habitat com a abundância de organismos associados ao fital foi estudada em diversos trabalhos como Connoly (1995), Nogueira Jr (1999) e Rocha (2003). Entretanto, o presente trabalho é pioneiro em estabelecer as relações da riqueza, abundancia e biomassa de organismos associados com a complexidade de um banco de *Codium decorticaum*.

O banco de *Codium decorticaum* desempenha papel importante na manutenção da fauna e flora nos costões rochosos. Segundo Joly (1965), *Codium decorticaum* apresenta ramificações dicotômicas ou em politomias abundantemente ramificadas e densamente entrelaçadas. No presente trabalho foi observado que a estrutura gerada pela ramificação desta alga é bastante utilizada como habitats para todos os organismos encontrados nesse estudo. Com isso, quanto maior a complexidade desta alga estruturante, avaliada por meio de quatro descritores de complexidade, mais diversificada e densa são as populações de organismos associados. Papel semelhante foi descrito para outros bancos de algas como o trabalho de Jacobucci (2005) com *Sargassum* sp. e Santos (1995) com *Halimeda opuntia* (Linnaeus) J.V. Lamouroux.

Joly (1965) afirma que o *C. decorticaum* se fixa ao substrato através de sua porção basal alargada, o que pode explicar a íntima relação observada entre poliquetas e o banco, uma vez que os poliquetas utilizam essa porção alargada para fixar-se e utilizam o aporte de material retido pelos filamentos para a construção de seus tubos. Além da porção basal alargada, *C. decorticaum* possui porções eretas cilíndricas, com 5-6 mm de diâmetro e por vezes maiores que 15 centímetros de altura. As dicotomias mostram-se consideravelmente achatadas e com diâmetro variando de 2,5 a 5 cm, podendo ser maiores, facilitando a fixação de algas epífitas, formando hábitat para anfípodas e organismos incrustantes como moluscos (Drouin, 2011). Essas informações foram confirmadas uma vez que *Ulva* spp. e moluscos apresentaram relação linear à arquitetura do banco.

Os resultados indicam que *Codium decorticaum* facilita o crescimento das algas epífitas até um ponto em que um equilíbrio ou saturação é alcançado (Figura 2.). A partir deste ponto, o banco interfere no desenvolvimento destas algas, talvez pelo sombreamento, ou por falta de espaço causados pelo aumento da complexidade do banco (Figura 2., e Tabela 5.) Segundo Stoner & Lewis (1985) e Rocha (2003), a

influência da complexidade do habitat na estrutura da comunidade associada ao fital pode mediar outros mecanismos também reguladores desta comunidade.

A maior diversidade e abundância de organismos pode se dar pela maior disponibilidade de alimentos e a possibilidade de refúgio contra a predação disponíveis em ambientes estruturalmente mais complexos (Takeuchi et al., 1990).

A arquitetura e a biomassa úmida e seca de *C. decorticans* contribuíram significativamente para o aumento da riqueza, abundância e o peso dos organismos associados, concordando com Drouin (2011) que afirma que a biomassa de *Codium fragile* foi o melhor preditor para o aumento da riqueza e abundância de invertebrados, peixes e algas. Além disso, o presente trabalho complementa os resultados obtidos por Drouin (2011), que não pôde relacionar a arquitetura uma vez que não encontrou variação nos bancos. Nesse estudo, pôde-se observar bancos com arquiteturas diferentes e com isso avaliar a influência deste preditor na riqueza e abundância e ainda no peso dos organismos associados, evidenciando uma relação positiva e direta.

Com a quantidade de *C. decorticans* obtida não foi evidenciado um ponto de saturação que revelasse a capacidade limite de suporte nas relações entre os atributos de comunidade (Figura 1). Os gráficos apresentaram uma reta, demonstrando o crescimento elevado da riqueza, abundância e do biomassa dos organismos de acordo com os preditores do banco de *Codium decorticans*. Com base no pressuposto da Ecologia, de que todo ambiente possui uma capacidade limite de suporte (Odum & Barret, 2007), seria recomendável para trabalhos futuros o estudo de banco de *Codium decorticans* mais densos e complexos a fim de definir o limite de saturação deste microhabitat.

Dentre os quatro preditores analisados, o peso úmido destacou-se por possuir características potencialmente mais interessantes para ser usado em estudos sobre a relação entre a biodiversidade de organismos e a complexidade estrutural de macroalgas, uma vez que apresentou resultados iguais ou superiores aos demais preditores, os quais possuem requerimentos mais complexos para a sua obtenção, seja em campo e/ou em laboratório (i.e. peso seco e % cobertura), ou pelo uso combinado de preditores para o seu cálculo (i.e. arquitetura). Comparando-se a eficiência amostral entre os preditores que utilizam biomassa, em todas as relações desenvolvidas, os resultados demonstraram que o peso seco proporcionou menor respostas do que o peso úmido. Com isso, a utilização do peso úmido seria recomendada devido ao baixo custo financeiro, operacional e pela acurácia das informações obtidas.

5. CONCLUSÃO

Diferenças relacionadas a morfologia da alga estruturante – arquitetura, cobertura e biomassa – são fatores altamente correlacionados com a composição e diversidade na comunidade. Quanto maior a biomassa ou cobertura de *C. decortdatum*, mais diversificada e densa são as populações de organismos associados.

O incremento da arquitetura mostrou-se limitante para o aumento do peso dos moluscos. O peso seco de *Codium decortdatum* foi o descritor analítico que obteve menor resposta. Não sendo indicada a utilização desse descritor em trabalhos futuros que se assemelhem a este.

Foi comprovada a correlação entre o *Codium decortdatum* e os organismos associados ratificando que o *C. decortdatum* é um estruturador ambiental que exerce influencia sobre a fauna e a flora associadas a ele. Entretanto, faz-se necessário que mais estudos com *C. decortdatum* sejam feitos, não apenas com organismos associados, mas também com estrutura, dispersão e distribuição dessa alga.

Biomassa e número de indivíduos, descritores analíticos dos organismos associados, apresentaram diferenças nas respostas, mostrando assim, a necessidade de escolher qual abordagem é a mais indicada para explicar as relações entre os organismos e os bancos de algas.

Pode-se concluir a influência positiva do *C. decortdatum* sobre a comunidade associada na relação com as algas foi evidenciada uma tendência ao limite ambiental, principalmente na arquitetura do *C. decortdatum*, que quanto maior, menor porcentagem de algas vermelhas e maior de algas verdes, gerando um equilíbrio e um limite de algas totais associadas.

O Morlais demonstrou eficiência para a realização do presente estudo, as amostras foram coletadas seletivamente, facilitando a triagem devido a obtenção dos organismos de interesse, excluindo coletas desnecessárias fora do objetivo do estudo. Que posteriormente poderiam gerar resultados não fidedignos, além de impacto ambiental devido a coleta de organismos que não os de interesse. Além disso ele possibilitou a obtenção das coletas por volume, apresentando uma visão tridimensional do ambiente, tornando-os mais coerentes para o ambiente aquático, como foi proposto.

6. REFERÊNCIAS

Agostinho AA, Gomes LC, Júlio Júnior HF (2003). Relações entre macrófitas aquáticas e fauna de peixes. In: Thomaz, Sidinei Magela; Bini, Luis Mauricio (Ed.). Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. Maringá: EDUEM, p 261-279

Anderson LWJ (2007) Control of invasive seaweeds. *Bot Mar* 50:418–437

Boraso A, Zaixso JM (2011). Atlas de sensibilidade ambiental de la costa y el Mar Argentino. Algas marinas bentônicas, p 1-28

Chaves MCNR (2011). A ictiofauna associada a praias arenosas da região da Urca, Baía de Guanabara, Rio de Janeiro: efeitos do grau de exposição às ondas e de interferência antropica. Monografia (Especialização em Biologia Aquática) Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.

Connolly RM (1995) Effects of removal of seagrass canopy on assemblages of small, motile invertebrates. *Mar Ecol Prog Ser* 118:129–137

Drouin A, Mckindsey CW, Johnson LE (2011). Higher abundance and diversity in faunal assemblages with the invasion of *Codium fragile* ssp. *fragile* in eelgrass meadows. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 424:105–117

Drouin A, Mckindsey CW, Johnson LE (2012). Detecting the impacts of notorious invaders: experiments versus observations in the invasion of eelgrass meadows by the green seaweed *Codium fragile*. *Oecologia* 168:491–502

Garrison T (2010). Fundamentos de Oceanografia. São Paulo: Cengage Learning

Guiry, M. D. ; Guiry, G. M., 2014. Algaebase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org> (Accessed 11 Out 2014)

Howe MA (1911). Phycological studies – V. Some marine algae of Lower California, Mexico. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 38:489-514

Jacobucci GB (2005). Interações Sargassum-epífitas-anfípodes herbívoros na região de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP

JOLY, A.B. (1965). Flora marinha do litoral norte do Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas. *Boletim da Faculdade de Filosofia da Universidade de São Paulo, Botânica*, v. 294, p. 1-393

Kelly, R., Lundy, M.G., Mineur, F., Harrod, C., Maggs, C.A., Humphries, N.E., Sims, D.W., Reid, N., 2014. Historical data reveal power-law dispersal patterns of invasive aquatic species. *Ecography* 37, 581–590

Lapointe BE, Barile PJ, Littler MM and Littler DS. (2005). Macroalgal blooms on southeast Florida coral reefs II. Cross-shelf discrimination of nitrogen sources indicates widespread assimilation of sewage nitrogen. *Harmful Algae* 4, 1106–1122

McLaughlan C, Gallardo B and Aldridge DC. (2014). How complete is our knowledge of the ecosystem services impacts of Europe's top 10 invasive species? *Acta Oecologica* 54, 119–130

Moura CWN (2014). *Codium* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB99166> (Accessed 11 Oct 2014)

Moysés DN, Junqueira, AOR, Lavrado HP and Silva, SHG. (2007). Method for monitoring intertidal communities in a steep rocky shore: a combination of digital image technology and field operation strategy. *Brazilian Journal of Oceanography* 55, 19-27

Neto IA (2001). Macroalgal species diversity and biomass of subtidal communities of Sao Miguel (Azores). *Helg Mar Research [Helgol. Mar. Res.]*. Vol. 55, no. 2, pp. 101-111.

Nogueira Jr JD (1999) Efeito da arquitetura do habitat na sazonalidade da macrofauna móvel associada a *Sargassum furcatum* Kuetzing (Phaeophyta: Fucales) na ilha de Cabo Frio, RJ. Dissertação (Mestrado) Univ. Fed. Fluminense, 96.

Odum EP & Barrett GW (2007). *Fundamentos de ecologia*. Thomson Learning

Oliveira-Carvalho MF, Oliveira MC, Pereira SMB and Verbruggen H (2012). Phylogenetic analysis of *Codium* species from Brazil, with the description of the new species *C. pernambucensis* (Bryopsidales, Chlorophyta). *European Journal of Phycology* 47(4): 355-365.

Provan J, Booth D, Todd NP, Beatty GE, Maggs CA (2007). Tracking biological invasions in space and time: elucidating the invasive history of the green alga *Codium fragile* using old DNA. *Divers Distrib* 14:343–354

Riosmena-Rodríguez R & Holguín-Acosta E (2008). Population Structure of *Codium amplivesiculatum* (Chlorophyta) Associated with Rhodolith Beds from the southwestern Gulf of California. *Algae* 23 (2): 141–150

Rocha CMC (2003) Efeito do Substrato Fital na Comunidade Meiofaunistica Associada, com Ênfase aos Nematoda Livres. Universidade Federal de Pernambuco

Santos CG dos, Correia MD (1995) FAUNA ASSOCIADA AO FITAL HALIMEDA OPUNTIA (LINNAEUS) LAMOUREUX (CHLOROPHYTA) DO RECIFE DA PONTA VERDE, MACEIÚ, ALAGOAS, BRASIL. *Revta bras zool* 12:263–271

Savino JF, Stein RA (1982). Predator-prey interaction between largemouth bass and bluegills as influenced by simulated, submersed vegetation. *Transactions of the American Fisheries Society*, Bethesda 111:255-266

Scheibling RE, Lyons DA, Sumi CBT (2008) Grazing of the invasive alga *Codium fragile* ssp *tomentosoides* by the common periwinkle *Littorina littorea*: effects of thallus size, age and condition. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 355:103–113

Stackhouse, J. (1797) *Nereis britannica; continens species omnes fucorum in insulis britannicis crescentium: descriptione latine et anglico, necnon iconibus ad vivum depictis: Fasc. 2.* S. Hazard; J. White, Bathoniae [Bath] & Londini [London], ix–xxiv, pp. 31–70

Stoner AW, Lewis FG (1985) The Influence of Quantitative Aspects of Habitat Complexity in Tropical Sea-Grass Meadows. 94:19–40

Takeushi I, Yamakawa H, Fujiwara M (1990) Density fluctuation of caprellid amphipods (Crustacea) inhabiting the red Arimoto. *La mer*. Tokyo alga *Gelidium amansii* (Lamouroux) Lamouroux, with emphasis on *Caprella okadai* Arimoto. *La mer*. Tokyo, 28(1): 30-36

Thomsen MS, Mcglathery KJ (2007). Stress tolerance of the invasive macroalgae *Codium fragile* and *Gracilaria vermiculophylla* in a soft-bottom turbid lagoon. *Biol Invasions* 9:499–513

Trowbridge CD (2001). Coexistence of introduced and native congeneric algae: *Codium fragile* and *C. tomentosum* on Irish rocky intertidal shores. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 81:931–937

Titlyanov EA Titlyanova TV, Bangmei X and Bartsch I (2011) Checklist of marine benthic green algae (Chlorophyta) on Hainan, a subtropical island off the coast of China: comparisons between the 1930s and 1990–2009 reveal environmental changes. *Botanica Marina* 54, 523–535

Verbruggen et al. (2007). Species boundaries and phylogenetic relationships within the green algal genus *Codium* (Bryopsidales) based on plastid DNA sequences. *Mol. Phylogenet. Evol.* 44:240–254

2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A eficiência das metodologias de triagem das macroalgas foram fundamentais para estudar a influência de *Codium decorticatum* sobre a comunidade associada a ele nos costões rochosos da Praia Vermelha. Os resultados mostraram que peso seco não é um bom preditor para obtenção de respostas sobre as relações entre organismos e *C. decorticatum*.

A criação e o desenvolvimento do Morlais, bem como sua nova abordagem nos estudos em ambientes subaquáticos, foi fundamental para coletar e enxergar de forma adequada os organismos associados aos bancos de *Codium decorticatum*. Para que o estudo das relações entre essa macroalga e os organismos associados seja realizado de forma mais robusta e significativa.

Apesar dos resultados promissores aqui obtidos e dos capítulos corresponderem a uma uma defesa de dissertação, faz-se necessário a realização de mais ajustes para que os dois capítulos atendam as revistas a serem publicados.

3. REFERÊNCIAS GERAIS

Agostinho AA, Gomes LC, Júlio Júnior HF (2003). Relações entre macrófitas aquáticas e fauna de peixes. In: Thomaz, Sidinei Magela; Bini, Luis Mauricio Ed. Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. Maringá: EDUEM, p 261-279

Bizerril, CRSF & Primo PBS (2001). Peixes de Águas Interiores do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: FEMAR - SEMADS. 417

Bizerril, CRF & Costa PAS (2001). Peixes Marinhos do Estado do Rio de Janeiro. Fundação de Estudos do Mar. 233

Coutinho R & Zalmon IR (2009). “O Bentos de costões rochosos”. pp. 281-298. In: Pereira, R.C.; SoaresGomes, A. Biologia Marinha. Rio de Janeiro: Interciência.

Garrison T (2010). Fundamentos de Oceanografia. São Paulo: Cengage Learning

Jacobucci GB (2005). Interações Sargassum-epífitas-anfípodes herbívoros na região de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP

Knoppers B, Ekau W, Figueiredo Júnior AG and Soares-Gomes A (2002). Zona costeira e plataforma continental do Brasil. In Biologia marinha (Pereira RC & Soares-Gomes AC). Interciência, Rio de Janeiro, p.352-361

LEITE FPP, GÜTH AZ and JACOBUCCI GB (2000). Temporal comparison of gammaridean amphipods of *Sargassum cymosum* on two rocky shores in southeastern Brazil. *Nauplius* 8(2):227-236

Masunari, S (1976). O fital de *Amphiroa fragilissima* (Linnaeus) Lamouroux, 1812 da praia do Lázaro, Ubatuba - SP (Comunidades animais e populações de Tanaidacea). Dissertação (Mestrado). Univ. de São Paulo, São Paulo, 86

Masunari S (1987) . Ecologia das Comunidades Fitais. p. 195-233. In: Academia de Ciências do Estado de São Paulo (ed.). Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira. Cananéia. 459

MMA (2010). Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros. Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil. Brasília: MMA/SBF/GBA. 148: 11 - 24

Pérez-Matus A & Shima JS (2010). Disentangling the effects of macroalgae on the abundance of temperate reef fishes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 388, 1-10

Raven PH, Evert RF and Eichhorn SE (20014). *Biologia Vegetal*. 8a. ed. Ed. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 876: 343 - 357.

Savino JF & Stein RA (1982). Predator-prey interaction between largemouth bass and bluegills as influenced by simulated, submersed vegetation. *Transactions of the American Fisheries Society*, Bethesda 111:255-266

Soares-Gomes A & Figueiredo Junior AG (2002). O ambiente marinho. In *Biologia marinha* (Pereira RC & Soares-Gomes A). Interciência, Rio de Janeiro, p.1-33

Spalding MD, Ravilious C and Green EP (2001). *World atlas of coral reefs*. University of California Press, Berkeley, CA. 424

Wells, SM (1988). Coral reefs of the world. In *Coral reefs of the World*. UNEP.