Bruno Lenhaverde Sandy

Estabelecimento de uma estação de monitoramento de longo prazo em habitat bentônico de substrato consolidado no Litoral do Atlântico Sul (Ecorregião Southeastern Brazil)

Long-term monitoring station establishment in consolidated substrate benthic habitat in the South Atlantic Coast (Southeastern Brazil Ecoregion)

São Paulo

2017

Bruno Lenhaverde Sandy

Estabelecimento de uma estação de monitoramento de longo prazo em habitat bentônico de substrato consolidado no litoral do Atlântico Sul: (Ecorregião Southeastern Brazil)

Long-term monitoring station establishment in consolidated substrate benthic habitat in the South Atlantic Coast (Southeastern Brazil Ecoregion)

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, para a obtenção de Título de Mestre em Ciências, na Área de Botânica.

Orientador(a): Prof. Dr. Flávio Berchez

São Paulo

2017

Ficha Catalográfica

LENHAVERDE, BRUNO

Estabelecimento de uma estação de monitoramento de longo prazo em habitat bentônico de substrato consolidado no litoral do Atlântico Sul: Ecorregião Southeastern Brazil

Número de páginas
p. 66

Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Botânica.

1. Costão rochoso 2. Ecologia bentônica 3. Longo-prazo 4. Monitoramento.

I. Universidade de São Paulo. Instituto de Biociências. Departamento de Botânica.

Comissão Julgadora:

Prof(a). Dr(a).

Prof(a). Dr(a).

Prof. Dr. Flávio Augusto de Souza Berchez

*Dedico este projeto à minha mãe Eliane,
Irmão Victor e aos meus tios Durval e Ivete
e a todos os familiares e amigos
que me auxiliaram nesta caminhada.*

**Que o seu sonho se realize!
Se você tem um sonho, sua vida tem sentido
Uma razão
Um alvo a ser atingido**

**É uma estrela brilhando no seu céu
Quando se tem na alma força e muita fé**

**Uma luta a vencer
Uma estrada a percorrer
Uma história a escrever
Um trabalho a fazer**

**Com garra, fibra, força e determinação
Ponha os seus planos em ação
Se você tem um sonho no seu coração
A sua vida tem uma razão**

**Com garra, fibra, força e determinação
Ponha os seus planos em ação
Se você tem um sonho no seu coração
A sua vida tem uma razão**

**Nada vai impedir
Que o seu sonho se realize!**

Hiroyuke Takei

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento fornecido durante todo o período vigente deste trabalho.

Aos meus familiares e especialmente a minha mãe Eliane, irmão Victor e tios Durval e Ivete pelo apoio, suporte, ouvidos e conselhos durante toda a trajetória deste mestrado.

Ao professor Dr. Flávio Berchez pela oportunidade de estágio fornecida em 2013 que culminou nesta dissertação. Agradeço muito a ele por ser além de um orientador, um amigo, um conselheiro, é aquele que te corrige nos momentos errados e elogia nos momentos certos.

Aos colegas do laboratório (Gabriela Carvalho, Mariana Melo, Sabrina Gonçalves, Camila Lira, Paula Moraes, Carol Las-Casas, Carol Azevedo, Cintia Iha, Beatriz Torrano, Fabiana Marchi, Alexandre Souza, Naomi Towata e os técnicos Willian Silva, André Nakasato e Rosário).

Aos professores, pelos ensinamentos constantes (Natália Ghilardi-Lopes, Sergio Rosso, José Rubens Pirani, Verônica Angialossy, Fungyi Chow, Estela Plastino, Valéria Cassano, Mariana Cabral, Susana Ursi, Alexander Turra). As turmas da ONG Caravelas, pelo auxílio nas primeiras coletas.

Aos funcionários do Parque Estadual da Ilha Anchieta, por me proporcionar um local maravilhoso de trabalho além do sentimento de pertencimento à turma (a gestora Priscila Saviollo, Rafaela Ferreira, Maria dos Anjos, Elvis Zuim, Carlinhos, Zico, Nélcio, Val, Fino, Bruna Leone, Leticia Costa).

E aos amigos Giulia, Ricardo Mazzaro, Ricardo Hiroci, Ricardo Nonaka, Roberto Sakamoto, Carminha, Regina Freitas, Antônio Coutinho, Fernando Sena, Janaina Leme, Norberto Palácios, Danilo Bonamin, Carlos, Carminha e a Gisa, por me proporcionar a energia de todo o mestrado, o café.

Sumário

1. Lista de Figuras.....	1
2. Lista de Tabelas.....	3
3. Abstract	4
4. Resumo	5
5. Introdução	6
5.1. Histórico de ecologia bentônica internacional.....	6
5.2. Histórico de ecologia bentônica nacional.....	8
5.3. Mudanças Climáticas	11
6. Justificativa	16
7. Objetivos gerais.....	16
7.1. Objetivos específicos e hipóteses	17
8. Material e métodos.....	18
8.1. Local de Estudo	18
8.2. Delineamento Amostral.....	19
8.3. Análise de Dados.....	23
9. Resultados.....	25
9.1. Distribuição dos organismos por faixas.....	25
9.2. Análise Univariada - Recobrimento percentual.....	27
9.3. Análise Multivariada – Recobrimento Percentual.....	32
9.4. Análise Univariada - Largura das Faixas Horizontais.....	38
10. Discussão.....	40
11. Considerações Finais.....	45
12. Referências Bibliográficas.....	46

1. Lista de Figuras

- Figura 1.** Local de estudo. Médiolitoral do costão direito da Enseada de Palmas, Parque Estadual da Ilha Anchieta, Ubatuba – São Paulo. O local foi amostrado ($n = 3$) em dois períodos amostrais distintos correspondendo ao inverno de 2014 e verão de 2015.....20
- Figura 2.** Esquema da disposição dos elementos amostrais em três faixas horizontais e nas cinco faixas verticais (azul) no médiolitoral. Faixa superior (branca); faixa intermediária (vermelha) e faixa inferior (amarela).....21
- Figura 3.** Elementos amostrais (fotoquadrados) nas faixas superior (A), intermediária (B) e inferior (C).....21
- Figura 4.** Software photoQuad com aleatorização de 50 pontos em um fotoquadrado da faixa intermediária. No box a direita localiza-se a listagem inicial de organismos para a identificação. Após a identificação de todos os pontos, o software gera um gráfico de porcentagem (box da esquerda).....25
- Figura 5.** Variação nas médias entre coletas e períodos das unidades operacionais (UO) (a) *Chthamalus bisinuatus*; (b) Substrato Livre e (c) Cianobactéria presentes na faixa superior do médiolitoral do costão rochoso. As diferenças significativas entre as coletas e estações foram calculadas a partir do teste *a posteriori* de Newman-Keuls. Os números indicam as diferenças significativas entre pares de coletas e entre períodos. (Linhas verticais representam o intervalo de confiança $p = 0,05$).....30
- Figura 6.** Variação nas médias entre coletas e períodos das unidades operacionais (UO) (a) Algas Calcárias Articuladas; (b) Substrato Livre e (c) *Tetraclita squamosa* presentes na faixa Intermediária do médiolitoral do costão rochoso do Parque Estadual da Ilha Anchieta. As diferenças significativas entre as coletas e estações foram calculadas a partir do teste *a posteriori* de Newman-Keuls. Os números indicam as diferenças significativas entre pares de coletas e entre períodos. (Linhas verticais representam o intervalo de confiança $p = 0,05$).....31
- Figura 7.** Variação nas médias entre coletas e períodos para as unidades operacionais (UO) (a) Algas Calcárias Articuladas; (b) *Sargassum vulgare* presentes na faixa inferior do médiolitoral do costão rochoso do Parque Estadual da Ilha Anchieta. (Linhas verticais representam o intervalo de confiança $p = 0,05$).....32
- Figura 8.** Análises de Cluster (a), nMDS (b) e de Componentes principais (PCA) (c) relacionadas a faixa superior. Na análise de Cluster, linhas vermelhas estão relacionadas a análise de perfis de similaridade (SIMPROF). No nMDS, círculos azuis (inverno) e quadrados vermelhos (verão). I (elementos amostrais - inverno), V (elementos amostrais - verão). Números de 1 a 3 (referentes às coletas) e p (pontos). PCA, CIANO (Cianobactéria), SUBST (Substrato Livre) e CHTH (*Chthamalus bisinuatus*).....34

Figura 9. Análises de Cluster (a), nMDS (b) e de Componentes principais (PCA) (c) relacionadas a faixa intermediária. Na análise de Cluster, linhas vermelhas estão relacionadas a análise de perfis de similaridade (SIMPROF). No nMDS, círculos azuis (inverno) e quadrados vermelhos (verão). I (elementos amostrais - inverno), V (elementos amostrais - verão). Números de 1 a 3 (referentes às coletas) e p (pontos). PCA, SUBL (Substrato Livre); CART (Algas Calcárias Articuladas); ECTO (Ectocarpales); TETR (*Tetracilita stalactifera*); ACCR (Algas Calcárias Crostosas); BRAQ (*Brachidontes* sp.); ISOG (*Isognomon bicolor*).....36

Figura 10. Análises de Cluster (a), nMDS (b) e de Componentes principais (PCA) (c) relacionadas a faixa inferior. Na análise de Cluster, linhas vermelhas estão relacionadas a análise de perfis de similaridade (SIMPROF). No nMDS, círculos azuis (inverno) e quadrados vermelhos (verão). I (elementos amostrais - inverno), V (elementos amostrais - verão). Números de 1 a 3 (referentes às coletas) e p (pontos). PCA, SUBL (Substrato Livre); CART (Algas Calcárias Articuladas); ECTO (Ectocarpales); TETR (*Tetracilita stalactifera*); ACCR (Algas Calcárias Crostosas); BRAQ (*Brachidontes* sp.); ISOG (*Isognomon bicolor*).....38

Figura 11. Variação nas médias entre coletas e períodos referentes a largura das faixas (a) *Chthamalus*; (b) *Brachidontes*; (c) *Tetracilita* e (d) Macroalgas presentes no médiolitoral do costão rochoso do Parque Estadual da Ilha Anchieta (intervalo de confiança $p < 0,05$). As diferenças significativas entre as variáveis coletas e períodos foram calculadas a partir do teste *a posteriori* de Newman-Keuls. Os números indicam as diferenças significativas entre pares de coletas e entre períodos. (Linhas verticais representam o intervalo de confiança $p = 0,05$).....40

2. Lista de Tabelas

Tabela 1. Unidades operacionais presentes no médiolitoral do costão direito da Enseada de Palmas em dois períodos anuais (inverno e verão) e sua distribuição nas faixas superior, intermediária e inferior. Inv – Inverno e Ver – Verão.....27

3. Abstract

The development of long-term monitoring projects around the world aims to monitor continuously the impacts that global environmental changes (GEC) have been causing in the benthic marine communities. However, nationally, there are few monitoring studies and data for the Brazilian coast. In this study, we aimed to install a long-term monitoring station and characterize the benthic community located in the intertidal zone of the rocky shore in the right of the Cove of Palmas at the Anchieta Island State Park (Ubatuba, São Paulo state). We intended to do that by following the guidelines of the "Intertidal Protocol for the Monitoring of Rocky Shore Communities" (Rocky Shores Working group, ReBentos). We studied the rocky shore for a year and collected the dependent samples every semester ($n = 3$), encompassing the winter of 2014 and the summer of 2015. We used photoquadrats in the intertidal zone (10x10 cm in the upper band and 25x25 cm in the intermediate and lower bands). Two-way analysis of variance (ANOVA) for repeated measures revealed seasonal variation in the bandwidth of *Tetraclita* (39,1 cm) and Macroalgae (27 cm) operational units (OU) and in the average percentage overlap for Cyanobacteria (12,6%) at upper band, *T. stalactifera* (16,6%), Empty space (38,4%) and Articulated Calcareous Algae (55,7%) at intermediate band. Multivariate analysis (Cluster, nMDS and PCA) revealed high similarity for upper (80%) and lower (85%) bands and low similarity for intermediate band (65%), suggesting major differences between summer and winter in the intermediate band. As the intertidal zone has monitoring bioindicators operational units, like *T. stalactifera*, *A. beauvoisii* e *Sargassum vulgare*, and seasonal variation, it is of great importance to implement, integrate and continue long-term monitoring projects in rocky shores in order to generate Brazilian coast historical data.

Keywords: Benthic ecology, Long-term Monitoring, ReBentos, Rocky shores.

4. Resumo

Projetos de monitoramento de longo prazo estão sendo desenvolvidos internacionalmente a fim de monitorar continuamente os impactos que as mudanças climáticas globais vêm gerando nas comunidades marinhas bentônicas, entretanto, no âmbito nacional, há uma carência desse tipo de estudo e dados para a costa brasileira. O objetivo do presente estudo foi a instalação de uma estação de monitoramento de longo prazo, bem como a caracterização da comunidade bentônica presente no médiolitoral do costão rochoso à direita da Enseada de Palmas, no Parque Estadual da Ilha Anchieta (Ubatuba, SP) seguindo as diretrizes do “Protocolo de Médiolitoral para Monitoramento de Comunidades de Costão Rochoso” da ReBentos (Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros). As amostragens dependentes semestrais ($n = 3$) foram realizadas no período de um ano, compreendendo o inverno de 2014 e o verão de 2015, utilizando fotoquadrados de 10x10 cm na faixa superior e 25x25 cm nas faixas intermediária e inferior. A análise variância ANOVA two way para dados repetidos revelou variação sazonal na largura das faixas das unidades operacionais (UO) Tetraclita (39,1 cm) e Macroalgas (27 cm) e no recobrimento percentual médio (RPM) das UO Cianobactéria (12,6%) na faixa superior, *T. stalactifera* (16,6%), Espaço vazio (38,4%) e Algas Calcárias Articuladas (55,7%) na faixa intermediária. As análises multivariadas (Cluster, nMDS e PCA) revelaram alta similaridade para as faixas superior (80%) e inferior (85%) e baixa (65%) para a faixa intermediária, indicando que as maiores diferenças entre verão e inverno foram encontradas nesta faixa. Como o médiolitoral apresenta UO bioindicadoras de monitoramento, como *T. stalactifera*, *A. beauvoisii* e *Sargassum vulgare*, e de variação sazonal, então eleva-se a importância da realização, integração e continuidade de projetos de monitoramento de longo prazo em costões rochosos a fim de gerar dados históricos ao longo do litoral brasileiro.

Palavras-chave: Costões rochosos; Ecologia bentônica; Monitoramento de Longo Prazo; ReBentos

5. Introdução

5.1. Histórico de ecologia bentônica internacional

Dentre os ecossistemas marinhos costeiros bentônicos, os costões rochosos são considerados muito relevantes por apresentarem alta riqueza de espécies de importância ecológica e econômica, grande biomassa e alta produtividade, em virtude do aporte de quantidade abundante de nutrientes oriundos dos sistemas terrestres (COUTINHO & ZALMON, 2009). Os primeiros trabalhos relacionados aos costões rochosos remetem ao século XIX, onde foram estabelecidas as primeiras estações de estudo na costa da Europa (AUDOUIN AND MILNE-EDWARDS, 1832). Nesta época, aproveitando as marés baixa para ter fácil acesso a vida marinha para realizar suas pesquisas, naturalistas como Jean-Victor Audouin (1797-1841) e Henri Milne-Edwards (1801-1885) já realizavam trabalhos descrevendo o padrão de zonação do médiolitoral dos costões rochosos da costa da Normandia (França) entre 1826 e 1829, o qual seria publicado posteriormente em 1932 no livro denominado “Recherches pour servir a l’histoire naturelle du littoral de la France, ou, Recueil de mémoires sur l’anatomie, la physiologie, la classification et les mœurs des animaux des nos côtes: ouvrage accompagné de planches faites d’après nature” (AUDOUIN AND MILNE-EDWARDS, 1832).

Ainda na Europa, no início do século XX é publicado um dos primeiros livros britânicos sobre ecologia de costão rochoso, o “The Biology of Sea-shore”, contendo instruções sobre como realizar pesquisa no costão rochoso, além da descrição do padrão de distribuição vertical (zoneamento – termo utilizado na época) dos organismos encontrados (FLATTELEY & WALTON, 1926). Além disso destaca-se também um compilado de documentos essenciais contemplando toda a costa da França presentes no livro The Guides du Naturaliste, (BOURNÉRIAS *et al.*, 1983). Posteriormente, foram desenvolvidos trabalhos descritivos e livros clássicos sobre ecologia de costão rochoso com o intuito de propor um padrão de zonação baseado na distribuição vertical dos organismos, por exemplo: Between Pacific Tides – (RICKETTS & CALVIN, 1939), The Universal Features of Zonation Between Tide-Marks on Rocky Coasts – (STEPHENSON & STEPHENSON, 1949, 1972), The Ecology of Rocky Shores – (LEWIS, 1964) (HAWKINS *et al.* 2016).

Dentre os livros publicados nesta época, os STEPHENSON’S foram os que mais inspiraram em grande escala a descrição de zonação através do mundo (DAKIN 1953;

STEPHENSON AND STEPHENSON 1972; DAHL, 1952), dividindo o costão rochoso em zonas principais, partindo da parte superior à inferior baseando-se nos limites de distribuição dos organismos onde os termos clássicos: (*suprallitoral zone*; *suprallitoral fringe*, *midlittoral zone*, *infralittoral fringe* e *infralittoral zone*) foram definidos (COUTINHO & ZALMON, 2009).

Em 1961, LEWIS conceituou para a distribuição vertical dos organismos, o termo *zonação* como sendo um fenômeno biológico dentro de uma condição física do ambiente. Em seu trabalho posterior, em 1964, LEWIS considerou além dos níveis de maré e da distribuição dos organismos, o efeito da exposição às ondas em tempo real em sua proposta de classificação (MORENO & ROCHA, 2012). Sob esse prisma, o costão rochoso pode ser dividido em três zonas: *supralittoral*, que é a região superior, onde frequentemente ocorrem respingos de água; *médiolittoral*, abaixo do *supralittoral*, onde estão sujeitos a períodos alternados de total *emersão* ou *imersão* da água do mar; e *infralittoral*, que se estende desde o limite inferior do *médiolittoral* até o desaparecimento das *macroalgas* (COUTINHO *et. al.*, 2016). Na virada do século XX, ecólogos começaram a perceber uma gama de oportunidades que os costões rochosos forneciam para testar ideias e desenvolver a ciência. (HAWKINS *et. al.* 2016) e começaram a observar que os padrões de distribuição vertical local dos organismos descritos no século XIX se repetiam em costões rochosos mais distantes e, que não variava somente em função da altura da maré, mas também pela inclinação do costão, *sombreamento* e grau de exposição de ondas, indicando assim, a ideia de um padrão universal, o que poderia fornecer uma base de dados que pudesse ser comparada entre costões através do mundo (COUTINHO & ZALMON, 2009). Nas décadas posteriores foram realizados experimentos de laboratório a fim de compreender as causas dos padrões observados a partir da descrição do padrão de *zonação* realizada nos trabalhos clássicos (BAKER, 1910; BROEKHUYSEN, 1940).

Na Europa a partir da década de 50, foram estabelecidos cursos de campo e a *ilustração científica* (EALES, 1950; BARRATT and YONGE, 1958). Este foi o cenário para que mais trabalhos quantitativos detalhados em costões rochosos a nível de espécies incluindo sua distribuição, estrutura da população e ciclos reprodutivos fossem realizados (ORTON, 1929; MOORE, 1934; MOORE & KITCHING, 1939). Nas três décadas seguintes, o interesse em costões rochosos no hemisfério norte foi renovado por meio dos

trabalhos de CONNELL (1961) e PAINE (1966, 1969), utilizando o costão rochoso a fim de testar ideias e teorias de forma experimental (PAINE and VADAS, 1969; DAYTON, 1971; LUBCHENCO and MENGE 1978). Esta abordagem experimental foi rapidamente expandida para Austrália (UNDERWOOD 1975, 1978), Nova Zelândia (LUCKENS, 1976), Alemanha (REISE, 1985), África do Sul (BRANCH, 1976; GRIFFITHS, 1981) e Reino Unido LEWIS (1976), HARTNOLL & WRIGHT (1977) e HUGHES (1980a).

Além da abordagem experimental, foram realizados trabalhos a fim de monitorar populações em águas costeiras (LEWIS, 1976), medir os impactos antrópicos nos costões rochosos (SOUTHWARD & SOUTHWARD, 1978) e a utilização dos costões para desenvolver e testar teorias ecológicas procedeu as décadas de 1980 e 1990 (REISE, 1985; PAINE, 1994). A partir da virada do século XXI, a ênfase permaneceu no entendimento sobre os processos dinâmicos, agora com os ecólogos adicionando interações entre a oceanografia com fatores abióticos e a dinâmica da comunidade (REED et. al., 2016) bem como, a relação entre padrões e processos em diferentes escalas espaciais e temporais (GILLER *et al.* 1994; PINHO *et al.* 2016; HAWKINS *et al.*, 2016).

5.2. Histórico de ecologia bentônica nacional

Os primeiros trabalhos de ecologia bentônica no âmbito nacional podem ser considerados a partir da década de 1940 com a vinda de Felix Rawitscher para o Brasil e estão distribuídos nas três ecorregiões: Oriental Brasil, entre Salvador (BA) e Cabo Frio (RJ); Sudeste Brasil, entre Cabo Frio (RJ) e Florianópolis (SC); e Rio Grande, entre Florianópolis (SC) e Chuí (RS). Os primeiros locais a serem trabalhados foram os litorais dos municípios de Santos/SP, São Vicente/SP e Rio de Janeiro/RJ (COUTINHO *et al.*, 2016), inseridos na ecorregião Sudeste do Brasil (SPADING *et al.*, 2007).

Nesta época os trabalhos de ecologia caracterizavam-se por apresentar descrições qualitativas extensas, ricas em detalhes a respeito da comunidade bentônica valorizando aspectos gerais da comunidade, sem apresentar rigor metodológico (GHILARDI, 2007). Foram fundamentais para fornecer informações iniciais sobre a estrutura da comunidade, onde, abordava-se a distribuição vertical organismos a fim da busca de padrões (RIBEIRO, 2010).

A busca dos padrões se iniciou em 1944 com o trabalho de RAWITCHER, onde nomeou a região litorânea em três formações distintas: (i) litoral rochoso, (ii) litoral

arenoso e (iii) litoral limoso, fazendo uso do termo ‘zona’ (COUTINHO & ZALMON, 2009). A partir desta divisão, pode estratificar o litoral rochoso em zonas, destacando principalmente os gêneros: *Chaetomorpha* para a zona superior, *Colpomenia*, *Padina* e *Bostrychia* na zona das marés e *Sargassum*, *Codium*, *Laurencia* na zona inferior.

Em 1947, OLIVEIRA foi pioneiro nos estudos ecológicos por apresentar um perfil de distribuição vertical dos organismos baseado na nomenclatura em camadas de PRUVOT (Reino Unido), dividindo o médiolitoral em camadas (i) Cracas, (ii) Mexilhões e (iii) Chorões da região superior para a inferior. Neste perfil, a camada de Cracas que corresponde a faixa superior é ocupada pelos gêneros *Chthamalus*, *Balanus* e *Tetraclita*. A faixa intermediária a qual corresponde a camada de Mexilhões, ocupada pelos gêneros *Ostrea*, *Mytilus* e a camada de Chorões, que corresponde a faixa inferior é caracterizada pela presença de algas dos gêneros *Codium*.

Em 1957, JOLY publicou o primeiro trabalho considerado referência no que diz respeito aos trabalhos taxonômicos ficológicos no Brasil por possuir descrições detalhadas da flora ficológica marinha da Baía de Santos, descrevendo a distribuição das espécies em uma área bastante extensa (AMADO FILHO *et al.*, 2006). Neste trabalho, a distribuição vertical dos organismos da região superior é descrita a partir da presença dos gêneros de cianofíceas *Lyngya* e *Calothrix*, caracterizadas pela coloração azul escura e mais abaixo, a presença das cracas do gênero *Chthamalus*. Na região intermediária do médiolitoral, as algas dos gêneros *Chaetomorpha*, *Ulva* e *Neuralfsia* e as cracas dos gêneros *Balanus* e *Tetraclita*. Na região inferior, os tapetes de algas, podendo citar os gêneros mais abundantes (p. ex. *Amphiroa*, *Arthrocardia* e *Jania* como algas calcárias articuladas; *Hypnea*, *Centroceras*, *Ceramium* e *Sargassum* (JOLY, 1957).

Na década de 60, além de Santos e São Vicente, o município de Ubatuba torna-se um local de estudo em busca dos padrões a partir da distribuição vertical dos organismos a partir do primeiro trabalho realizado por NONATO & PÈRÉS com a finalidade comparar os padrões encontrados no mediterrâneo com os descritos no Brasil (GUILARDI, 2007), utilizando a nomenclatura de *supralittoral*, *midlittoral* e *infralittoral* anteriormente criada por STEPHENSON & STEPHENSON em 1972 (COUTINHO, 1995). Neste trabalho é descrita a presença em grande quantidade da craca do gênero *Chthamalus* na região superior do médiolitoral e na região intermediária a presença da craca do gênero *Tetraclita*. Já parte inferior do médiolitoral, descrita no trabalho como

infralitoral superior, a presença das algas calcárias articuladas dos gêneros *Jania* e *Amphiroa*, e das algas pardas do gênero *Sargassum*.

A partir da década de 70, é alterado o modo descritivo dos trabalhos aplicados à costões rochosos (GHILARDI, 2007). Anteriormente, os trabalhos duravam longos anos de observações e em mais de um local (p. ex. RAWITSCHER, 1944; JOLY, 1957), agora seguem como princípio apenas um local a ser amostrado (MURRAY *et al.*, 2006). O uso de um amostrador composto por uma linha imaginária ou faixa, utilizado nos sentidos horizontal e vertical, delimitado fisicamente por uma corda, chamado transecto, permitiu a verificação de padrões de zonation vertical e apresentou um ganho de tempo nas amostragens, que agora poderiam ser feitos em locais determinados, eliminando a necessidade de observar-se toda a região (RIBEIRO, 2010).

Como NONATO & PÈRES (1961), OLIVEIRA-FILHO & MAYAL (1976) realizaram seu trabalho no município de Ubatuba/SP, a fim de verificar a distribuição vertical sazonal dos organismos do médiolitoral utilizando transectos para descrever o local de estudo utilizando o termo “zonation”. Os resultados deste trabalho mostraram que a faixa superior do médiolitoral é caracterizada pela presença das cracas dos gêneros *Chthamalus* e *Tetraclita*, ambas em grande abundância e em faixas bem delimitadas ao longo do ano. A faixa intermediária do médiolitoral contém as algas pardas dos gêneros *Ectocarpus* e *Chnoospora* e verde do gênero *Chaetomorpha* e também as algas calcárias articuladas dos gêneros *Amphiroa* e *Jânia*. E a região inferior do médiolitoral caracterizada pela presença das algas pardas: *Sargassum* e *Ectocarpus*, verdes: *Colpomenia*, *Chaetomorpha* e *Ulva*, e vermelhas: *Hypnea*, *Centroceras* e *Ceramium*. A partir desta década, a terminologia passa a ser utilizada pelos pesquisadores brasileiros com clareza e como corpo teórico de referência na discussão dos registros encontrados das comunidades dos costões rochosos (RIBEIRO, 2010).

Uma novidade para a época foi a utilização de análises estatísticas multivariadas (Análise de componentes principais – PCA; non-Metric dimensional scaling – nMDS e análise de Cluster) utilizadas por MAGGS *et al.*, (1979) com colaboração de pesquisadores da Universidade de Oxford, com a finalidade de encontrar padrões de distribuição das comunidades marinhas bentônicas. Este trabalho foi muito relevante uma vez que no Reino Unido já havia informações sobre costões rochosos datados de 1900 e já se faziam uso da estatística anteriormente (MIESZKOWSKA *et al.*, 2005).

Posteriormente os estudos de ecologia bentônica no Brasil envolveram amostragens e métodos de análises estatísticas multivariadas como uma maneira interessante de investigação como visto em YONESHIGUE-VALENTIN (1988), onde o delineamento e suficiência amostral, a integração dos dados através das análises e a precisão dos dados se torna relevante (YONESHIGUE-VALENTIN & VALENTIN, 1992).

Até o início dos anos 2000, todo o conhecimento a respeito da ecologia de costões rochosos foi gerado a partir de experimentos restritos em pequenas escalas espaciais, acompanhando o movimento geral da ecologia em direção ao interesse por estudo de padrões que ocorrem nas grandes escalas (MORENO & ROCHA, 2012). É importante notar que estudos de biodiversidade, observacionais, e mais recentemente, os estudos experimentais tem prevalecido no país, porém, tem sido escasso os estudos relacionados às mudanças climáticas e de monitoramento de curto e longo prazo revelando uma necessidade da realização deste tipo de estudo na costa brasileira (COUTINHO *et al.*, 2016).

5.3. Mudanças Climáticas

Os costões rochosos estão sujeitos ao aumento das pressões ambientais oriundo das mudanças climáticas relacionados aos impactos humanos e suas consequências indiretas em escalas espaciais locais e regionais (HAWKINS *et al.*, 2013a,b; MIESZKOWSKA *et al.*, 2014; SMALE and VANCE, 2015), resultando em ameaças de grande complexidade com consequente redução na biodiversidade. (FRASCHETTI *et al.*, 2008). Condições ambientais extremas tem o potencial para ter efeitos significativos nas comunidades de médiolitoral (FIRTH and WILLIAMS, 2009; FIRTH *et al.* 2011; WETHEY *et al.* 2011; SMALE and WERNBERG, 2013; SMALE and VANCE, 2015). Estes efeitos devem ocorrer nos ecossistemas bentônicos de substrato consolidado que ocupam áreas extensas das regiões costeiras e da plataforma continental do litoral do litoral Atlântico da América do Sul (TURRA *et al.*, 2013).

Trabalhos recentes vêm documentando os impactos das mudanças climáticas nos organismos do médiolitoral como invertebrados e algas que ficam expostos a condições aéreas diárias durante a maré baixa (HELMUTH *et al.*, 2006). Esta vulnerabilidade as condições aéreas provocam fortes respostas que pode resultar em alterações na distribuição vertical, estrutura e funcionamento (HELMUTH *et al.*, 2006; SIMKANIN *et*

al., 2005; HAWKINS *et al.*, 2009, 2013a). Além destas respostas, diversas outras mudanças são consideradas críticas, como o aumento na movimentação da água do mar, do seu nível médio, redução do pH ou alterações nutricionais (MIESZKOWSKA *et al.*, 2013). Alterações biológicas são esperadas e entre as possíveis fontes indiretas de impacto estão o aparecimento e desenvolvimento de espécies exóticas e invasivas, bem como os “blooms” de algas tóxicas (BERCHEZ *et al.*, 2008), podendo alterar a distribuição espacial de espécies nativas, de modo que regiões biogeográficas (SPALDING *et al.*, 2007), historicamente conhecidas, poderiam também ser afetadas a nível global (STACHOWICZ *et al.*, 2002; IRIGOYEN *et al.*, 2005). Destes, o que possivelmente tem maior importância em curto prazo para os ambientes de costão rochoso da região sul do continente americano talvez seja o aumento da intensidade e frequência de distúrbios relacionados a eventos extremos de movimentação da água do mar relacionados principalmente a entrada de frentes frias. (BERCHEZ *et al.*, 2008; MACHADO *et al.*, 2010).

Estudos ecológicos recentes publicados no Brasil (BERCHEZ, 2009; AMADO FILHO *et al.*, 2007; AMADO-FILHO *et al.*, 2010) embora de grande importância, não dão ideia sobre qual a variação da estrutura das comunidades bentônicas, pois não há dados pretéritos para comparação. Uma situação similar ocorre em todo o Atlântico Sudoeste, onde os estudos sobre os padrões de distribuição e abundância de espécies são espaçadas temporal e espacialmente (ORENSANZ *et al.*, 2002; CRUZ-MOTTA *et al.*, 2010).

5.4. Monitoramento

Projetos de monitoramento por definição, são aqueles que envolvem amostragens repetidas de parâmetros medidos através do tempo (MURRAY *et al.*, 2006). Dentre quatro tipos de monitoramento: (i) linhas de base; (ii) impacto; (iii) ecológico e (iii) padrões e processos. O ecológico é o mais comum entre eles (MURRAY *et al.*, 2006). Entretanto, raramente os estudos ecológicos se estendem por longos períodos, podendo abordar características estruturais da comunidade (GRAY, 1980).

De acordo com Murray *et al.*, (2006), para que o monitoramento seja realizado de forma efetiva, deve-se seguir quatro requisitos:

- (i) os projetos de monitoramento devem ser desenvolvidos por longos períodos e delineados para levar em conta a variabilidade natural do sistema biológico;
- (ii) no monitoramento, deve-se utilizar os melhores conceitos ecológicos disponíveis;
- (iii) os dados coletados devem ser consistentes e bem documentados, de maneira a garantir a continuidade e a confiabilidade requeridas;
- (iii) o monitoramento deve ser planejado para que a detecção de alterações e impactos possa ser baseada em estatística.

A grande vantagem de monitorar substrato consolidado é a possibilidade de retornar no mesmo local e utilizar métodos não-destrutivos (GRAY, 1980) por exemplo, com a utilização de transectos de linha (GREIG-SMITH, 1983), quadrados (ENGEMAN *et al.*, 1994), fotoquadrados e vídeos (MURRAY *et al.*, 2006). O conhecimento da história natural e da dinâmica de longo prazo dos sistemas costeiros também é essencial para contextualizar experimentos de curto prazo e destaca a necessidade de considerar escalas espaço-temporais (WAHL *et al.* 2016).

Entretanto, há poucos projetos de monitoramento de longo prazo em escala de comunidade existentes no Brasil, podendo citar apenas o monitoramento das comunidades de recifes de corais região de Abrolhos/BA em andamento há quinze anos detectando eventos de branqueamento e doenças dos corais associados a anomalias térmicas da água do mar de longa duração (LEÃO *et al.*, 2010). Para reverter este quadro, vêm sendo incentivados projetos e metodologias baseados em réplicas relacionadas a estudos que (i) investiguem as consequências de mudanças climáticas em zonas costeiras, através do estabelecimento de estações de monitoramento de longo prazo, (ii) permitam a detecção precoce de alterações por meio de previsões futuras, e (iii) adotem medidas adequadas de mitigação ou adaptação (COPERTINO *et al.*, 2010).

Em escala continental, também há poucas estações de monitoramento, sendo os mais antigos localizados na costa central do Chile, como a Área de Proteção Ambiental Marinha da Estação Biológica de Las Cruces, criado em 1982 (NAVARRETE *et al.*, 2010), na ecorregião denominada Channels and Fjords of Southern Chile (SPALDING *et al.*, 2007). Foram realizados no local monitoramentos iniciais ao longo da costa relacionados a estudos de base, de composição (MANSILLA *et al.*, 2012) e de fenologia de algas e invertebrados marinhos (OJEDA *et al.*, 2014, 2015). Em paralelo, foram realizados projetos de monitoramento climático prolongado (CONTADOR *et al.*, 2015)

e monitoramento em relação a distribuição dos organismos de médiolitoral entre 1998 e 2000 (RIVADENEIRA & FERNANDEZ, 2005). Em escala global, por exemplo, podemos citar o estudo da variação espacial em comunidades de costão rochosos ao redor do mundo sendo realizado pelo Projeto NaGISA (CRUZ-MOTTA *et al.*, 2010).

Entre os tipos de monitoramento, os de linhas de base também são importantes pois, são realizados com pouca frequência e caracterizados por gerar informações sobre o status atual de uma ou diversas populações ou comunidade na ausência de dados prévios e/ou históricos do local, através da comparação de parâmetros medidos com dados obtidos na literatura ou de outras áreas de estudo (CRAPP, 1973; CROTHERS, 1976; MOYSE & NELSON-SMITH, 1963, NELSON-SMITH, 1967).

Os dados podem ser utilizados para produzir um registro das condições iniciais antes de prosseguir, por exemplo, com desenvolvimento costeiro, a criação de uma área marinha protegida ou para prever o impacto de tais atividades. Outro ponto a favor dos estudos de linhas de base é que este tipo de monitoramento estabelece os dados-base para as populações ou comunidades biológicas contra alterações que podem ser medidas no futuro (MURRAY *et al.*, 2006).

No Brasil, a Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros (ReBentos) foi criada com o intuito de detectar precocemente os efeitos das mudanças ambientais regionais e globais sobre a biodiversidade desses ambientes, bem como permitir a realização de previsões, tornando-se possível a adoção de medidas adequadas de mitigação ou adaptação, dando início a uma série histórica de dados ao longo da costa brasileira (TURRA *et al.*, 2011). Esta série histórica de dados vai de encontro com a tendência atual dos artigos de monitoramento de longo prazo realizados ao redor do mundo pois, uma vez que extensos conjuntos de dados coletados através do tempo tornem-se disponíveis, metanálises e previsões futuras podem ser realizadas. (BURROWS *et al.*, 2011, 2014).

Esta abordagem tem sido fundamental para uma melhor e mais ampla compreensão sobre as alterações climáticas nos ecossistemas terrestres e marinhos, além de fornecer insights sobre padrões biogeográficos e suas interações com mesoescala e processos locais (BURROWS *et al.*, 2008; HAWKINS *et al.*, 2013), sendo ideal para o mapeamento em larga escala de distribuição das espécies. Essa abordagem tem sido mantida em programas observacionais, por exemplo, o Projeto MarClim, no Reino Unido

(SIMKANIN *et al.*, 2005; MIESZKOWSKA *et al.*, 2007).

As análises destas e de outras séries temporais de longo prazo, realizadas ao redor do mundo, aumentaram a capacidade de gerar hipóteses sobre o futuro status das macroalgas de médiolitoral em oceanos mais quentes e mais ácidos (BRODIE *et al.*, 2014), bem como elaborar estruturas matemáticas mais formais, incluindo novos modelos dinâmicos de distribuição de espécies, que devem ser desenvolvidos a fim de utilizar estes dados categóricos para prever futuras extensões biogeográficas para o médiolitoral dos costões rochosos sob diferentes parâmetros climáticos (MIESZKOWSKA *et al.*, 2013). Além disso, métodos quantitativos, tais como a utilização de quadrados, têm sido utilizados durante várias décadas nos costões rochosos a fim de determinar a abundância das espécies e fornecer insights únicos sobre as oscilações na dominância de espécies de diferentes origens térmicas em resposta ao aquecimento e resfriamento do clima local e regional (SOUTHWARD *et al.*, 1995; MIESZKOWSKA *et al.*, 2014b), alimentando a modelagem preditiva de cenários futuros. (POLOCZANSKA *et al.*, 2008).

A exigência de estudos e experimentos de escala local devidamente replicados está aumentando a demanda globalmente. Esta demanda deve-se ao reconhecimento de que os modelos baseados em processos são susceptíveis de fornecer as ferramentas de previsão mais precisas para a futura mudança climática (ELITH e LEATHWICK, 2009). Além disso, dados experimentais e de levantamento podem ser usados em projetos hierárquicos para determinar o papel dos fatores abióticos em curto prazo e o clima em escala de décadas, na definição das respostas das espécies à mudança global (SMALE e WERNBERG, 2013).

Uma colaboração mais estreita entre pesquisadores de disciplinas ecológicas e de modelagem é necessária para fornecer uma maior integração com a qual se possa determinar os impactos dos fatores ambientais sobre organismos, populações, espécies, comunidades e ecossistemas (HELMUTH *et al.*, 2011). Estudos e observações de longo prazo estão se tornando cada vez mais utilizados na área da ciência aplicada, determinando a localização e extensão, status ecológico e valor econômico ou ecológico dos ecossistemas naturais e impactos das atividades humanas para políticas públicas (HAWKINS *et al.*, 2016).

A integração entre práticas científicas, dados quantitativos robustos com o uso de metodologia repetitiva é fundamental para monitorar a saúde do ecossistema e aumentar

a conscientização sobre a importância de espécies bioindicadoras (CARBALLO & NARANJO, 2002) a fim de monitorar, habitats e ecossistemas para estabelecer as linhas de base para prever os impactos associados aos ecossistemas marinhos (HAWKINS *et al.*, 2016).

6. Justificativa

No Parque Estadual da Ilha Anchieta existem estudos ecológicos pretéritos de povoamento (GHILARDI, 2007) e de padrões de estruturação da comunidade bentônica (RIBEIRO, 2010) que contribuem para a realização do trabalho. E devido à escassez de estudos de monitoramento de longo prazo e a inexistência dos mesmos na região do médiolitoral de costão rochoso na região Sudeste do Brasil, a relevância do projeto está na implementação de uma estação de coleta de dados locais e consequente monitoramento relativos ao costão rochoso. Os estudos de monitoramento são de suma importância para: (i) coletar e gerar informações (linhas de base) sobre possíveis alterações na biodiversidade da comunidade bentônica, (ii) prever e mensurar os efeitos das mudanças climáticas, permitindo, a partir da análise do status da biodiversidade, distribuição de organismos e caracterização da comunidade, um alerta precoce acerca de eventuais alterações e a tomada das melhores ações de mitigação ou adaptação do habitat.

7. Objetivos gerais

(i) A instalação de uma estação de monitoramento de longo prazo no médiolitoral do costão rochoso à direita da Enseada de Palmas, no Parque Estadual da Ilha Anchieta, localizada no município de Ubatuba, São Paulo, seguindo as diretrizes do “Protocolo de Médiolitoral para Monitoramento de Comunidades de Costão Rochoso” (COUTINHO *et al.*, 2016).

(ii) A caracterização inicial da comunidade bentônica presente no local e a obtenção dos dados referentes as amostragens em dois períodos do ano contrastantes (inverno de 2014 e verão de 2015), gerando dados de linhas de base a serem comparados no decorrer do processo de monitoramento como parte das ações do GT-Costões da ReBentos.

7.1. Objetivos específicos e hipóteses

H1: *O padrão de zonação do costão estudado é semelhante ao encontrado nos trabalhos publicados em costões rochosos localizados na mesma ecorregião de estudo;*

Caracterização do padrão de zonação a partir da distribuição vertical das unidades operacionais (UO) dominantes distribuídas em três faixas horizontais (superior, intermediária e inferior) localizadas na zona do médiolitoral do costão rochoso.

H2: *Há alteração na posição de colonização, abundância dos organismos e alteração da largura das faixas de dominância no médiolitoral do costão em relação aos fatores coleta e período do ano;*

Detectar variação sazonal no recobrimento percentual e na largura das faixas das unidades operacionais dominantes a partir de dois fatores estudados: coletas e período do ano.

8. Material e métodos

8.1. Local de Estudo

O estudo foi realizado no costão direito da Enseada das Palmas, entre as praias do Presídio e Engenho, localizado no Parque Estadual de Ilha Anchieta, litoral norte do Estado de São Paulo (23° 32'S, 45° 03'W) (Figura 1). A Ilha Anchieta é a segunda maior ilha do Estado de São Paulo, com uma área total de 824 hectares. A ilha tornou-se Parque Estadual dia 29 de março de 1977, através do decreto 9.629 de acordo com o artigo 5° da Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965. Está integrada à rede de Unidades de Conservação administradas pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo através do Instituto Florestal. A ilha se adequa aos critérios previstos no protocolo da Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros (COUTINHO *et al.*, 2015): (i) Ambientes protegido ou moderadamente protegido; (ii) Locais voltados para o N-NE que recebam incidência de luz; (iii) Inclinação intermediária (45 a 65°); (iiii) Distantes de saídas permanentes de água doce; evitar fendas, poças, locais sombreados; (iiiii) Priorizar locais próximos de estações meteorológicas, maregráficas e oceanográficas.

Figura 1. Local de estudo. Médiolitoral do costão direito da Enseada de Palmas, Parque Estadual da Ilha Anchieta, Ubatuba – São Paulo. O local foi amostrado (n = 3) em dois períodos amostrais distintos correspondendo ao inverno de 2014 e verão de 2015.

8.2. Delineamento Amostral

A partir do primeiro objetivo específico a fim de caracterizar o padrão de zonação *do costão estudado*, foram identificadas três faixas principais dentro da zona de marés, uma próxima ao nível máximo de maré (faixa superior), uma segunda na parte central do médiolitoral, (faixa intermediária) e uma terceira próxima ao limite inferior de maré (faixa inferior). Ao longo de cada faixa, foi estendido uma trena da qual foram sorteados 5 pontos (Figura 2) onde foram inseridos chumbadores, para fixar o local de coleta dos elementos amostrais fotoquadrados (Figura 3) por faixa e assim, facilitar a localização dos pontos em amostragens futuras. Foi estipulado que a orientação do primeiro chumbador está na parte superior esquerda dos quadrados de dimensões 10 x 10 cm e 25 x 25 cm. A fim de evitar rotação do quadrado nas próximas amostragens e consequentemente viés dos dados, foi colocado um segundo chumbador na sua parte inferior esquerda, com a finalidade de mantê-lo na mesma posição.

A partir do segundo objetivo específico a fim de *detectar variação sazonal no recobrimento percentual e na largura das faixas* foram escolhidos aleatoriamente dentro do mesmo domínio amostral cinco transecções verticais. Para cada transecção foram inseridos dois chumbadores $\frac{3}{4}$ com 10 mm de diâmetro de furo, os chumbadores superiores localizam-se acima da faixa superior e os inferiores são os mesmos da faixa inferior, ambos dentro da zona de marés.

O local foi amostrado em dois períodos anuais correspondendo às estações inverno de 2014 e verão de 2015, com replicação aleatória ($n = 3$). As amostragens correspondentes ao inverno foram realizadas nos períodos aleatoriamente sorteados de junho, julho e setembro, enquanto as amostragens referentes ao verão foram realizadas nos meses de março e abril.

Figura 2. Esquema da disposição dos elementos amostrais em três faixas horizontais e nas cinco faixas verticais (azul) no médiolitoral. Faixa superior (branca); faixa intermediária (vermelha) e faixa inferior (amarela).

Figura 3. Elementos amostrais (fotoquadrados) nas faixas superior (A), intermediária (B) e inferior (C).

8.3. Determinação do recobrimento percentual

Foram utilizados métodos clássicos de monitoramento, baseados em (MURRAY *et al.*, 2006), segundo os protocolos da ReBentos (COUTINHO *et al.*, 2015), que preveem uma estratégia do tipo “Baseline Studies” a fim de se obter informações sobre a composição atual e detectar possíveis alterações na comunidade biológica em dois períodos anuais distintos. Os resultados serão utilizados para dar início a um monitoramento de longo prazo gerando uma série histórica de dados, sendo uma consideração importante em estudos de médio-litoral de costões rochosos, por possuírem amostras restritas aos mesmos pontos – amostragem dependente, e, sendo analisadas uma ou mais vezes através do tempo (MURRAY *et al.*, 2006) a fim de relacionar com os eventos bem conhecidos, como as mudanças climáticas (HAWKINS and HARTNOLL, 1983).

Foram utilizadas espécies dominantes e assembleias de espécies como unidades operacionais que representem padrões de ocupação do espaço relacionados à habitats específicos (PITTMAN *et al.*, 2011). Esta estratégia conceitual está ligada também ao descritor primário a ser utilizado, o recobrimento percentual, ou que preencha 80% de cobertura, que fornece informações relativas à repartição espacial pelos diferentes organismos ou assembleias.

Os elementos amostrais (fotoquadrados) foram constituídos por imagens obtidas utilizando-se câmera SONY Cyber-shot DSC-TX30, com zoom óptico de 5x, e 18,2 megapixels de resolução. A dimensão dos elementos amostrais quadrados utilizados para a obtenção das estimativas dos organismos *in loco* e obtidas nas fotos através do software photoQuad (TRYGONIS & SINI, 2012) foram de 10 x 10 cm na faixa superior e de 25 x 25 cm nas faixas intermediária e inferior.

O descritor primário é o recobrimento percentual, obtido de forma indireta através da determinação da presença de organismos em pontos sorteados dentro da imagem - Random Point Quadrat (DETHIER *et al.*, 1993). As faixas a partir da primeira amostragem se tornaram fixas a fim de reduzir a variabilidade entre as amostras que pudessem confundir a variação espacial com mudanças temporais. Para a avaliação quantitativa, foi considerado o recobrimento percentual médio das espécies dominantes de cada faixa a partir das três coletas nos períodos do inverno de 2014 e verão de 2015.

Com a impossibilidade de identificação de alguns organismos presentes no

elemento amostral, foram realizadas coletas de poucos indivíduos acondicionados em embalagens com lacre, e identificadas com a data da coleta, local, setor e ponto onde foram coletadas, facilitando a caracterização da amostra, pois esta pode ser diferente dos dados obtidos da estimativa *in loco*. Em seguida, foram fixadas em formol 4% diluído em água do mar. As embalagens foram colocadas em baldes com tampa hermeticamente fechados e levados ao laboratório de algas marinhas “Édison José de Paula” localizado no Instituto de Biociências da USP para identificação, onde os organismos são lavados em água corrente até a retirada do excesso de formol.

Todas as identificações foram revisadas e atualizadas pelos trabalhos de Wynne (2011) e revisadas por especialistas. Devido as espécies (*Jania rubens* e *Amphiroa beauvoisii* J. V. Lamour.) ocorrem em associação na faixa inferior, a nomenclatura utilizada para a identificação foi Algas Calcárias Articuladas. Para a conferência da nomenclatura de cada unidade operacional encontrada foram utilizados o banco de dados Algaebase e o Word Register of Marine Species (WoRMS).

8.3. Análise de Dados

Para responder o primeiro objetivo específico de que *‘caracterizar o padrão de zonação do costão estudado é semelhante ao encontrado nos trabalhos publicados em costões rochosos localizados na mesma ecorregião de estudo’* foi através do descritor primário (recobrimento percentual) das unidades operacionais (UO) dominantes em cada faixa por meio do software photoQuad (TRYGONIS & SINI, 2012) através da aleatorização de 50 pontos em cada fotoquadrado (Figura 4).

Para melhor identificação das unidades operacionais nas imagens no software photoQuad, foi identificada somente a cobertura primária dos elementos amostrais, sendo descartada a cobertura secundária. Em cada fotoquadrado foram consideradas as unidades operacionais dominantes ou conjunto de organismos que somados correspondam 80% de cobertura (COUTINHO *et al.*, 2015).

Para responder o segundo objetivo específico de se *‘Há alteração na posição de colonização, abundância dos organismos e alteração da largura das faixas de dominância no médiolitoral do costão estudado em relação aos fatores coleta e período do ano’* foi realizada ANOVA two way para dados repetidos através do software STATISTICA 13, onde as unidades operacionais (UO) foram tratadas como variáveis dependentes e os dois fatores (coleta e período do ano) como variáveis categóricas. A fim de determinar se há diferenças significativas e a sua origem dentro de um conjunto de dados foi realizado o teste *a posteriori* de comparação par-a-par de Newman-Keuls (WINER, MICHELS & BROWN, 1991).

Análises multivariadas (Cluster, nMDS e PCA) foram realizadas através do software PRIMER 6 (CLARKE & GORLEY, 2006). A análise de Cluster hierárquico unida a análise de perfis de similaridade (SIMPROF) (CLARKE *et. al.*, 2008) foi realizada com a finalidade de verificar a similaridade entre todos os elementos amostrais nas coletas e períodos estudados (inverno 2014 e verão 2015). A análise *Non-metric multidimensional scaling* (nMDS) baseada no índice de similaridade de Bray-Curtis (BRAY and CURTIS, 1957) foi realizada com o propósito de visualizar a presença de agrupamentos entre todos os elementos amostrais referentes as coletas e aos períodos a partir da similaridade entre eles. A análise de componentes principais (PCA) através da matriz de variancia-covariancia foi realizada com o propósito de avaliar quais são as

unidades operacionais mais relevantes entre os elementos amostrais de cada faixa.

Para determinar se há variação na largura das faixas das unidades operacionais dominantes entre coletas ou entre períodos (inverno e verão) foi empregada a análise de variância ANOVA two way para dados dependentes através do software STATISTICA 13 e testes *a posteriori* de Newman-Keuls com ($p < 0,05$) para o fator significativo.

Figura 4. Software photoQuad com aleatorização de 50 pontos em um fotoquadrado da faixa intermediária. No box a direita localiza-se a listagem inicial de organismos para a identificação. Após a identificação de todos os pontos, o software gera um gráfico de porcentagem (box da esquerda).

9. Resultados

9.1. Distribuição dos organismos por faixas

No costão direito da Enseada das Palmas foram quantificados quinze fotoquadrados fixos distribuídos em três transectos horizontais correspondentes a três níveis verticais da comunidade de médiolitoral, contendo um total de quinze unidades operacionais dominantes (Tabela 1). As linhagens representadas foram Bactéria (Cyanophyta), Archeplastida (Rhodophyta e Chlorophyta), Stramenopilas (Ochrophyta) e Opisthokontes (Arthropoda, Mollusca e Porifera). Foram observados espaços vazios os quais foram definidos como unidade operacional (UO) “Espaço vazio”.

A região superior do médiolitoral denominada de faixa superior, foi caracterizada por *Chthamalus bisinuatus* (Pilsbry, 1916) ocorrendo em ambos períodos amostrados em conjunto com Cianobactéria, cuja presença foi observada apenas no verão 2015. A região intermediária do médiolitoral que corresponde à faixa intermediária, caracterizada pela presença da craca *Tetracelata stalactifera* (Lamarck, 1818), apresentou uma maior diversidade de organismos em relação às demais faixas amostradas. Ambas as faixas: intermediária e a faixa inferior, foram predominantemente definidas pela associação das algas vermelhas *Amphiroa beauvoisii* J. V. Lamouroux e *Jania rubens* (Linnaeus) J.V. Lamouroux, denominada como “Algas Calcárias Articuladas”, ocorrendo em ambos períodos amostrados.

Em relação a faixa intermediária, as UO *Tedania ignis* (Duchassaing & Michelotti, 1864), ‘Ectocarpales’, *Brachidontes* sp. e *Isognomon bicolor* (C.B. Adams 1845) ocorreram com recobrimento percentual médio abaixo de 5%. Tratando-se da unidade operacional ‘Ectocarpales’, durante a identificação no laboratório, apenas se chegou ao nível taxonômico Ordem devido a esta alga apresentar-se em tufo diminutos na coleta no costão e, pela ausência de estruturas férteis quando coletados. Tratando-se da faixa inferior, as UO *Colpomenia sinuosa* (Roth) Derbès & Solier, *Padina gymnospora* (Kützinger) Sonder, *Isognomon bicolor* (C.B. Adams 1845) e *Laurencia dendroidea* J. Agardh ocorreram com menos de 5% de recobrimento percentual médio em ambos períodos.

Tabela 1. Unidades operacionais presentes no médiolitoral do costão direito da Enseada de Palmas em dois períodos anuais (inverno e verão) e sua distribuição nas faixas superior, intermediária e inferior. Inv – Inverno e Ver – Verão.

Unidades Operacionais	Linhagem	Divisão	Ordem	FX1		FX2		FX3	
				INV	VER	INV	VE R	INV	VE R
<i>Amphiroa beauvoisii</i> J. V. Lamour	Archeplastida	Rhodophyta	Corallinales			X	X	X	X
<i>Jania rubens</i> (Linnaeus) J. V. Lamouroux	Archeplastida	Rhodophyta	Corallinales			X	X	X	X
<i>Laurencia dendroidea</i> J. Agardh	Archeplastida	Rhodophyta	Ceramiales					X	
<i>Cyanobacteria</i>	Bacteria	Cyanophyta	-		X				
<i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harvey	Archeplastida	Chlorophyta	Cladophorales			X	X		
<i>Sargassum vulgare</i> C. Agarth	Stramenopilas	Ochrophyta	Fucales			X	X	X	X
<i>Colpomenia sinuosa</i> (Mertens ex Roth) Derbès & Solier	Stramenopilas	Ochrophyta	Scytosiphonales					X	
<i>Padina gymnospora</i> (Kützinger) Sonder, 1871	Stramenopilas	Ochrophyta	Dictyotales					X	
‘Ectocarpales’	Stramenopilas	Ochrophyta	Ectocarpales			X	X	X	X
<i>Brachidontes sp.</i>	Opisthokontes	Mollusca	Mytilida			X	X		
<i>Isognomon bicolor</i> (C.B. Adams 1845)	Opisthokontes	Mollusca	Ostreida				X		X
<i>Chthamalus bisinuatus</i> (Pilsbry, 1916)	Opisthokontes	Arthropoda	Sessilia	X	X				
<i>Tetraclita stalactifera</i> (Lamarck, 1818)	Opisthokontes	Arthropoda	Sessilia			X	X		
Esponja Branca	Opisthokontes	Porifera	-			X	X		
<i>Tedania (Tedania) ignis</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	Opisthokontes	Porifera	Poecilosclerida			X	X	X	X

9.2. Análise Univariada - Recobrimento percentual

A análise de variância ANOVA two way para dados repetidos foi aplicada para os dados de recobrimento percentual médio (RPM) de todas as unidades operacionais (UO). Na faixa superior, *Chthamalus bisinuatus* não apresentou diferenças significativas entre as amostragens para o fator coleta ($F = 0,18$ e $p = 0,832$) e para o fator período do ano ($F = 3,60$ e $p = 0,090$), obtendo 19,8% de recobrimento percentual médio (RPM) entre as coletas do inverno 2014 e 13% para as coletas do verão 2015 (Figura 5a).

Espaço vazio também não apresentou diferenças significativas para ambos fatores, coleta ($F = 0,814$ e $p = 0,47$) e período do ano ($F = 0,615$ e $p = 0,45$), apresentando 80,1% de recobrimento percentual médio referente às coletas do inverno 2014 e 74,3% no verão 2015 (Figura 5b). Já a unidade operacional Cianobactéria apresentou diferenças significativas ($F = 7,02$ e $p = 0,016$) para o fator período do ano, apresentando 12,6% de RPM entre as coletas do verão de 2015, uma vez que não foi registrada a ocorrência da unidade operacional no inverno de 2014 (Figura 5c).

Na faixa intermediária, a UO Algas Calcárias Articuladas apresentou diferenças significativas ($F = 34,12$ e $p = 0,0011$) para o fator período do ano, variando de 7,5% de RPM referente as coletas do inverno 2014 para 63,2% para as coletas verão 2015. O teste *a posteriori* de Newman-Keuls para esta UO revelou que o fator período do ano foi significativo ($p = 0,00132$) e indicando seis diferenças: ($Ic1 \neq Vc1$ $p = 0,031$; $Ic1 \neq Vc2$ $p = 0,020$; $Ic2 \neq Vc1$ $p = 0,015$; $Ic1 \neq Vc3$ $p = 0,024$; $Ic3 \neq Vc1$ $p = 0,018$ e $Ic3 \neq Vc2$ $p = 0,035$) (Figura 6a).

Espaço vazio também apresentou diferenças significativas apenas para o fator período ($F = 25,80$ e $p = 0,0022$), variando de 46,8% de RPM para as coletas do inverno 2014 para 8,4% no verão 2015. O teste *a posteriori* de Newman-Keuls revelou que para esta UO o fator período do ano foi significativo ($p = 0,0024$), onde houve três diferenças ($Ic2 \neq Vc1$ $p = 0,008$; $Ic2 \neq Vc2$ $p = 0,044$ e $Ic2 \neq Vc3$ $p = 0,015$) (Figura 6b).

Tetracilita stalactifera, apresentou diferenças significativas apenas para o fator período ($F = 8,29$ e $p = 0,028$), variou de 30,8% de recobrimento percentual médio referentes ao inverno de 2014 para 14,2% no verão 2015. O teste *a posteriori* Newman-Keuls revelou para esta unidade operacional duas diferenças significativas entre as estações, ($Ic2 \neq Vc1$ $p = 0,025$; $Ic3 \neq Vc1$ $p = 0,013$) (Figura 6c).

Em relação a faixa inferior, a unidade operacional Algas Calcárias Articulas não apresentou diferenças significativas para os fatores coleta ($F = 0,44$ e $p = 0,54$) e período ($F = 0,03$ e $p = 0,85$), variando de 70,6% de recobrimento percentual médio no inverno 2014 para 73% no verão 2015 (Figura 7a). *Sargassum vulgare* também não apresentou diferenças significativas para ambos fatores: coleta ($F = 2,17$ e $p = 0,213$) e período do ano ($F = 2,32$ e $p = 0,202$), variando de 27% de RPM no inverno 2014 para 13,3% no verão 2015 (Figura 7b).

Figura 5. Variação nas médias entre coletas e períodos das unidades operacionais (UO) (a) *Chthamalus bisinuatus*; (b) Espaço vazio e (c) Cianobactéria presentes na faixa superior do médiolitoral do costão rochoso. As diferenças significativas entre as coletas e estações foram calculadas a partir do teste *a posteriori* de Newman-Keuls. Os números indicam as diferenças significativas entre pares de coletas e entre períodos. (Linhas verticais representam o intervalo de confiança $p = 0,05$).

Figura 6. Variação nas médias entre coletas e períodos das unidades operacionais (UO) (a) Algas Calcárias Articuladas; (b) Espaço vazio e (c) *Tetraclita squamosa* presentes na faixa Intermediária do médiolitoral do costão rochoso do Parque Estadual da Ilha Anchieta. As diferenças significativas entre as coletas e estações foram calculadas a partir do teste *a posteriori* de Newman-Keuls. Os números indicam as diferenças significativas entre pares de coletas e entre períodos. (Linhas verticais representam o intervalo de confiança $p = 0,05$).

Figura 7. Variação nas médias entre coletas e períodos para as unidades operacionais (UO) (a) Algas Calcárias Articuladas; (b) *Sargassum vulgare* presentes na faixa inferior do médiolitoral do costão rochoso do Parque Estadual da Ilha Anchieta. (Linhas verticais representam o intervalo de confiança $p = 0,05$).

9.3. Análise Multivariada – Recobrimento Percentual

As análises de Cluster, nMDS e de Componentes principais (PCA) são apresentadas em sequência, por faixa. A análise de Cluster baseada no índice de similaridade de Bray-Curtis unida à análise de perfis de similaridade (SIMPROF) revelou quais elementos amostrais (EA) são mais similares entre si.

Na Análise de Cluster (Figura 8a), os elementos amostrais presentes na faixa superior apresentaram similaridade acima de 80% entre si. Não foram observados agrupamentos unindo amostras de um mesmo ponto, coleta e entre períodos (inverno 2014 e verão 2015). Ao contrário, os agrupamentos observados ocorreram misturando pontos, coletas e período, indicando não existirem diferenças entre eles.

Observando-se em mais detalhes em relação ao fator período, houve apenas três agrupamentos entre EA de um mesmo período (similaridade entre 83 a 89%), mas houveram quatro agrupamentos de elementos amostrais períodos diferentes, o que demonstra que os elementos amostrais de um período são similares a outro, (similaridade entre 95 e 100%). Há também sete casos de similaridade 100%. Isto ocorreu devido a esta faixa ser caracterizada predominantemente por *Chthamalus* e Cianobactéria, ambos em pequena quantidade, enquanto Espaço vazio apresentou alto valor de recobrimento percentual médio nos dois períodos amostrados.

A análise de nMDS baseada no índice de similaridade de Bray-Curtis para a faixa superior (Figura 9b) revelou que a maioria dos elementos amostrais do inverno 2014 e do verão 2015 se agruparam, restando sete elementos amostrais do verão 2015 e três do inverno 2014 dispersos (outliers). O agrupamento observado não segrega pontos, coletas ou período, confirmando o observado na Análise de Cluster.

A Análise de Componentes Principais (PCA) relacionada à faixa superior (Figura 9c) identificou os mesmos grupos formados na análise de nMDS, indicando que o vetor que corresponde a Espaço vazio definiu o agrupamento mais denso de elementos amostrais de ambos os períodos. O vetor correspondente a unidade operacional Cianobactéria definiu os elementos amostrais pertencentes ao verão 2015, uma vez que esta UO só ocorreu neste período. Já o vetor relacionado a UO *Chthamalus* agrupou os elementos amostrais dispersos (p1 e p3 - outliers) referentes ao período do inverno 2014.

Figura 8. Análises de Cluster (a), nMDS (b) e de Componentes principais (PCA) (c) relacionadas a faixa superior. Na análise de Cluster, linhas vermelhas estão relacionadas a análise de perfis de similaridade (SIMPROF). No nMDS, círculos azuis (inverno) e quadrados vermelhos (verão). I (elementos amostrais - inverno), V (elementos amostrais - verão). Números de 1 a 3 (referentes às coletas) e p (pontos). PCA, CIANO (Cianobactéria), ESPV (Espaço vazio) e CHTH (*Chthamalus bisinuatus*).

Em relação a faixa intermediária, a análise de Cluster (Figura 10a) revelou que entre EA de um mesmo período, a similaridade é alta, variando entre 80 a 100%. Entretanto, a similaridade quando comparada entre os elementos amostrais de diferentes períodos é menor, cerca de 65%. Agrupamentos foram formados apenas entre EA de um mesmo período não ocorrendo entre períodos diferentes. No grupo de verão 2015, há três agrupamentos de elementos amostrais isolados com similaridade entre 65 e 95% entre si. No grupo do inverno 2014, os EA possuem entre 70 a 100% de similaridade entre si e houve um ponto onde a similaridade chegou a 100% entre os pontos 3 e 4.

A análise de nMDS (Figura 10b) corrobora a análise de Cluster, uma vez que evidencia dois grupos distintos. O primeiro grupo (verão 2015) mais disperso, e o segundo (inverno 2014), mais condensado e com outliers. Esta disposição pode ser explicada por diferentes unidades operacionais serem mais abundante em cada período amostrado.

Como pode ser observado na Análise de Componentes Principais (PCA) (Figura 10c) a unidade operacional Algas Calcárias Articuladas, constitui o maior vetor e está relacionado ao agrupamento de elementos amostrais referentes ao verão 2015. As demais unidades operacionais relevantes para a faixa, *Tetraclita stalactifera* e “*Ectocarpales*”, são os vetores que representam o agrupamento de elementos amostrais correspondentes ao inverno de 2014 e aos elementos amostrais dispersos (outliers) respectivamente.

Figura 9. Análises de Cluster (a), nMDS (b) e de Componentes principais (PCA) (c) relacionadas a faixa intermediária. Na análise de Cluster, linhas vermelhas estão relacionadas a análise de perfis de similaridade (SIMPROF). No nMDS, círculos azuis (inverno) e quadrados vermelhos (verão). I (elementos amostrais - inverno), V (elementos amostrais - verão). Números de 1 a 3 (referentes às coletas) e p (pontos). PCA, ESPV (Espaço vazio); CART (Algas Calcárias Articuladas); ECTO (Ectocarpales); TETR (*Tetraclita stalactifera*); ACCR (Algas Calcárias Crostosas); BRAQ (*Brachidontes* sp.); ISOG (*Isognomon bicolor*).

Em relação a faixa inferior, a análise de Cluster (Figura 11a) indicou valor de similaridade acima de 85% entre todos os elementos amostrais. Formaram-se dois grupos principais com 70% de similaridade entre si. Em cada grupo, constituiu-se dois agrupamentos com alta similaridade (90%) entre elementos amostrais de um mesmo período e, ambos contêm elementos amostrais de períodos diferentes agrupados.

A análise de nMDS (Figura 11b) corrobora a análise de Cluster, indicando dois grupos principais e ambos constituídos por elementos amostrais de períodos distintos (inverno 2014 e verão 2015). Além de indicar os dois grupos principais, a análise revelou a presença de quatro elementos amostrais dispersos (outliers) pertencentes ao período verão 2015.

A análise de Componentes principais (PCA) (Figura 11c) corrobora a análise de nMDS, indicando que os maiores vetores relacionados as unidades operacionais Algas Calcárias Articuladas e *Sargassum vulgare* foram mais representativos para os dois principais grupos contendo elementos amostrais de períodos distintos. O terceiro vetor está relacionado a unidade operacional *Isognomon bicolor* sendo relevante para os pontos dispersos (outliers) p2 e p3, correspondentes ao período do verão 2015.

Figura 10. Análises de Cluster (a), nMDS (b) e de Componentes principais (PCA) (c) relacionadas a faixa inferior. Na análise de Cluster, linhas vermelhas estão relacionadas a análise de perfis de similaridade (SIMPROF). No nMDS, círculos azuis (inverno) e quadrados vermelhos (verão). I (elementos amostrais - inverno), V (elementos amostrais - verão). Números de 1 a 3 (referentes às coletas) e p (pontos). PCA, ESPV (Espaço vazio); CART (Algas Calcárias Articuladas); ECTO (Ectocarpales); TETR (*Tetraclita stalactifera*); ACCR (Algas Calcárias Crostosas); BRAQ (*Brachidontes* sp.); ISOG (*Isognomon bicolor*).

9.4. Análise Univariada - Largura das Faixas Horizontais

Foram inseridos cinco transectos verticais de acordo com a zonação e presença de organismos dominantes a partir das faixas: superior, intermediária e inferior, a fim de detectar variação significativa nas medidas de largura das faixas horizontais denominadas *Chthamalus*, *Brachidontes*, *Tetraclita* e Macroalgas para as variáveis coleta e período do ano.

O teste de variância ANOVA two way para dados repetidos foi aplicado para os dados de largura das quatro faixas horizontais. A faixa *Chthamalus* (Figura 8a) não apresentou diferenças significativas para os fatores coleta ($F = 3,75$ e $p = 0,054$) e período ($F = 1,55$ e $p = 0,236$) com média variando de 30,9 cm entre as coletas do inverno 2014 para 26,1 cm entre as coletas do verão 2015.

A faixa de *Brachidontes* também não obteve diferenças significativas para os fatores coleta ($F = 0,157$ e $p = 0,958$) e período ($F = 1,12$ e $p = 0,344$) (Figura 8b), com média variando 75,8 cm de média no inverno 2014 para 86,6 cm no verão 2015. A faixa *Tetraclita* apresentou diferenças significativas apenas para o fator período ($F = 17,1$ e $p = 0,000028$). O teste *a posteriori* de Newman-Keuls apontou que o fator período foi significativo ($p = 0,00141$) (Figura 8c). A largura da faixa *Tetraclita* variou de 114,5 cm no inverno 2015 para 75,4 cm entre o verão 2015.

A faixa Macroalgas também apresentou diferenças significativas apenas para o fator período ($F = 7,21$ e $p = 0,0037$). O teste *a posteriori* de Newman-Keuls para esta faixa revelou que o fator período foi significativo ($p = 0,0010$) e houve três diferenças ($Ic1 \neq Vc1$ $p = 0,0210$; $Ic1 \neq Vc2$ $p = 0,0214$; $Ic1 \neq Vc3$ $p = 0,0282$) (Figura 8d). A largura desta faixa variou de 143,2 cm no inverno 2014 para 170,2 cm no verão 2015.

Figura 11. Variação nas médias entre coletas e períodos referentes a largura das faixas (a) *Chthamalus*; (b) *Brachidontes*; (c) *Tetraclita* e (d) Macroalgas presentes no médiolitoral do costão rochoso do Parque Estadual da Ilha Anchieta (intervalo de confiança $p < 0,05$). As diferenças significativas entre as variáveis coletas e períodos foram calculadas a partir do teste *a posteriori* de Newman-Keuls. Os números indicam as diferenças significativas entre pares de coletas e entre períodos. (Linhas verticais representam o intervalo de confiança $p = 0,05$).

10. Discussão

Costões rochosos estão presentes quase exclusivamente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (COUTINHO, 2002), as quais correspondem às ecorregiões Rio Grande e Southeastern Brazil, respectivamente (SPALDING *et al.*, 2007). Estudos realizados nestas ecorregiões descreveram a distribuição vertical bentônica destes ambientes (ex. OLIVEIRA-FILHO & MAYAL, 1976; OLIVEIRA-FILHO & PAULA, 1983; SZÉCHY & PAULA, 2000; COUTINHO, 2002; COUTINHO & ZALMON, 2009; MASI *et al.*, 2009; CHRISTOFOLETTI *et al.*, 2010, 2011a,b).

Em acordo com a literatura, a distribuição vertical da comunidade do médiolitoral do costão estudado é composta principalmente pelas unidades operacionais *Chthamalus bisinuatus* (BARBIERO *et al.*, 2011), *Tetraclita stalactifera* (ZAMPROGNO, *et al.*, 2012) e macroalgas: Algas Calcárias Articuladas (associação entre rodofíceas *Amphiroa beauvoisii* e *Jania rubens*) e *Sargassum vulgare* (NONATO & PÈRÈS, 1961). Desta forma, nossa primeira hipótese, de que o padrão de zonação dos organismos dominantes do costão estudado seria semelhante ao padrão encontrado em trabalhos publicados na mesma ecorregião de estudo, foi corroborada. Já a segunda hipótese, de que há alteração na posição de colonização, abundância dos organismos e redução das faixas de dominância no médiolitoral do costão estudado, foi parcialmente corroborada, uma vez que os resultados de largura de faixa não indicaram alteração na posição de colonização, mantendo o padrão de distribuição vertical observado na primeira hipótese. Porém, os resultados indicaram alterações na composição, principalmente, com as diferenças entre períodos de Cianobactéria para a faixa superior entre períodos e de Algas Calcárias Articuladas, *Tetraclita stalactifera* e Espaço vazio presentes na faixa intermediária. E referente a alteração na abundância dos organismos dominantes para cada faixa, foi observado que as unidades operacionais (UO) dominantes em cada faixa (COUTINHO & ZALMON, 2009) se mantiveram com altos valores de recobrimento percentual médio (RPM).

As faixas *Chthamalus* e *Brachidontes* não apresentaram variação significativa na largura devido a estarem localizadas na região superior do médiolitoral que é ocupada predominantemente por dois organismos dominantes (COUTINHO & ZALMON, 2009), que levam os nomes das faixas nos períodos amostrados. E foi notada uma redução na

amplitude em relação a faixa de *Tetracrita* e um aumento para a faixa de Macroalgas entre o inverno de 2014 e o verão de 2015.

Faixa superior

Esta faixa é caracterizada pela presença da craca *Chthamalus bisinuatus*, já bem descrita na literatura (OLIVEIRA & PAULA, 1983; OLIVEIRA-FILHO & MAYAL, 1976; COUTINHO, 2002; MASI *et al.*, 2009; VIANNA *et al.*, 2014), Espaço vazio (COUTINHO *et al.*, 2016) e Cianobactéria (JOLY, 1957). Neste estudo, consideramos Espaço vazio e Cianobactéria como atributos da comunidade (COUTINHO *et al.*, 2015) e incluímos estas unidades operacionais nas análises. Na largura desta faixa, não houve variação para os fatores coleta e período do ano. Isto pode ser explicado através dos resultados da análise de componentes principais (PCA) a qual indicou a predominância de Espaço vazio na faixa de *Chthamalus* e, por *C. bisinuatus* apresentar variação sazonal anual, abrangendo as quatro estações (ESTON *et al.*, 1986; ZAMPROGNO *et al.*, 2012).

A partir das amostragens em apenas um costão rochoso e em duas estações contrastantes, o presente trabalho não detectou variação sazonal entre as variáveis coleta e período do ano para *C. bisinuatus*. Entretanto, ZAMPROGNO *et al.* (2012), que abrangeu em seu estudo quatro estações, detectou variação sazonal no RPM para o gênero *Chthamalus* entre três locais de estudo e entre períodos. No presente trabalho, Espaço vazio apresentou valores de RPM acima dos 70% na faixa superior em todas as coletas nos dois períodos amostrados. Esses resultados vão de encontro com os obtidos por BARBIERO *et al.*, (2011), que estudou os efeitos de sucessão dos organismos de costões rochosos, no qual obteve 75% de RPM de Espaço vazio na faixa superior e em um período de seis meses. Entretanto, a unidade operacional Cianobactéria apresentou diferenças no recobrimento percentual médio para o fator período, uma vez que a sua ocorrência não foi registrada no inverno de 2014. Esta unidade operacional foi descrita em trabalhos realizados na ecorregião Southeastern Brazil, a fim de se verificar a estrutura da comunidade (AMADO-FILHO *et al.*, 2003), a dinâmica de sucessão da comunidade (BLANCO *et al.*, 2005) e os principais gêneros que ocorrem no costão rochoso (ESTON, 1986; COUTINHO & ZALMON, 2009), porém sem detectar variação sazonal separadamente.

Na faixa superior era esperado que houvesse diferenças tanto no RPM quanto na largura da faixa entre as unidades operacionais que nela ocorrem. As análises de Cluster

e nMDS indicaram similaridade alta e agrupamentos entre os elementos amostrais entre ambos períodos estudados, o que pode ser explicado por esta faixa ser principalmente ocupada pela craca do gênero *Chthamalus*, (COUTINHO *et al.*, 2016), além de sofrer influência de fatores físicos como estresse, dessecação, exposição ao ar e altas temperaturas reduzindo a variabilidade temporal da comunidade (ZAMPROGNO *et al.*, 2012). Entretanto, a unidade operacional Cianobactéria apresentou diferenças no RPM entre os períodos estudados, uma vez que foi encontrada em apenas um período do ano (inverno 2014). Nesta faixa, não foram descritas espécies bioindicadoras (PELLIZZARI *et al.*, 2014) para o monitoramento nos trabalhos realizados nas ecorregiões Southeastern Brazil e Rio Grande (SPALDING *et al.*, 2007).

Faixa intermediária

Esta faixa é caracterizada pela presença de crustáceos do gênero *Tetracrita* e moluscos do gênero *Perna* e, é nesta faixa que esses organismos encontram seu alimento, obtendo-o através da remoção de partículas em suspensão presentes na água do mar (COUTINHO & ZALMON, 2009). Como visto através da análise de componentes principais (PCA), a craca *Tetracrita stalactifera* predomina nesta faixa (COUTINHO, 2002) de forma bem delimitada (OLIVEIRA FILHO & MAYAL, 1976) e estável ao longo do ano (OLIVEIRA & PAULA, 1983).

Esta espécie é citada em estudos realizados em médiolitoral de costões rochosos dentro da ecorregião Southeastern Brazil (JOLY, 1957; OLIVEIRA & PAULA, 1983; SKINNER & COUTINHO, 2005; MASI *et al.*, 2009; ZAMPROGNO *et al.*, 2012; VIANNA *et al.*, 2014) e pode ser utilizada como bioindicadora de variação sazonal e monitoramento (CARBALLO & NARANJO, 2002). No presente trabalho *T. stalactifera* apresentou diferenças do RPM apenas para o fator período do ano. Este resultado está de acordo com a literatura, uma vez que ZAMPROGNO *et al.* (2012) observou variação sazonal de *T. stalactifera* em relação ao período, como também para o fator local, e em um período maior que o presente trabalho.

Observamos nesta faixa a ocorrência de Espaço vazio, havendo variação sazonal do RPM entre períodos do ano (MASI *et al.*, 2009). Além disso, observamos também a ocorrência do bivalve invasor *Isognomon bicolor*, apresentando baixos valores de RPM no inverno e verão (< 7%), o que já era esperado, uma vez que esta unidade operacional já foi bem descrita em trabalhos realizados nos costões das duas ecorregiões, Southeastern

Brazil e Rio Grande (DOMANESCHI e MARTINS, 2002; ZAMPROGNO *et. al.*, 2010; CASARINI & HENRIQUES, 2011; MARTINEZ, 2012).

Nossos resultados para esta unidade operacional coincidem com os resultados encontrados por LÓPEZ & COUTINHO (2010), os quais analisaram a interação entre *I. bicolor*, *Sargassum sp.* e Algas Calcárias Articuladas, concluindo que Algas Calcárias Articuladas em grande abundância gera uma interação negativa com *Sargassum sp.* e *I. bicolor*, resultando em valores baixos de RPM do *I. bicolor*. O trabalho de LÓPEZ & COUTINHO (2010), que amostraram em um período maior que o presente trabalho e englobaram as quatro estações, também não apresenta diferenças para esta unidade operacional entre os períodos estudados.

As Algas Calcárias Articuladas, que estão descritas em costões rochosos distribuídos nas duas ecorregiões, como em AMADO-FILHO *et al.*, (2003, 2006); BOUZON *et al.*, (2006); SZÉCHY & SÁ, (2008); PELLIZZARI *et al.*, (2014), foram encontradas na faixa intermediária, apresentando diferenças no fator período entre o inverno 2014 e o verão 2015. Esta unidade operacional é predominante na faixa inferior, porém sua presença também foi descrita na faixa intermediária, ocorrendo acima da faixa esperada. Este fato pode ser devido ao grau de inclinação do costão estudado e ser um costão protegido (COUTINHO *et al.*, 2016).

Conforme o esperado, os resultados das análises de Cluster e nMDS para esta faixa demonstram diferenças entre elementos amostrais de inverno e verão bem como a formação de dois agrupamentos distintos, o que pode ser explicado por esta faixa estar sujeita a períodos alternados de total imersão da água do mar devido a variação e amplitude das marés (COUTINHO & ZALMON, 2009). As unidades operacionais dominantes nesta faixa, observadas através da análise de componentes principais (PCA) como *Tetraclita stalactifera*, Espaço vazio e Algas Calcárias Articuladas, apresentaram diferenças quanto a largura de faixa para verão e inverno, como também diferenças para o RPM. Segundo COUTINHO *et al.* (2016), há um aumento na biodiversidade e na ocupação dos organismos devido a amplitude da maré, o que poderia explicar o motivo das diferenças encontradas nesta faixa.

Faixa inferior

Esta faixa é caracterizada pela presença de macroalgas dos gêneros *Amphiroa*, *Jania*, *Hynea*, *Gracilaria*, *Acanthophora*, *Laurencia* e *Sargassum* (SZÉCHY & SÁ,

2008; COUTINHO & ZALMON, 2009; COUTINHO *et al.*, 2016). Nesta faixa, não houve diferenças para o RPM das unidades operacionais entre os períodos estudados, o que vai de encontro com os resultados encontrados por JACOBucci & LEITE, (2002), o qual não detectou diferenças para o fator mês, por AMADO-FILHO *et al.*, (2006), para os fatores profundidade e tempo. Trabalhos realizados no Parque Estadual da Ilha Anchieta (ex. GHILARDI *et al.*, 2007; RIBEIRO, 2010) indicam em seus resultados uma presença relativamente alta dos gêneros *Amphiroa* e *Jania* nos costões rochosos.

Os resultados das análises de Cluster e nMDS e PCA indicaram similaridade alta, agrupamentos constituídos de elementos amostrais do verão e inverno e que não houveram diferenças referentes ao RPM das UO dominantes indo de encontro com a literatura, uma vez que podem ser explicados: (i) pela rodofícea *A. beauvoisii* ser uma espécie conspicua durante o verão e o inverno, (ii) pelas rodofíceas dos gêneros *Amphiroa* e *Jania* ocorrerem emaranhadas nesta faixa, formando tapetes (COUTINHO *et al.*, (2016) e (iii), por *S. vulgare* ser uma das espécies de algas que mais contribui em biomassa para a comunidade de costão rochoso (AMADO-FILHO *et al.*, 2006). Em relação a largura desta faixa, houve diferenças em relação aos fatores coleta e período do ano, o que era esperado, uma vez que a unidade operacional Algas Calcárias Articuladas foi encontrada também na faixa intermediária o que denota um aumento na amplitude da faixa do inverno de 2014 para o verão de 2015, o que pode indicar a ação de fatores abióticos (COUTINHO *et al.*, 2016) não estimados no presente trabalho.

Na faixa inferior, as unidades operacionais *A. beauvoisii* e *Sargassum vulgare*, as quais estão presentes praticamente durante o ano todo, sendo a primeira conspicua e a segunda observada ao longo do ano (PAULA, 1984; AMADO-FILHO *et al.*, 2003, 2006; ALMADA *et al.*, 2008) também foram observadas na região inferior da faixa intermediária. Tais espécies podem ser utilizadas como unidades bioindicadoras de variação sazonal e monitoramento (PELLIZZARI *et al.*, 2014), uma vez que a maioria das populações intermareais de ambientes tropicais são mais constantes no tempo e espaço que suas equivalentes em ambiente temperado (LUBCHENCO *et al.*, 1984).

11. Considerações Finais

O presente trabalho contribuiu para a Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros (ReBentos) por meio da criação de uma estação de monitoramento de longo prazo e geração de dados periódicos no médiolitoral de costão rochoso. Através da análise de variância ANOVA two way (para dados repetidos) e das análises multivariadas de Cluster, nMDS e PCA observamos: (i) o padrão de distribuição vertical do costão estudado é semelhante aos trabalhos pretéritos realizados na mesma ecorregião; (ii) as faixas superior e inferior possuem alta similaridade entre os períodos estudados; (iii) a variação sazonal no recobrimento percentual médio e na largura das faixas das unidades operacionais dominantes.

A detecção de variação sazonal em relação as UO dominantes e a presença de espécies bioindicadoras (CARBALLO & NARANJO, 2002; PELLIZZARI *et al.*, 2014) no costão estudado sugerem a realização de um monitoramento contínuo no local de estudo (COUTINHO *et al.*, 2016). Tendo em vista que, segundo NONATO & PÈRÉS (1961), as populações sésseis de Ubatuba são altamente regulares, reforçando a importância de as comunidades marinhas bentônicas serem especialmente adequadas para estudos comparativos e de monitoramento de longo prazo (HALKINS *et al.*, 2016), tendo em vista que no âmbito internacional, este tipo de trabalho já é realizado há décadas (MIESZKOWSKA *et al.*, 2014). Atualmente, estudos de monitoramento de longo prazo estão ocorrendo em toda a costa oeste da América do Norte englobando Canadá, Estados Unidos e México e, na Europa, em países como: Portugal, Espanha, França e Reino Unido, (MIESZKOWSKA *et al.* 2014), enquanto que no âmbito nacional, há uma carência desse tipo de estudo e de dados para a costa brasileira (COUTINHO *et al.*, 2016) e sem a integração com os países costeiros da América do Sul.

12. Referências Bibliográficas

- AUDOUIN, J. V., AND MILNE-EDWARDS, H. 'Recherches pour Servir a l'Histoire Naturelle au Litbakertoral de la France.' Cruchard: Paris, 1832.
- ALMADA, C. H. B. A.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y., & NASSAR, A. G. Aspectos populacionais de *Sargassum vulgare* C. Agardh (Ochrophyta, Fucales) na Ponta do Arpoador – Rio de Janeiro. Oecol. Bras. v. 12 (2), p. 291-298, 2008.
- AMADO-FILHO, G. M. *et. al.* Estrutura das comunidades fito bentônicas do infralitoral da Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. Revista Brasil. Bot., v. 26, n. 3, p. 329-342. jul-set, 2003.
- AMADO-FILHO, G. M.; HORTA, P. A.; BRASILEIRO, P. S.; BARROS-BARRETO, M. B.; FUJII, M. T. Subtidal benthic marine algae of the marine state park of Laje de Santos (São Paulo, Brazil). Brazilian Journal of Oceanography, v. 54 (4), p. 225-234. 2006.
- AMADO-FILHO, G. M.; MANEVELDT, G.; MANSO R.; MARINS-ROSA, B. V.; PACHECO, M. & GUIMARÃES, S. M. P. B. Structure of rhodolith beds from 4 to 55 meters deep along the southern coast of Espírito Santo State, Brazil. Ciencias Marinas, v. 33: p. 399–410, 2007.
- AMADO-FILHO, G. M.; MANEVELDT, G.; PEREIRA-FILHO, G. H.; MANSO R.; BAHIA, R.G.; BARROS-BARRETO, M.B. & GUIMARÃES, S.M.P.B. Seaweed diversity associated with a Brazilian tropical rhodolith bed. Ciencias Marinas, v. 36, p. 1-21, 2010.
- BAKER, S. M. On the causes of the zoning of brown seaweeds on the seashore, II. *New Phytologist* v. 9, p. 54–67, 1910. doi:10.1111/J.1469-8137.1910.TB05553.X
- BARBIERO, D. C.; MACEDO, I. M.; MAIS, B. P.; ZALMON, I. R. A removal disturbance effect on the ecological succession of a benthic intertidal community – south-eastern Brazil. Marine Biodiversity Research, v. 4, p. 1-8, 2011.
- BARRATT, J. H., AND YONGE, C. M. 'Collins Pocket Guide to the Sea-Shore.' (Collins: London.), 1958.
- BERCHEZ, F.; AMANCIO, C. E.; GHILARDI, N. P. & OLIVEIRA, E. C. "Possíveis impactos das mudanças climáticas globais nas comunidades de organismos marinhos bentônicos da costa brasileira". In: BUCKERIDGE, M. (ed.) *Biologia e mudanças globais no Brasil*, São Carlos, p. 167-180, 2008. ISBN: 978-85-7656-143-9
- BERCHEZ, F. A. S.; TIAGO, C. G.; ROSSO, S. & DIAS, G. & OLIVEIRA, E. C. Structure of a coralline algal bed on southeast Brazil. Brazilian Journal of Ecology, v. 13, p. 49-57, 2009.

- BOURNERIAS M., POMEROL C., TURQUIER Y. Guides naturalistes des côtes de France. Delachaux et Niestlé. 1983.
- BOUZON, J. L.; SALLES, J. P.; BOUZON, Z.; HORTA, P. A. Aspectos florísticos e fitogeográficos das macroalgas marinhas das Baías da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. *Insula, Florianópolis*, v. 35, p. 69084, 2006.
- BURROWS, M. T., HARVEY, R., and ROBB, L. Wave exposure indices from digital coastlines and the prediction of rocky shore community structure. *Marine Ecology Progress Series* v. 353, p. 1–12, 2008. doi:10.3354/MEPS07284
- BURROWS, M. T.; SCHOEMAN, D. S.; BUCKLEY, L. B; MOORE, P.; and others. The Pace of Shifting Climate in Marine and Terrestrial Ecosystems. *Science*, v. 334, p. 652-655, 2011.
- BURROWS, M. T., SCHOEMAN, D. S., RICHARDSON, A. J., GARCI'A MOLINOS, J., HOFFMANN, A., BUCKLEY, L. B., MOORE, P., BROWN, C., BRUNO, J. F., DUARTE, C. M., HALPERN, B. S., HOEGH GULDBERG, O., KAPPEL, C. V., KIESSLING, W., O'CONNOR, M. I., PANDOLFI, J. M., PARMESAN, C., SYDEMAN, W. J., FERRIER, S. S., WILLIAMS, K. J., AND POLOCZANSKA, E. S. Geographical limits to species-range shifts are suggested by climate velocity. *Nature*, v. 507, p. 492–495, 2014. doi:10.1038/NATURE12976
- BLANCO, C. C. Z., BRANCO, L. H. Z., MOURA, M. O., AND BERTUSSO, F. R. The sucession dynamics of a macroalgal community after a flood disturbance in a tropical stream from São Paulo State, southeastern Brazil. *Revista Bras. Bot.* v. 28, n. 2, p. 267-275, 2005.
- BRANCH, G. M. Interspecific competition experienced by South African *Patella* species. *Journal of Animal Ecology*, v. 45, p. 507–529, 1976. doi:10.2307/3888
- BRAY, J.R., CURTIS, J. T. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, v. 27, n. 4, p. 325-349, 1957.
- BRODIE, J., WILLIAMSON, C. J., SMALE, D. A., KAMENOS, N. A., MIESZKOWSKA, N., SANTOS, R., CUNLIFFE, M., STEINKE, M., YESSON, C., ANDERSON, K. M., ASNAGHI, V., BROWNLEE, C., BURDETT, H. L., BURROWS, M. T., COLLINS, S., DONOHUE, P. J. C., HARVEY, B., FOGGO, A., NOISETTE, F., NUNES, J., RAGAZZOLA, F., RAVEN, J. A., SCHMIDT, D. N., SUGGETT, D., TEICHBERG, M., AND HALL-SPENCER, J. M. The future of the northeast Atlantic benthic flora in a high CO₂ world. *Ecology and Evolution*, n. 4, p. 2787–2798, 2014. doi:10.1002/ECE3.1105
- BROEKHUYSEN, G. J. A preliminary investigation of the importance of desiccation, temperature and salinity as factors controlling the vertical distribution of certain intertidal marine gastropods in False Bay, South Africa. *Transactions of the Royal Society of South Africa*, v. 28, p. 255–292, 1940. doi:10.1080/00359194009520016

- CARBALLO, J. L., & NARANJO, S. Environmental assessment of a large industrial marine complex based on a community of benthic filter-feeders. *Marine Pollution Bulletin*, v. 44, p. 605-610. 2002.doi:10.1016/S0025-326X(01)00295-8.
- CASARINI, L. M., & HENRIQUES, M. B. Estimativa de estoque do mexilhão *Perna perna* e da espécie invasora *Isognomon bicolor* em bancos naturais da Baía de Santos, São Paulo, Brazil. *Biol. Inst. Pesca*, São Paulo, v. 37 (1), p. 1-11, 2011.
- COUTINHO, R. Avaliação crítica das causas da zonation dos organismos bentônicos em costões rochosos. *Oecologia Brasiliensis* v.1, p. 259-271, 1995.
- COUTINHO, R.; ZALMON, I. R. Os Bentos de costões rochosos. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (Eds.). *Biologia Marinha*. Rio de Janeiro: Interciência, p. 281-298, 2009.
- COUTINHO, R.; SZÉCHY, M. T. M.; LÓPEZ, M. S.; CHRISTOFOLETTI, R. A.; BERCHEZ, F.; YAGINUMA, L. E.; ROCHA, R. M.; SIVIERO, F. N.; GHILARDI-LOPES, N. P.; FERREIRA, C. E. L.; GONÇALVES, J. E. A.; MASI, B. P.; CORREIA, M. D.; SOVIERZOSKI, H. H.; SKINNER, L. F.; ZALMON, I. R. Monitoramento de longo prazo de costões rochosos. In: TURRA, A.; DENADAI, M. R. *Protocolos para o Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros - Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros - ReBentos*. (Org.). São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, p. 258, 2015.
- COUTINHO, R. *et al.* Studies on benthic communities of rocky shores on the Brazilian coast and climate change monitoring: status of knowledge and challenges. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 64, nsp. 2, p. 27-36, 2016.
- CONNELL, J. H. The influence of intra-specific competition and other factors on the distribution of the barnacle *Chthamalus stellatus*. *Ecology*, v. 42, p. 710–723, 1961. doi:10.2307/1933500
- CONTADOR T, KENNEDY J. H, ROZZI R., VILLARROEL J. O. Sharp altitudinal gradients in Magellanic Sub-Antarctic streams: patterns along a fluvial system in the Cape Horn Biosphere Reserve (55°S). *Polar Biology*, v. 38, p. 1853–1866, 2015.
- COPERTINO, M; GARCIA, A. M.; MUELBERT, J. H. & GARCIA, C. A. E. Introduction to the Special issue on climate change and Brazilian coastal zone. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, v. 5, p. 1-8, 2010.
- CHRISTOFOLETTI, R. A., MURAKAMI, V. A., OLIVEIRA, D. N., BARRETO, R. E. & FLORES, A. A. V. Foraging by the omnivorous crab *Pachygrapsus transversus* affects the structure of assemblages on sub-tropical rocky shores. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, v. 420, p. 125-135, 2010.

- CHRISTOFOLETTI, R. A.; TAKAHASHI, C. K.; OLIVEIRA, D. N.; FLORES, A. A. V. Abundance of sedentary consumers and sessile organisms along the wave exposure gradient of subtropical rocky shores of the south-west Atlantic. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, v. 91, n. 5, p. 961-967, 2011a.
- CHRISTOFOLETTI, R. A.; ALMEIDA, T. V. V.; CIOTTI, A. M. Environmental and grazing influence on spatial variability of intertidal biofilm on subtropical rocky shores. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, v. 424, p. 15-23, 2011b.
- CLARKE, K. R., GORLEY, R. N., PRIMER v6: User Manual/tutorial. PRIMER-e, Plymouth. 2006.
- CRAPP, G. B. The distribution and abundance of animals and plants on the rocky shores of Bantry Bay. *Ir. Fish Invest. Ser. B.*, v. 9, p. 1-35, 1973.
- CROTHERS, J. H. On the distribution of some common animals along the rocky coasts of West Somerset. *Fld. Stud.*, v. 4, p. 369-89, 1976.
- CRUZ-MOTTA, J. J.; MILOSLAVICH, P.; PALOMO, G.; IKEN, K.; KONAR, B. *et al.* Patterns of Spatial Variation of Assemblages Associated with Intertidal Rocky Shores: A Global Perspective. *PLoS ONE* v. 5 n. 12, 2010. e14354.doi:10.1371/journal.pone.0014354
- DAHL, E. Some aspects of the ecology and zonation of the fauna on sandy beaches. *Oikos* v. 4, p. 1-27, 1952. doi:10.2307/3565072
- DAKIN, W. J. 'Australian Seashores.' (Angus & Robertson: Sydney.), 1953.
- DAYTON, P. K. Composition disturbance and community organization. The provision and consequent utilisation of space. *Ecological Monographs* v. 41, p. 351-389, 1971. doi:10.2307/1948498
- DETHIER, M. N.; GRAHAM, E. S.; COHEN, S. & TEAR, L. M. Visual versus random-point percent cover estimations: 'objective' is not always better. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* v. 96, p. 93-100, 1993.
- DOMANESCHI, O.; MARTINS, C. M. *Isognomon bicolor* (C. B. Adams) (Bivalvia, Isognomonidae): primeiro registro para o Brasil, redescritção da espécie e considerações sobre a ocorrência e distribuição de *Isognomon* na costa brasileira. *Rev. Bras. Zool.* v. 19 (2), p. 611-626, 2002.
- EALES, N. B. 'The Littoral Fauna of the British Isles: a Handbook for Collectors.' Cambridge University Press: Cambridge, UK., 1950.
- ELITH, J., AND LEATHWICK, J. R. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, v. 40, p. 677-697, 2009. doi:10.1146/ANNUREV.ECOLSYS.110308.120159

- ENGEMAN, R. M., R. T. SUGIHARA, L. F. PANK, and W. E. DUSENBERRY. A comparison of plotless density estimators using Monte Carlo simulation. *Ecology*, v. 75, p. 1769-1779, 1994.
- ESTON, V. R. *et. al.* Vertical Distribution of Benthic Marine Organisms on Rocky Coasts of Fernando de Noronha Archipelago (Brazil). *Bolm. Inst. Oceanogr.*, S. Paulo, v. 34, p. 37-53, 1986.
- FIRTH, L. B., and WILLIAMS, G. A. The influence of multiple environmental stressors on the limpet *Cellana toreuma* during the summer monsoon season in Hong Kong. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, v. 375, p. 70–75. 2009.
- FIRTH, L. B., KNIGHTS A. M., AND BELL, S. S. Air temperature and winter mortality: implications for the persistence of the invasive mussel, *Perna viridis* in the intertidal zone of the south-eastern United States. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, v. 400, p. 250–256, 2011.
- FLATTELEY, F. W., AND WALTON, C. L. 'The Biology of the Sea-shore.' Sidgwick and Jackson: London, 1926.
- FRASCHETTI, S.; TERLIZZI, A. & BOERO, F. How many habitats are there in the sea (and where)? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 366, p. 109-115, 2008.
- GILLER, P. S., HILDREW, A. G., and RAFFAELLI, D. G. 'Aquatic Ecology: Scale, Pattern and Process.', Blackwell: Oxford., 1994.
- GHILARDI, N. P. Utilização do método dos povoamentos na caracterização de comunidades bentônicas em trecho do infralitoral consolidado da Enseada de Palmas, Ilha Anchieta, Ubatuba (SP), Universidade de São Paulo, 2007.
- GRAY, J. S. Why do ecological monitoring? Pergamon Press Ltd. Printed in Great Britain, *Marine Pollution Bulletin*, v. 1, n. 1, p. 62-65, 1980.
- GREIG-SMITH, P. Quantitative plant ecology. Third edition. University of California Press. Berkeley, California, USA. 1983.
- GRIFFITHS, R. J. Population dynamics and growth of the bivalve *Choromytilus meridionalis* (k.r.) at different tidal levels. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 12, p. 101–118, 1981. doi:10.1016/S0302-3524(81) 80120-X
- HARTNOLL, R. G., and WRIGHT, J. R. Foraging movements and homing in the limpet *Patella vulgata* L. *Journal of Animal Behavior*, v. 25, p. 806–810, 1977. doi:10.1016/0003-3472(77)90034-3
- HAWKINS, S. J.; HARTNOLL, R. G. Changes in a Rocky Shore Community: An Evaluation of Monitoring. *Marine Environmental Research*, v. 9, p.131-181, 1983.

- HAWKINS, S. J., FIRTH, L. B., MCHUGH, M., POLOCZANSKA, E. S., HERBERT, R. J. H., BURROWS, R. M. T. *et. al.* Data rescue and re-use: recycling old information to address new policy concerns. *Mar. Policy*, v. 42, p. 91–98, 2013a.
- HAWKINS, S. J., VALE, M., FIRTH, L. B., BURROWS, M. T., MIESZKOWSKA, N., AND FROST, M. Sustained observation of marine biodiversity and ecosystems. *Oceanogr. Open Access*, 1:e101. 2013b.
- HAWKINS, S. J., MIESZKOWSKA, N., FIRTH, L. B., BOHN, K., BURROWS, M. T., MacLEAN, M. A., THOMPSON, R. C., CHAN, B. K. K., LITTLE, C., WILLIAMS, G. A. Looking backwards to look forward: the role of natural history in temperate reef ecology. *Marine and Freshwater Research*, v. 67, p. 1-13, 2016.
- HAWKINS, S. J., FIRTH, L. B., MCHUGH, M., POLOCZANSKA, E. S., HERBERT, R. J. H., BURROWS, M. T., KENDALL, M. A., MOORE, P. J., THOMPSON, R. C., JENKINS, S. R., SIMS, D. W., GENNER, M. J., AND MIESZKOWSKA, N. Data rescue and re-use: recycling old information to address new policy concerns. *Marine Policy*, v. 42, p. 91–98, 2013. doi:10.1016/J.MARPOL. 2013.02.001
- HELMUTH, B., YAMANE, L., LALWANI, S., MATZELLE, A., TOCKSTEIN, A., & GAO, N. Hidden signals of climate change in intertidal ecosystems: What (not) to expect when you are expecting. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 400, p. 191-199, 2011. doi:10.1016/j.jembe.2011.02.004.
- HUGHES, R. N. Predation and community structure. In ‘The Shore Environment, Vol. 2, Ecosystems’. (Eds D. E. G. Irvine and W. F. Farnham.) Systematics Association Special, Academic Press: London, v. 17B, p. 699–728, 1980a.
- IRIGOYEN, A. J.; GALVÁN, D. E. & VENERUS, L. A. Occurrence of dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) in gulfs of northern Patagonia, Argentina. *Journal of Fish Biology*, v. 67, p. 1741-1745, 2005.
- JACOBUCCI, G. B. & LEITE, F. P. P. Distribuição vertical e flutuação sazonal da macrofauna vágil associada a *Sargassum cymosum* C. Agardh, na praia do Lázaro, Ubatuba, São Paulo, Brazil. *Rev. Bras. Zool.* v. 19 (supl. 1), p. 87-100, 2002.
- JOLY A. B. Contribuição ao conhecimento da flora ficológica marinha da Baía de Santos e arredores. *Botânica*. v. 14, n. 217, 1957.
- LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K. P.; OLIVEIRA, D. M. & VASCONCELOS, V. Status of Eastern Brazilian coral reefs in time of climate changes. *Pam-American Journal of Aquatic Sciences*, v. 5, p. 224-235, 2010.
- LEWIS, J. R. ‘The Ecology of Rocky Shores.’, English Universities Press: London., 1964.
- LEWIS, J. R. Long-term ecological surveillance: practical realities in the rocky littoral. *Oceanography and Marine Biology – an Annual Review*, v. 14, p. 371–390, 1976.

- LÓPEZ, M. S., and COUTINHO, R. Positive interaction between the native macroalgae *Sargassum* sp. And the exotic bivalve *Isognomon bicolor*? Brazilian Journal of Oceanography, v. 58, p. 69-72, 2010.
- LUBCHENCO, J., MENGE, B.A., GARRITY, S.D., LUBCHENCO, P. J., ASHKENAS, L. R., GAINES, S. D., EMLET, R., LUCAS, J., AND STRAUSS, S. Structure, persistence and role of consumers in a tropical rocky intertidal community (Taboguilla Island, Bay of Panama). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. v. 78, p. 23–73, 1984.
- LUBCHENCO, J., and MENGE, B. A. Community development and persistence in a low rocky intertidal zone. Ecological Monographs, v. 48, p. 67–94. 1978. doi:10.2307/2937360
- LUCKENS, P. A. Settlement and succession on rocky shores at Auckland, North Island, New Zealand. New Zealand Oceanographic Institute Memoirs, v. 70, p. 3–64, 1976.
- MACHADO, A. A.; CALLIARI, L. J.; MELO, E. & KLEIN, A. H. F. Historical assessment of extreme sea state conditions in southern Brazil and their relation to erosion episodes. Pan-American Journal of Aquatic Sciences, v. 5, p. 277-286, 2010.
- MAGGS *et al.*, The Oxford diving expedition to Cabo Frio, Brazil. Bull. Oxf. Univ. Explor. Club, New Series, v. 4, p. 13-40, 1979.
- MANSILLA, A., OJEDA, J. & ROZZI, R. Cambio climático global en el contexto de la ecorregión subantártica de Magallanes y la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos. Anales del Instituto de la Patagonia, v. 40, n. 1, p. 69-76, 2012.
- MARTINEZ, A. S. Spatial distribution of the invasive bivalve *Isognomon bicolor* on rocky shores of Arvoredo Island (Santa Catarina, Brazil). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, v. 92, n. 3, p. 495–503, 2012. doi:10.1017/S0025315411000865
- MASI, B. P.; MACEDO, I. M. & ZALMON, I. R. Annual and spatial variation of intertidal benthic community zonation in a breakwater of Rio de Janeiro coast, south-eastern Brazil. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, v. 89, n. 2, p. 225-234, 2009.
- MIESZKOWSKA, N., LEAPER, R., MOORE, P., KENDALL, M. A., BURROWS, M. T., LEAR, D., POLOCZANSKA, E., HISCOCK, K., MOSCHELLA, P. S., THOMPSON, R. C., HERBERT, R. J., LAFFOLEY, D., BAXTER, J., SOUTHWARD, A. J., AND HAWKINS, S. J. Marine Biodiversity and Climate Change: Assessing and Predicting the Influence of Climate Change Using Intertidal Rocky Shore Biota. Occasional Publications., Marine Biological Association of the United Kingdom, v. 20, p. 53, 2005.

- MIESZKOWSKA, N., HAWKINS, S. J., BURROWS, M. T., AND KENDALL, M. A. Long-term changes in the geographic distribution and population structures of some near-limit populations of *Osilinus lineatus* in Britain and Ireland. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* v. 87, p. 537–545, 2007. doi:10.1017/S0025315407053799
- MIESZKOWSKA, N., MILLIGAN, G., BURROWS, M. T., FRECKLETON, R., AND SPENCER, M. Dynamic species distribution models from categorical survey data. *Journal of Animal Ecology*, v. 82, p. 1215–1226, 2013. doi:10.1111/1365-2656.12100
- MIESZKOWSKA, N., SUGDEN, H., FIRTH, L., AND HAWKINS, S. J. The role of sustained observations in tracking impacts of environmental change on marine biodiversity and ecosystems. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, v. 372, n. 2025, 2014b. 20130339. doi:10.1098/RSTA.2013.0339
- MOORE, H. B. The biology of *Balanus balanoides*. I. Growth rate and its relation to season and tide level. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 19, p. 851–868, 1934. doi:10.1017/S0025315400046828
- MOORE, H. B., AND KITCHING, S. A. The biology of *Chthamalus stellatus* (Poli). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 23, p. 521–541, 1939. doi:10.1017/S0025315400014053
- MORENO, T. N. & ROCHA, R. M. Ecologia de costões rochosos. *Estud. Biol., Ambiente Divers.*, v. 31, n. 83, p. 191–201, 2012. doi: 10.7213/estud.biol.7332
- MOYSE, J. & NELSON-SMITH, A. Zonation of animals and plants on rocky shores around Dale, Pembrokeshire, Fld. Stud., v.1, n. 5, p. 1–31, 1963.
- MURRAY, S. N., RICHARD F. A., AND DETHIER, M. N. Methods for Performing Monitoring, Impact, and Ecological Studies on Rocky Shores. MMS OCS Study 2001-070. Coastal Research Center, Marine Science Institute, University of California, Santa Barbara, California. MMS Cooperative Agreement Number 14-35-0001-30761. 217 pages.
- NAVARRETE, S., GELCICH, S., CASTILLA, J. Long-term monitoring of coastal ecosystems at Las Cruces, Chile: defining baselines to build ecological literacy in a world of change. *Rev. Chil. Hist. Nat.* v. 83, p. 143–157, 2010.
- NELSON-SMITH, A. Marine biology of Milford Haven: the distribution of littoral plants and animals. *Field Studies*, v. 2, p. 435–77, 1967.
- NONATO, E.; PÉRÈS, J. M. Observations sur quelques peuplements intertidaux de substrat dur dans la région d'Übatuba. *Cah. Biol. Mar.* v. 2, p. 263–270, 1961.

- OJEDA, J., MARAMBIO, J., ROSENFELD, S., CONTADOR T., ROZZI R. & MANSILLA, A. Seasonal macroalgal assemblages in Magallanic sub-Antarctic channels: A case study in the rocky intertidal Róbalo Bay (54°55'S), Beagle Channel, Chile. Polar Biology: in press. 2015.
- OJEDA, J., MARAMBIO J., ROSENFELD, S., ROZZI, R. & MANSILLA, A. Patrones estacionales y espaciales de la diversidad de moluscos intermareales de bahía Róbalo, canal Beagle, Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos, Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía, v. 49, p. 493-509, 2014.
- OLIVEIRA FILHO E. C. Algas marinhas bentônicas do Brasil. Universidade de São Paulo. 1977.
- OLIVEIRA-FILHO, E. C.; BERCHEZ, F. A. S. Algas Marinhas Bentônicas da Baía de Santos – Alterações da Flora no Período de 1957 -1978. Bol. Botânica, Univ. S.Paulo. v. 6. p. 49-59. 1978.
- OLIVEIRA-FILHO, E. C.; MAYAL, E. M. Seasonal distribution of intertidal organisms at Ubatuba, São Paulo (Brazil). Rev. Brasil. Biol. Rio de Janeiro. v. 38 n. 2, p. 305-316, 1976.
- OLIVEIRA, E. C.; PAULA, E. J. Zonation and Seasonal Variation of the Intertidal Communities on the Rocky Coasts of S. Paulo Littoral (Brazil). 1 Encontro de Macrofitas Marinhas. Instituto de Pesquisas da Marinha. Projeto Cabo Frio – Arraial do Cabo, RJ. n. 147, 1983.
- OLIVEIRA, L. P. H. Distribuição geográfica da fauna e flora da Baía de Guanabara. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. v. 3, n. 45, 1947.
- ORENSANZ J. M.; SCHWINDT E.; PASTORINO, G.; BORTOLUS, A.; CASAS, G.; DARRIGRAN, G.; ELÍAS, R.; LÓPEZ GAPPA, J. J.; OBENAT, S.; PASCUAL, M.; PENCHASZADEH, P.; PIRIZ, M. L.; SCARABINO, F.; SPIVAK, E. D. & VALLARINO, E. A. No Longer a Pristine Confine of the World Ocean-A Survey of Exotic Marine Species in the Southwestern Atlantic, Biological Invasions, v.4 n. 1/2, p. 115-143, 2002.
- ORTON, J. H. Observations on *Patella vulgata*. Part III. Habits and habitats. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, v. 16, p. 277–288, 1929. doi:10.1017/S0025315400029805
- PAINE, R. T. 'Marine Rocky Shores and Community Ecology: an Experimentalist's Perspective.', Ecology Institute: Nordbu"nte, Germany., 1994.
- PAINE, R. T. Food web complexity and species diversity. American Naturalist, v. 100, p. 65–75, 1966. doi:10.1086/282400

- PAINE, R. T. The *Pisaster–Tegula* interaction: prey patches, predator food preferences and intertidal community structure. *Ecology*, v. 50, p. 950–961, 1969. doi:10.2307/1936888
- PAINE, R. T., and VADAS, R. L. The effects of grazing by sea urchins *Strongylocentrotus* spp. on benthic algal populations. *Limnology and Oceanography* v. 14, p. 710–719, 1969. doi:10.4319/LO.1969.14.5.0710
- PAULA, E. J. Estudos experimentais de cultivo e hidratação em Sargassum (Phaeophyta-Fucales) em condições de cultivo. PhD thesis, Universidade de São Paulo, Brazil. 1984.
- PELLIZZARI, F.; BERNARDI, J.; SILVA, E. M.; SILVA, M. C.; YOKOYA, N. S. Benthic marine algae from the insular áreas of Paraná, Brazil: new database to support the conservation of marine ecosystems. *Biota neotropica* v. 14 (2), 2014.
- PINHO, D., BERTOCCI, J., ARENAS, F., FRANCO, J., JACINTO, D., CASTRO, J., VIEIRA, R., PINTO, I., WERNBERG, T., AND TUYA, F. Spatial and temporal variation of kelp forests and associated macroalgal assemblages along the Portuguese coast. *Marine and Freshwater Research*, v. 67, p. 113–122, 2016. doi:10.1071/MF14318
- PITTMAN, S. J.; KNEIB, R. T. & SIMENSTAD, C. A. Practicing coastal seascape ecology. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* v. 427, p. 187–190, 2011.
- POLOCZANSKA, E. S., HAWKINS, S. J., SOUTHWARD, A. J., AND BURROWS, M. T. Modeling the response of populations of competing species to climate change. *Ecology*, v. 89, n. 11, p. 3138–3149, 2008. doi:10.1890/07-1169.1
- RAFFAELLI, D. AND HAWKINS, S. Intertidal ecology, 2nd edition. London: Kluwer Academic Publishers, 1999.
- RAWITSCHER, F. K. Algumas noções sobre a vegetação do litoral brasileiro. *Boletim da Associação dos Geógrafos Brasileiros*, v. 5, p. 13-28, 1944.
- REED, D., RASSWEILER, A., MILLER, R., PAGE, H., and HOLBROOK, S. The value of a broad temporal and spatial perspective in understanding dynamics of kelp forest ecosystems. *Marine and Freshwater Research*, v. 67, p. 14–24, 2016. doi:10.1071/MF14158
- REISE, K. Tidal Flat Ecology, an Experimental Approach to Species Interactions. *Ecological Studies* 54. Springer-Verlag: Berlin., 1985.
- RICKETTS, E. F., AND CALVIN, J. *Between Pacific Tides*. Stanford University Press: Stanford, CA., 1939.

- RIBEIRO, H. L. Padrões de estruturação das comunidades marinhas bentônicas de substrato consolidado do infralitoral – Praia de Fora à Ponta do Norte – Parque Estadual da Ilha Anchieta – Ubatuba SP. Universidade de São Paulo., 2010.
- RIVANDEIRA, M. M. & FERNÁNDEZ, M. Shifts in Southern endpoints of distribution in rocky intertidal species along the south-eastern Pacific coast. *Journal of Biogeography* (J. Biogrogr.) v. 32, p. 203-209, 2005.
- SIMKANIN, C., POWER, A., MYERS, A., MCGRATH, D., SOUTHWARD, A. J., MIESZKOWSKA, N., LEAPER, R., AND O’RIORDAN, R. Using historical data to detect temporal changes in the abundances of intertidal species on Irish shores. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 85, p. 1329–1340, 2005. doi:10.1017/S0025315405012506
- SOUTHWARD, A. J., AND SOUTHWARD, E. C. Recolonization of rocky shores in Cornwall after the use of toxic dispersants to clean up the Torrey Canyon oil spill. *Journal of Fish Research*, v. 35, p. 682–706, 1978. doi:10.1139/F78-120
- SOUTHWARD, A. J., HAWKINS, S. J., AND BURROWS, M. T. Seventy years’ observations of changes in distribution and abundance of zooplankton and intertidal organisms in the western English Channel in relation to rising sea temperature. *Journal of Thermal Biology*, v. 20, p. 127–155, 1995. doi:10.1016/0306-4565(94)00043-I
- SKINNER, L. F., & COUTINHO, R. Effect of microhabitat distribution and substrate roughness on barnacle *Tetraclita stalactifera* (Lamarck, 1818) settlement. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 48, p. 109-113, 2005. doi:10.1590/S1516-89132005000100014.
- SMALE, D. A., AND T. WERNBERG. Extreme climatic event drives range contraction of a habitat-forming species. *Proc. Biol. Sci.* 2013. 280:20122829.
- SMALE, D. A., AND T. VANCE. Climate-driven shifts in species’ distributions may exacerbate the impacts of storm disturbances on North-east Atlantic kelp forests. *Mar. Freshw. Res.* v. 66, p. 1–10, 2015.
- SPALDING, M. D., et al. Marine Ecoregions of The World: A Bioregionalization of Coastal and Shelf Areas. *Bioscience*, v. 57, n. 7, p. 573-583, 2007.
- STACHOWICZ, J. J.; TERWIN, J. R.; WHITLATCH, R. B. & OSMAN, R. W. Linking climate change and biological invasions: Ocean warming facilitates nonindigenous species invasions. *Proc. Nat. Acadm. Scie.* v. 99, n. 24, p.15497-15500, 2002.
- STEPHENSON, T. A., AND STEPHENSON, A. The universal features of zonation between tidemarks on rocky coasts. *Journal of Ecology*, v. 37, p. 289–305, 1949. doi:10.2307/2256610

- STEPHENSON, T. A., AND STEPHENSON, A. 'Life between Tides on Rocky Shores.' W.H. Freeman: San Francisco, CA., 1972.
- SZÉCHY, M.T.M. & PAULA, E. J. Padrões estruturais quantitativos de bancos de *Sargassum* (Phaeophyta, Fucales) do litoral dos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo, Brasil. Rev. Bras. Bot., v. 23, n. 2, p. 121-132, 2000.
- SZECHY, M. T. M.; SA, A. D. F. Variação Sazonal do Epifitismo por Macroalgas em uma População de *Sargassum vulgare* C. AGARDH (PHAEOPHICEAE, FUCALES) da Baía de Ilha Grande, Rio de Janeiro. Oecol. Bras., v. 12, n. 2, p. 299-314, 2008.
- TURRA, A.; BERNARDINO, A. F.; AMARAL, A. C. Z.; BERCHEZ, F.; CREED, J. C.; COPERTINO, M. S.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. & COUTINHO, R. Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros (ReBentos): histórico e estratégia de atuação. II Workshop da ReBentos, Salvador, CD Resumos. 2011.
- TURRA, A. *et. al.* Global environmental changes: setting of priorities for Latin American coastal habitats. Global Change Biology, v. 19, p. 1965–1969, 2013. doi: 10.1111/gcb.12186.
- TRYGONIS, V., SINI, M. photoQuad: a dedicated seabed image processing software, and a comparative error analysis of four photoquadrat methods. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 424-425, p. 99-108, 2012.
- UNDERWOOD, A. J. Comparative studies on the biology of *Nerita atramentosa* Reeve, *Bembicium nancum* (Lamarck) and *Cellana tramoserica* (Sowerby) (Gastropoda: Prosobranchia) in S.E. Australia. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, v. 18, p. 153–172, 1975. doi:10.1016/0022-0981(75)90071-4
- UNDERWOOD, A. J. A refutation of critical levels as determinants of the structure of intertidal communities on British shores. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, v. 33, p. 261–276, 1978. doi:10.1016/0022-0981(78)90013-8
- WAHL, M., SAWALL, Y., AND SADERNE, V. How good are we at assessing the impact of ocean acidification in coastal systems? Limitations, omissions and strengths of commonly used experimental approaches with a special emphasis on the neglected role of fluctuations. Marine and Freshwater Research, v. 67, p. 25–36, 2016. doi:10.1071/MF14154
- WETHEY, D. S., WOODIN, S. A., HILBISH, T. J., JONES, S. J., LIMA, F. P., AND BRANNOCK, P. M. Response of intertidal populations to climate: effects of extreme events versus long term change. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., v. 400, p. 132–144, 2011.
- WINER, B. J., BROWN, D. R., & MICHELS, K. M. Statistical principles in empirical design. New York: McGraw, 1991.

- YONESGUIGUE Y, VALENTIN J. L. Comunidades algais fotofilas de infralitoral de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. *Gayana Botanica*, v. 45, p. 61-75, 1988.
- YONESHIGUE-VALENTIN Y, VALENTIN J. L. Macroalgae of the Cabo Frio upwelling region, Brazil: Ordination of communities. In: *Coastal Plant Communities of Latin America*. Academic Press, p. 31-50, 1992.
- ZAMPROGNO, G. C.; FERANDES, L. L.; FERNANDES, F. C. Spatial variability in the population of *Isognomon bicolor* (C. B. Adams, 1945) (Mollusca, Bivalvia) on rocky shores in Espirito Santo, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 58 (1), p. 23-29, 2010.
- ZAMPROGNO, G. C.; FERNANDES, F. C.; FERNANDES, L. L. Temporal and spatial variation of rocky shores intertidal benthic communities in Southeast Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, Porto Alegre, v. 102 (4), p. 375-383, 2012.
- ZAMPROGNO, G. C.; COSTA, M. B.; BARBIERO, D. C.; FERREIRA, B.S.; SOUZA, F. T. V. M. Gastropod communities associated with *Ulva* spp. Littoral zone in southeast Brazil. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, v. 41(5), p.968-978, 2013.