Mariana Sousa Melo

Comparação espaço-temporal de comunidade bentônica e
estabelecimento de uma estação de monitoramento de
longo prazo na Baía de Ubatuba, São Paulo, SP

Spatial-temporal comparison of benthic community and
establishment of a long-term monitoring station in
Ubatuba, São Paulo – SP

São Paulo
2018

Mariana Sousa Melo

Comparação espaço-temporal de comunidade bentônica e
estabelecimento de uma estação de monitoramento de
longo prazo na Baía de Ubatuba, São Paulo, SP

Spatial-temporal comparison of benthic community and
establishment of a long-term monitoring station in
Ubatuba, São Paulo – SP

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: Prof. Dr. Flávio Berchez

São Paulo
2018

Resumo Geral

O conhecimento e compreensão dos processos que regem a dinâmica das comunidades são alguns dos objetivos da ecologia. Com o crescente impacto gerado pelas ações antrópicas e em particular a existência de mudanças climáticas globais, estudos para entender a distribuição de comunidades se tornam mais necessários. Especialmente no Brasil, que mesmo com o aumento considerável de pesquisas, os costões rochosos ainda são ambientes pouco investigados, o que dificulta a detecção de mudanças na estrutura dessas comunidades devido a ausência de observações prévias. No entanto, poucos são os projetos em costões rochosos que visam detectar estas alterações ao longo do tempo e estão ainda em sua fase inicial. Como alternativa, estudos descritivos realizados em décadas prévias se constituem em uma linha de base e fonte de comparação para que seja determinado o status atual da comunidade. Com base em dados pretéritos da década de 1980, esse estudo tem como objetivo a comparação temporal da estrutura da comunidade bentônica do costão à direita da Praia de Itaguá em Ubatuba, município do litoral norte do Estado de São Paulo. As coletas foram feitas no mesmo local e utilizando o mesmo delineamento experimental durante o inverno de 2017. Foram utilizadas duas estratégias: a primeira para determinação do padrão de zonação, com amostragens ao longo de transecção vertical desde o supralitoral até a parte inferior do médiolitoral, utilizando-se elementos amostrais quadrados de 50 x 50cm. Para determinar a composição de espécies e repartição espacial na faixa inferior do médiolitoral, foram aleatorizados elementos amostrais quadrados de 20 x 20cm. Em ambos os casos foram avaliados o recobrimento percentual das espécies dominantes e no primeiro, a largura das faixas de organismos dominantes. ANOVA one-way foi aplicada, sendo os dados considerados paramétricos, de forma a sustentar a hipótese estabelecida de que houve alterações significativas na estrutura da comunidade. Além disto, foi acrescentada ao estudo uma estação de monitoramento de longo prazo seguindo as diretrizes do protocolo da Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos (ReBentos) no mesmo local onde a transecção vertical foi amostrada para comparação. As amostragens foram realizadas durante o verão e inverno de 2017, com 3 réplicas por período, onde os elementos amostrais foram distribuídos em 3 faixas (superior, intermediária e inferior) do médiolitoral, com 5 elementos amostrais de 10 x 10cm na faixa superior e 5 elementos amostrais de 20 x 20cm nas faixas intermediária e inferior, além de 5 transectos verticais para medir a largura de faixa horizontal dos organismos. Análises multivariadas (PERMANOVA two-way, PCA, Cluster e nMDS) foram aplicadas para os dados, considerados não paramétricos. Tanto os dados de comparação quanto os da estação de monitoramento apontaram uma alteração principalmente na distribuição e percentual de cobertura de *Pterocladia capillacea* que aparentemente diminuiu, enquanto a alga *Aglaothamnion uruguayense* apresenta um aumento considerável desses parâmetros se comparado aos dados encontrados em trabalhos anteriores.

Palavras-chave: Costões Rochosos; Ubatuba; Variabilidade espaço-temporal; Monitoramento de costões rochosos; ReBentos.

General Abstract

To know and understand the processes that rule community dynamics are some of the Ecology objectives. As the impacts caused by anthropic activities are increasing, particularly the global climate changes, studies about the distribution of communities have become important. In Brazil, even though the increase of researches, rocky shores are still little studied, impairing the detection of changes in communities' structure due to the lack of previous observations. However, there are few rocky shores projects aiming to detect those changes in communities through the time and they are still at an early stage. As an alternative, descriptive studies from past decades are a good baseline and source of comparison to establish the actual stage of a community. In this sense, according to data from the 80s, we aim to make a temporal comparison of the benthic community of the right rocky shore of the Itaguá Beach in Ubatuba city in the north coast of São Paulo State. We collected data during the winter of 2017 in the same place and using the same sample design of the comparative study. In this study, we used two strategies: (1) square samples of 50 x 50 cm were placed along the vertical transection from the upper intertidal to the inferior part of the middle intertidal to determine the zonation pattern, and (2) square samples of 20 x 20 cm were randomized to determine the species composition and the spatial division in the inferior part of the middle intertidal. In both cases, the percentage coating of dominant species was evaluated, as well as the band width of dominant organisms of the first strategy. We used ANOVA one-way for data analysis (parametric data), testing the hypothesis that there are significant changes in the community's structure. Moreover, a long-term monitoring station, following the protocol guidelines of Benthic Habitats Monitoring Net (ReBentos) in the same place of the vertical transection sampled for comparison. We sampled during the summer and winter of 2017, with three replicas by period and distributed along three bands (superior, middle and inferior) of middle intertidal. We distributed 5 samples of 10 x 10 cm in the superior band and 5 of 20 x 20 cm in the middle and inferior bands, as well as 5 vertical transects to measure the width of the horizontal band of organisms. We considered non-parametric data and used multivariate (PERMANOVA two-way, PCA, Cluster and nMDS) analysis. The findings highlight an alteration, mainly in the distribution and percentage coating of *Pterocliadiella capillacea* that apparently decreased while *Aglaothamnion uruguayense* showed a great increase of those parameters, according to the comparison with previous data.

Key-words: Rocky shores; Ubatuba; space-temporal variability; rocky shores monitoring; ReBentos.

INTRODUÇÃO GERAL

Costões Rochosos e histórico geral de ecologia bentônica

O Brasil tem cerca de 70% da sua população vivendo próxima ao mar, utilizando seus recursos direta ou indiretamente de diversas formas (BRANDINI, 2016). O país comporta diversos ecossistemas costeiros ao longo de 7.367 km de extensão litorânea, dos quais podemos citar dunas, praias arenosas, estuários, restingas, manguezais, marismas, recifes e os costões rochosos. Como são considerados ecossistemas de transição, estão sujeitos à processos oriundos tanto do ambiente terrestre quanto marinho (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2002).

Dentre os citados, os costões rochosos são ecossistemas costeiros bentônicos considerados marinhos por receberem maior influência provinda de processos do oceano e pelas características da biota/biodiversidade que abriga/compõem. Considerado um dos mais produtivos, dá suporte para o desenvolvimento, alimentação, reprodução e consequentemente, abrigo para uma gama de organismos, principalmente macroalgas e invertebrados, além da alta conectividade com outros ecossistemas costeiros (THOMPSON *et al.*, 2002; COUTINHO & ZALMON, 2009).

Os costões rochosos são afloramentos rochosos de formação ígnea (basalto e/ou granito) que podem apresentar-se como paredões verticais ou como rochas fragmentadas (matacões). São os mais abrangentes dos substratos consolidados do litoral brasileiro, sendo encontrados desde o norte do Rio Grande do Sul até o Maranhão, apresentando maior predominância entre o sudeste (pela proximidade com a Serra do Mar) e sul do país (BERCHEZ *et al.*, 2008; GHILARDI-LOPES *et al.*, 2012, COUTINHO *et al.*, 2016). Estes ambientes experimentam uma série de mudanças ambientais, dentre elas a variação diária das marés, que juntamente com outros fatores como a inclinação da rocha e o regime de ondas no local contribui para um padrão de distribuição horizontal dos organismos denominado zonação (MURRAY *et al.*, 2006).

Os padrões de zonação são bem conhecidos (STEPHENSON & STEPHENSON, 1949; LEWIS, 1964), discutidos também por pesquisadores no Brasil (OLIVEIRA & PAULA, 1983; COUTINHO, 1995) sendo basicamente definidos pelo supralitoral: região que recebe somente borrifos de água do mar durante o batimento de ondas, permanecendo emersa mesmo durante as marés mais altas; mediolitoral: região que fica emersa durante

as marés baixas e submersa durante as marés altas; e o infralitoral: que permanece submerso mesmo nas marés baixas.

O mediolitoral é a região mais estudada por conta de grande parte da biota ser sésil e por ser acessível durante as marés baixas, o que colabora para o desenvolvimento de metodologias simples, facilitando o experimento em campo (DUARTE & GUERRAZZI, 2004). Ainda assim, por conta das diversas variações ambientais que experimenta, delimita zonas de distribuição entre os organismos, indo dos mais adaptados às condições abióticas e que permanecem na faixa superior do mediolitoral (como Cirrípedes, mais resistentes à dessecação, por exemplo) aos mais adaptados às condições bióticas, como competição e predação (macroalgas, esponjas e briozoários) (COUTINHO & ZALMON, 2009).

Costões rochosos são alvo de pesquisas pelo menos desde o século XIX, com os primeiros estudos relatados na Europa (AUDOUIN & MILNE-EDWARDS, 1832), e também, trabalhos avaliando a distribuição dos organismos em zonas horizontais (STEPHENSON & STEPHENSON, 1949, 1972 e LEWIS, 1964), experimentos ecológicos surgindo na década de 1960 na América do Norte (CONNELL, 1961; PAINE, 1966, 1969), incentivando novas abordagens e experimentos na Europa (LEWIS, 1976; HARTNOLL & WRIGHT, 1977; HUGHES, 1980a; REISE, 1985), África (BRANCH, 1976; GRIFFITHS, 1981) e Oceania (UNDERWOOD 1975, 1978; LUCKENS, 1976). Um histórico completo das principais pesquisas em âmbito mundial pode ser encontrado em Hawkins *et al.* (2016), que conclui ser imprescindível atrelar estudos naturalistas e trabalhos de campo a técnicas modernas de biologia molecular para possibilitar o entendimento de mudanças em curto prazo e que, através de desenhos baseados em metanálises e modelagem, pode-se contribuir para identificar as respostas dos organismos a longo prazo.

Histórico de estudos em Costões Rochosos de Ubatuba

Conseguimos ter uma perspectiva sobre os estudos realizados em costões rochosos no Brasil a partir de levantamentos históricos realizados por Ghilardi (2007) e publicado por Ghilardi *et al* (2008), sendo encontrados também em Ribeiro (2010) e Coutinho *et al* (2016).

O levantamento feito por Coutinho *et al* (2016) lista trabalhos realizados em recifes e costões rochosos, obtendo um total de 327 trabalhos desde artigos, teses e dissertações a capítulos de livros e procedimentos ao longo de 70 anos de pesquisas na costa brasileira (publicações de 1944 a 2014). Destes, 200 são atribuídos a experimentos realizados com a biota presente em costões rochosos que, tendo iniciado na década de 40 (RAWISTCHER, 1944) com olhar descritivo e naturalista, obteve aumento considerável de pesquisas nos anos 80, principalmente por experimentos que envolviam a comunidade bentônica, bem como estudos ecológicos e observacionais ao longo do tempo que apresentaram aumento a partir de 2010. Os autores relatam uma quantidade mínima de estudos relacionados às mudanças climáticas, mostrando o quão importante se faz esse tipo de estudo em nossa costa.

A ecorregião Sudeste do Brasil (que abrange a costa desde Cabo Frio – RJ até Florianópolis – SC segundo SPALDING *et al.*, 2007) concentrou o maior número de pesquisas em costões, o que pode ser explicado pelo fato desse substrato consolidado ser mais encontrado nessa ecorregião, além de abrigar a maior parte dos pesquisadores, resultando então em 161 trabalhos contra 39 encontrados em outras ecorregiões. Destes, 47% foram realizados no Estado do Rio de Janeiro e 37% no Estado de São Paulo, com o município de Santos reunindo o maior número de pesquisas (42%) e o município de Ubatuba vindo em seguida (contemplando 31% das pesquisas) (COUTINHO *et al.*, 2016).

O presente estudo foi realizado no costão à direita da Praia de Itaguá, Baía de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo. Esse município costeiro possui 54,53% de áreas de preservação permanente, com extensão de 100km de costa abrigando aproximadamente 100 praias, além de manguezais, restingas, costões rochosos e ilhas (INSTITUTO PÓLIS, 2013).

Alguns trabalhos que serão detalhados a seguir foram realizados em Ubatuba, mas não estão no levantamento realizado por Coutinho *et al.*, 2016, porém, serão citados por conter informações pertinentes à esse trabalho (são eles: JOLY, 1965; OLIVEIRA Fº & SAZIMA, 1973; BERCHEZ, 1985; OLIVEIRA *et al.*, 1996; FACCINI, 1998; COIMBRA, 1998; SANDY, 2017).

O primeiro trabalho encontrado realizado em Ubatuba é datado da década de 1960, com observações realizadas no costão da Praia Grande e Praia do Lamberto (próximo a base norte do Instituto de Oceanografia da Universidade de São Paulo). Nonato & Pérès (1961) observaram semelhanças entre os padrões de distribuição nos costões observados

em Ubatuba com os do Mediterrâneo, relatando a presença dos Cirrípedes *Chthamalus* e *Tetraclita* entre as faixas superior e intermediária do mediolitoral respectivamente, além de macroalgas como as calcárias crostosas e articuladas (dos gêneros *Jania* e *Amphiroa*) e *Sargassum* (encontrada com maior abundância em locais próximos à Praia do Lamberto) além de poliquetos nas faixas inferiores. A alga *Pterocladia pinnata* (atualmente *Pterocradiella capillacea*) é observada em local considerado ‘calmo’ pelos autores, em fendas abaixo dos locais ocupados por Alga Calcária Crostosa e poliquetos do gênero *Phragmatopoma*.

Já o trabalho de Joly (1965) teve como objetivo o levantamento taxonômico de algas marinhas encontradas no litoral norte do Estado de São Paulo e regiões próximas, com coletas desde o município de Bertioga – SP até Paraty –RJ. Reconhecido até hoje como um dos mais importantes trabalhos realizados na costa brasileira (assim como JOLY, 1957 realizado em Santos - SP), apresenta descrições e pranchas de 207 espécies distribuídas em 110 gêneros, sendo 44 espécies de Chlorophyta, 27 Ochrophyta e 137 Rhodophyta. O autor relata que uma das causas para a diversidade de macroalgas encontradas na região pode ser explicada pela diversificação de ambientes encontrados, já que a topografia recortada da região promove diversos ambientes como baías, enseadas, sacos, pontas, canais, praias e ilhas, além de diversas condições de exposição às ondas. Esta chave de identificação (JOLY, 1965) foi utilizada no trabalho proposto aqui para que fosse possível uma primeira busca das características encontradas em algas ainda não reconhecidas ou aquelas que necessitavam de confirmação da espécie, sendo utilizados também trabalhos mais atuais para a identificação dos organismos.

Oliveira Fº & Sazima (1973) realizaram observações e experimentos entre 1968-1971 tendo como objetivo a biologia da Rhodophyta *Pterocladia capillacea* (atualmente *Pterocradiella capillacea*), observando a recolonização, brotamento e fenologia com base em populações naturais encontradas no costão rochoso localizado na Praia de Domingas Dias. Os autores concluíram que a espécie ocorria durante todo o ano, podendo ser considerada uma espécie perene, com reprodução vegetativa eficiente e sem uma estação definida para a reprodução, já que conseguiram encontrar produção tanto de gametas masculinos e femininos quanto tetrásporos (plantas nestas condições encontradas com maior frequência) nas algas coletadas durante o ano todo. Além destes resultados, os autores também realizaram experimentos afim de definir uma melhor forma para coletar essas algas em bancos naturais, pois havia um crescente interesse na exploração dessa espécie para fins industriais utilizando seu ágar.

O trabalho de Oliveira Fº & Mayal (1976) é um marco em estudos de ecologia marinha bentônica no Brasil. O objetivo dos autores foi estabelecer a distribuição sazonal de organismos na zona entre marés utilizando elementos amostrais com desenho amostral estruturado. Foram realizadas vistorias periódicas em linhas fixas, dispostas em transectos verticais na Praia do Lamberto (local ‘abrigado’) e Praia Grande (local ‘exposto’), ambas sujeitas ao mesmo desnível de maré, e para que isso fosse apontado, utilizou-se dispositivo de nível d’água. A análise realizada foi a qualitativa a partir de estimativa visual, tendo como resultado o percentual de recobrimento dos organismos. Os dados não são expressos em cálculos, sendo que os resultados foram apresentados apenas de forma descritiva através de largura de faixa e perfil diagrama.

É imprescindível mencionar que no estudo em questão, há descrição de um local abrigado onde o fator concebido como decisivo para a diversidade das zonas de algas é a herbivoria (por exemplo, por conta dos ouriços-do-mar), diferentemente do local exposto, onde se percebeu uma maior quantidade de faixas de algas resistentes à ação das ondas, com número menor de herbívoros. Ambas as praias apresentam faixa de *Sargassum* com pouca diferença, mas as outras faixas de organismos são distintas. Os organismos dominantes nas praias determinaram as principais faixas: na Praia do Lamberto (local ‘abrigado’) foi possível constatar que acima da faixa de *Sargassum*, encontra-se pequena faixa de *Acanthophora*, seguida por uma faixa considerável de *Crassostrea* e acima, uma faixa menor de *Littorina*. Já na Praia Grande (‘exposta’) é possível notar maior diversidade e extensão da ocupação dos organismos, sendo que acima da faixa de *Sargassum* encontram-se faixas de *Corallinaceae* e *Tetraclita* proporcionais e acima destas, uma grande faixa de *Chthamalus* equivalente a toda área descrita da Praia do Lamberto (OLIVEIRA Fº & MAYAL, 1976).

Oliveira Fº & Paula (1983) realizaram amostragens na Praia de Fortaleza, onde são apresentadas condições topográficas e orientação em relação ao mar consideradas favoráveis pelos autores, já que são observadas comunidades de costão ‘batido’ e ‘protegido’ separados por poucos metros, possibilitando a análise simultânea dos dois ambientes. Além disso, o local apresentava pouca interferência humana na época, facilitando as condições do ambiente a ser estudado. Foi constatado que a densidade da distribuição vertical dos organismos da zona entre marés no início do verão ocorre não só pela variação das marés, mas que o grau de agitação da água que interfere no nível médio do mar também deve ser considerado. Os autores sugeriram uma nomenclatura adequada

para se referir as zonas de organismos em português e estas são apresentadas em seu trabalho.

Apresentaram resultados obtidos em observações feitas em períodos mais regulares, durante 15 meses seguidos e depois, continuam com menos frequência em um período de 5 anos, para que fosse possível compreender melhor a distribuição sazonal das comunidades do costão ‘batido’ e ‘protegido’, auxiliando futuras averiguações deste tipo de habitat. Basicamente, as faixas são ocupadas por *Littorina* na faixa superior do costão, com *Chthamalus* e *Tetraclita* na zona de médiolitoral e *Sargassum* na faixa inferior do mediolitoral. Em Oliveira Fº & Paula (1983) constatou-se que o local batido apresenta maior diversidade de algas do que o local protegido, o que também é averiguado em Oliveira Fº & Mayal (1976).

O trabalho de Berchez (1985) foi utilizado pelo presente estudo para comparar parte dos resultados adquiridos na década de 1980 com os resultados coletados em 2017 e que serão apresentados a seguir (no Capítulo 1). A dissertação apresentada por Berchez (1985) foi posteriormente publicada, resultando em dois trabalhos (BERCHEZ & OLIVEIRA, 1990 e OLIVEIRA Fº & BERCHEZ, 1993) que serão detalhados posteriormente, mas que basicamente teve como objetivo compreender a biologia e ecologia da Rhodophyta *Pterocliadiella capillacea* em bancos naturais na Praia de Itaguá, realizando experimentos em campo, cultivos em tanque e *in vitro*, afim de verificar a eficácia de cultivos para essa alga de especial interesse econômico.

A Praia do Lázaro foi o local das amostragens realizadas por Eston (1987) em sua dissertação, a qual estudou a Ochrophyta *Sargassum cymosum*, sua distribuição e interação com outras algas, já que poucos trabalhos haviam sido realizados com foco nessa alga, mesmo já comprovada sua ampla distribuição no litoral norte de São Paulo.

O trabalho de Johnscher-Fornasaro *et al.* (1990) teve grande esforço amostral, já que foram realizadas amostragens em 19 praias, sendo 9 delas em Ubatuba (inclusive em Itaguá, próximo a saída do Rio Acaraú). Os autores identificaram comunidades semelhantes e correlacionaram as características obtidas a partir de dados quantitativos com salinidade e temperatura, abordando também questões quanto a poluição por petróleo que segundo os autores, chegava aos costões através de ventos e correntes marinhas. Encontraram semelhança entre as comunidades observadas em costões verdadeiros, matações e substratos artificiais, com predominância do Cirrípede *Chthamalus* sp. em todos os locais amostrados.

Osse (1995) estudou a composição da comunidade de mediolitoral, observando as alterações espaço-temporais a partir da descrição vertical e abundância dos organismos, reconhecendo associações de espécies e descrevendo as micro-repartições e diversidade de espécies dominantes na Praia da Fortaleza, mais especificamente no costão da Ponta da Fortaleza.

O costão rochoso da Praia de Itaguá foi alvo de estudos com a alga *Pterocladia capillacea* por conta da abundância dessa espécie no local. Oliveira *et al.* (1996) realizaram estudos entre 1992-1993 com populações naturais da alga em questão afim de verificar a variação do rendimento de ágar em algas coletadas em locais de diferente exposição à ação das ondas. A dissertação de Coimbra (1998) buscou contemplar tanto o aspecto metodológico, adaptando técnicas de amostragem em costão composto por matas de diferentes tamanhos, bem como o aspecto descritivo, a fim de reconhecer padrões de repartição espaço-temporais de comunidades sujeitas a diferentes graus de hidrodinamismo. Faccini (1998) realizou seu trabalho com foco na ecologia e manejo de bancos naturais de *Hypnea musciformis*, sendo coletados também dados da distribuição vertical das espécies nas estações amostradas. Ambos os trabalhos citados foram realizados no mesmo costão onde as amostragens do presente estudo foram coletadas (costão à direita da Praia de Itaguá, Ubatuba). Descrevem a distribuição de organismos encontrados também em 2017 (menos OLIVEIRA *et al.*, 1996 cujo o foco era somente as populações de *P. capillacea*), como *Chthamalus bisinuatus* e *Tetracita stalactifera* para a faixas superior e intermediária do mediolitoral, e *Gymnogongrus griffithsiae* e *Pterocladia capillacea* entre as faixas intermediária e inferior, respectivamente.

Em Széchy & Paula (2000) foi descrita a estrutura biológica de bancos de *Sargassum* do litoral dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo. Comunidades de 16 costões rochosos foram amostradas aleatoriamente durante 1991 e 1992, inclusive o costão da Praia de Itaguá. Jacobucci & Leite (2002) verificaram a sazonalidade na distribuição de fauna vagil em *Sargassum cymosum* na Praia do Lázaro entre primavera de 1997 e verão, outono e inverno de 1998.

O Parque Estadual da Ilha Anchieta foi alvo de estudos em ecologia de costões rochosos que serão detalhados a seguir (GHILARDI, 2007; PEREIRA, 2007; RIBEIRO, 2010 e SANDY, 2017). Enquanto Ghilardi (2007) amostrou o costão leste da Praia do Presídio, Pereira (2007) realizou suas amostragens no costão oeste da Praia das Palmas e Ribeiro (2010) entre a Praia de Fora e a Ponta Norte, ambos no infralitoral, utilizando metodologia baseada em descrições fisionômicas, com base em unidades heterogêneas de

paisagem que podem ser definidas como povoamentos, com exemplos de categorias denominadas ‘banco’, ‘crosta’, ‘colônia’ e ‘tapete’. As teses abordam histórico de ecologia bentônica, bem como a utilização de novas metodologias no levantamento de informações sobre a composição das comunidades de infralitoral. O trabalho de Sandy, 2017 será detalhado a seguir por conta da ordem cronológica.

Jacobucci *et al.* (2009) avaliou a influência de fatores abióticos e bióticos em variações temporais de *Sargassum filipendula*. Amostras mensais de componentes abióticos, densidade de larvas de anfípodes e biomassa de epífitas foram obtidas de um banco de *Sargassum* no costão da Praia da Fortaleza.

Um dos trabalhos que abordou a questão de organismos invasores foi a dissertação de Aranha (2010), que verificou a ocorrência do bivalve *Isognomon bicolor* em 15 praias no litoral paulista, sendo 5 delas no município de Ubatuba. Esse bivalve é encontrado em locais antes ocupados por *Brachidontes*, nativo de nosso litoral, porém, os dados encontrados apontam uma queda no percentual de cobertura do organismo invasor devido a um evento de mortalidade em massa ocorrido anteriormente.

Já em Blanco *et al.* (2011), a espécie alvo foi o caranguejo *Microphrys bicornutus*, que vive associada a substratos secundários em margens rochosas, com informações sobre sua dinâmica populacional e relação com o hidrodinamismo da costa. O objetivo deste estudo foi descrever a estrutura populacional da espécie nas margens rochosas de médiolitoral das Praias de Matarazzo, Itaguá, Praia Grande, Enseada e Maranduba além de verificar a influência da exposição das ondas sobre a densidade deste caranguejo.

Daunt (2013) observou como a fragmentação de habitat influencia a estrutura de comunidades associadas a algas em amostragens realizadas na Praia do Lamberto. Foram listadas as espécies da fauna que incrustou o substrato artificial, onde os resultados indicaram que a riqueza de táxons e a abundância de Gastropoda foram maiores nas ‘bordas’. Não foram encontradas diferenças na fauna dos remanescentes, mas a comunidade formada posteriormente ao impacto da fragmentação experimental apresentou maior diversidade e menos abundância de Gammaridea, Ophyuroidea e Pycnogonida. Segundo a autora, ambientes de ‘borda’ podem apresentar maior riqueza e abundância, em função de maior aporte de organismos e nutrientes.

Como citado anteriormente, o trabalho de Sandy (2017) foi realizado no Parque Estadual da Ilha Anchieta, porém, com abordagem diferente daqueles detalhados anteriormente. Sandy (2017) amostrou parte do costão leste da Praia do Presídio assim como Ghilardi (2007), porém, suas coletas se concentraram no médiolitoral, onde sua

proposta foi estabelecer uma estação de monitoramento de longo prazo (que permanece coletando dados desde 2014) com metodologia baseada no protocolo “Monitoramento de Longo Prazo de Costões Rochosos” da Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros – ReBentos (COUTINHO *et al.*, 2015). Os resultados obtidos demonstraram que, neste costão na época de amostragem (inverno de 2014 e verão de 2015) que assim como outros estudos realizados na ecorregião, *Chthamalus bisinuatus* predomina na faixa superior do mediolitoral, *Tetracrita stalactifera* é encontrada na faixa intermediária e macroalgas dos gêneros *Amphiroa*, *Jania*, *Hypnea*, *Gracilaria*, *Acanthophora*, *Laurencia* e *Sargassum* são encontradas na faixa inferior do mediolitoral, com diferença sazonal na cobertura percentual somente de *Tetracrita stalactifera*.

Por fim, elucida-se que apesar de diversos assuntos abordados durante 58 anos de pesquisas realizadas em Ubatuba (visando somente aquelas atribuídas à costões rochosos) é possível verificar que ainda existem lacunas quanto à estudos que consigam reunir dados históricos a fim de uma comparação temporal. E mesmo com a estação de monitoramento estabelecida por Sandy (2017), é imprescindível que os esforços para o monitoramento dessa costa sejam garantidos para estabelecer dados que possam ser utilizados na prevenção e mitigação de impactos associados aos ecossistemas costeiros (HAWKINS *et al.*, 2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As amostragens para comparação com dados pretéritos fornecidos no trabalho de Berchez (1985) foram realizadas no inverno de 2017, enquanto que para a estação de monitoramento, os dados foram coletados tanto no verão quanto no inverno de 2017. Os capítulos foram apresentados de forma complementar, pois a partir de visitas anteriores, contou-se alterações que poderiam ser avaliadas tanto a partir da comparação (que já havia sido planejada para o inverno) quanto através de monitoramento mais regular, já que as mudanças puderam ser observadas previamente, fazendo com que a estação de monitoramento fosse acrescentada ao projeto proposto anteriormente.

A comparação com dados pretéritos apontou diferenças entre os dados encontrados por Berchez (1985) com os esplanados aqui, corroborando com a hipótese de que encontraríamos diferenças significativas acerca da comunidade investigada nos locais denominados A1 e PD, informando ainda que uma alga pouco relatada anteriormente (*A. uruguayense*) é uma das mais representativas atualmente, sendo apontada por outros estudos como organismo com potencial biotecnológico (MARTINS *et al.*, 2018) e para utilização como suplemento alimentar (LOURENÇO *et al.*, 2002; BARBARINO & LOURENÇO, 2005; MARTINS, 2013). Além disso, apresentou queda na cobertura de *P. capillacea*, que pode corresponder à uma maior produtividade e papel ecológico (FERREIRA *et al.*, 2001) quando comparada a *A. uruguayense*.

Na estação de monitoramento baseada no protocolo “Monitoramento de Longo Prazo de Costões Rochosos” da ReBentos (COUTINHO *et al.*, 2015), observou-se queda na cobertura e largura de faixa de *P. capillacea* do verão para o inverno, o que foi relatado em outros estudos no México (SCROSATI, 2002) e Itália (BOTTALICO *et al.*, 2008), por exemplo. Porém, ocorreu de forma oposta com *A. uruguayense*, que apresentou aumento no percentual de cobertura e largura de faixa do verão para o inverno, sendo a única faixa (inferior do mediolitoral) que corroborou com a hipótese de que variações sazonais seriam relatadas quanto ao percentual de cobertura e largura de faixa das UOs dominantes do mediolitoral do costão monitorado.

O presente estudo colaborou então para que informações de distribuição de comunidades bentônicas do costão à direita da Praia de Itaguá fossem disponibilizadas, apresentando resultados que apontam diminuição de espaços ocupados por *P. capillacea* e aumento na cobertura percentual de *A. uruguayense*, o que difere de trabalhos realizados

anteriormente no mesmo local, mostrando a necessidade de abordagens que busquem avaliar tanto a distribuição quanto a alteração das comunidades, o que pode ser complementado através do monitoramento de longo prazo proposto.

Reforça-se a necessidade de inclusão de dados abióticos para acrescentar correlações e, a partir de outros fatores, conseguir avaliar de forma mais consistente as mudanças que ocorrem através de flutuações habituais da comunidade em questão e as que são influenciadas por fatores de mudanças ambientais (HAWKINS *et al.*, 2017), contribuindo para a gestão costeira e efetivação de políticas públicas, o que é de extrema importância para a preservação ambiental e valorização dos serviços ecossistêmicos que as regiões costeiras proporcionam.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARANHA, T. P. Situação atual da ocorrência do bivalve invasor *Isognomon bicolor* no litoral norte paulista e variabilidade genética da espécie no sudeste brasileiro. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.
- AUDOUIN, J. V.; MILNE-EDWARDS, H. Recherches pour Servir a l'Histoire Naturelle au Litbakertoral de la France. Cruchard, Paris, 1832.
- BARBARINO, E.; LOURENÇO, S. O. An evaluation of methods for extraction and quantification of protein from marine macro and microalgae. J. Appl. Phycol, v. 17, p. 447- 460, 2005.
- BERCHEZ, F. A. S.; OLIVEIRA, E. C. Growth rate, in vitro, of the agar producing seaweed *Pterocladia capillacea* (Rhodophyta, Gelidiaceae) under different conditions of light, temperature and nutrients. Revista Brasil. Bot. v.13, p. 55-59, 1990.
- 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, 1 ed. São Carlos, Rima Editora, p. 167-180, 2008.
- BERCHEZ, F. A. S.; Aspectos da ecologia e biologia da alga agarófita *Pterocladia capillacea* (Rhodophyta, Gelidiaceae). Dissertação de Mestrado. Univ. de S. Paulo. S. Paulo, p. 130, 1985.
- BLANCO, C.G.; GUSMÃO-JUNIOR, J. B. L.; CHRISTOFOLETTI, R.; COSTA, T. M. Hydrodynamism and its influence on the density of the decorator crab *Microphrys bicornutus* (Mithracidae) on intertidal rocky shores from a subtropical region. Marine Biology Research, v. 7, p. 727-731, 2011.
- BOTTALICO, A.; FOGLIE, C. I. D.; FANELLI, M. Growth and reproductive phenology of *Pterocladia capillacea* (Rhodophyta: Gelidiales) from the southern Adriatic Sea. Botanica Marina, v. 51, p. 124–131, 2008.
- BRANCH, G. M. Interspecific competition experienced by South African *Patella* species. Journal of Animal Ecology, v. 45, p. 507–529, 1976.
- BRANDINI, F. Mar Brasil, 1ed. São Paulo, Auana, p. 336, 2016.
- COIMBRA, C. S. Caracterização ecológica das comunidades bentônicas da região entre-marés no costão sul da Praia do Itaguá, Ubatuba. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, p.150, 1998.
- 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.
- COUTINHO, R. Avaliação crítica das causas da zonation dos organismos bentônicos em costões rochosos. Oecol. Brasil., v. 1, p. 259-271, 1995.

COUTINHO, R.; ZALMON, I.R. O Bentos de Costões Rochosos. In: PEREIRA, R.C. & SOARES-GOMES, A. (eds.). *Biologia Marinha*, Interciência Press, Rio de Janeiro, p. 147-158. 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.; YAGINUMA, L. E.; SIVIERO, F.; SANTOS, J. C.; LÓPEZ, M. S.; CHRISTOFOLETTI, R. A.; BERCHEZ, F.; GHILARDI-LOPES, N. P.; FERREIRA, C. E.; GONÇALVES, J. E. A.; MASI, B. P.; CORREIA, M. D.; SOVIERZOSKI, H. H.; SKINNER, L. F.; ZALMON, I. R. 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, p. 27-36, 2016.

DAUNT, A. B. P. Avaliação experimental da fragmentação do hábitat em comunidades de macroinvertebrados associados a macroalgas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, p.65, 2013.

DUARTE, L. F. L.; GUERRAZZI, M. C. Zonação do costão rochoso da praia do Rio Verde: padrões de distribuição e abundância. In: MARQUES O. A. V., DULEBA, W. (eds) *Estação ecológica Juréia-Itatins, Ambiente Físico, Flora e Fauna*. Editora Holos, Ribeirão Preto, p. 179–188, 2004.

ESTON, V. R. Avaliação experimental da dominância ecológica em uma comunidade de macroalgas do infralitoral rochoso (Ubatuba, SP, Brasil). Tese de Doutorado. Univ. de São Paulo, São Paulo, p. 95, 1987.

FACCINI, A. L. Ecologia e manejo de um banco natural de *Hypnea musciformes* (Rhodophyta, Gigartinales) no litoral Norte do Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 87, 1998.

FERREIRA C. E. L.; GONÇALVES J. E. A.; COUTINHO R. Community structure of fishes and habitat complexity on a tropical rocky shore. *Environ. Biol. Fish.* v. 61, p. 353-369, 2001.

GHILARDI, N.P. Utilização do método dos povoamentos na caracterização de comunidades bentônicas em trecho do infralitoral da Enseada das Palmas, Ilha Anchieta, Ubatuba. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, p 254, 2007.

GHILARDI, N. P.; PEREIRA FILHO, G. H.; BERCHEZ, F. Current knowledge status on the ecology of hard bottom benthic communities in Brazil and the need for new approaches. *Oecologia Brasiliensis*, v.12, p.197-205, 2008.

GHILARDI-LOPES, N. P.; HADEL, V. F.; BERCHEZ, F. A. S. Guia para educação ambiental em costões rochosos. Porto Alegre, Artmed, p. 200, 2012.

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.

HARTNOLL, R. G.; WRIGHT, J. R. Foraging movements and homing in the limpet *Patella vulgata* L. Journal of Animal Behavior, v. 25, p. 806–810, 1977.

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 forwards: The role of natural history in temperate reef ecology. Marine and Freshwater Research, v. 67, p. 1–13, 2016.

HAWKINS, S.J.; EVANS, A. J.; MIESZKOWSKA, N.; ADAMS, L.C.; BRAY, S.; BURROWS, M.T.; FIRTH, L.B.; GENNER, M.J.; LEUNG, K.M.Y.; MOORE, P.J.; PACK, K.; SCHUSTER, H.; SIMS, D.W.; WHITTINGTON, M.; SOUTHWARD, E.C. Distinguishing globally-driven changes from regional- and local-scale impacts: The case for long-term and broad-scale studies of recovery from pollution. Marine Pollution Bulletin, v. 124, p. 573–586, 2017.

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, London, Academic Press, v. 17B, p. 699–728, 1980a.

INSTITUTO PÓLIS. Resumo Executivo de Ubatuba - Projeto Litoral Sustentável: Desenvolvimento com Inclusão Social, p.23, 2013.

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, Brasil. Revta bras. Zool., v. 19 (Supl. 1), p. 87 -100, 2002.

JACOBUCCI, G. B., TANAKA, M. O., LEITE, F. P. P. Factors influencing temporal variation of a *Sargassum filipendula* (Phaeophyta: Fucales) bed in a subtropical shore. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, v. 89, p. 315–321, 2009.

JOHNSCHER-FORNASARO, G.; LOPES, C. F.; MILANELLI, J. C. Similaridade faunística entre comunidades da zona entremarés de costões rochosos do litoral norte do Estado de São Paulo. II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Estrutura, Função e Manejo, ACIESP, São Paulo, v. 3, p. 75–88, 1990.

JOLY A. B. Contribuição ao conhecimento da flora ficológica marinha da Baía de Santos e arredores. Botânica, v. 14, p. 217, 1957.

JOLY, A. B. Flora marinha do litoral norte do Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas. Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Universidade de São Paulo, São Paulo, n. 294. v.21, p.1-393, 1965.

JORGE, R. R. Composição de macroalgas em unidades de conservação insulares do Estado de São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado, Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, p. 238, 2015.

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.

LORENÇO, S. O.; BARBARINO, E.; DE-PAULA, J. C.; PEREIRA, L. O. S.; MARQUEZ, U. M. L. Amino acid composition, protein content and calculation of nitrogen-to-protein conversion factors for 19 tropical seaweeds. Phycological Research, v. 50, p. 233–241, 2002.

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.

MARTINS, A. P.; ZAMBOTTI-VILLELA, L.; YOKOYA, N. S.; COLEPICCOLO, P. Biotechnological potential of benthic marine alga collected along the Brazilian coast. Algal Research-Biomass Biofuels and Bioproducts, v. 33, p. 316-327, 2018.

MARTINS, A. P. Avaliação do potencial biotecnológico de macroalgas marinhas. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 188, 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade das zonas costeira e marinha, Fundação B. Fundação Bio-Rio, Sectam, Idema, SNE, Brasília, p. 404, 2002.

MURRAY, S. N.; AMBROSE, R. F.; DETHIER, M. N. Monitoring Rocky Shores. University of California Press, Berkeley, California, p. 220, 2006.

NONATO, E. F.; PÉRÈZ, J. M. Observation sur quelques peuplements intertidaux de substrat dur dans la région d'Ubatuba. Cahiers de Biologie Marine, v. 2, p. 263-270, 1961.

OLIVEIRA FILHO, E. C.; MAYAL, E. M. Seasonal distribution of intertidal organisms at Ubatuba, São Paulo (Brazil). Revista Brasileira de Biologia, v. 38, p. 305-316, 1976.

OLIVEIRA FILHO, E. C.; PAULA, E. J. Aspectos da distribuição vertical e variação sazonal de comunidades da zona das marés em costões rochosos do litoral norte do Estado de São Paulo, Encontro de Macrófitas Marinhas, 1. Instituto de Pesquisas da Marinha. Projeto Cabo Frio (147), Arraial do Cabo, p. 44-61, 1983.

OLIVEIRA, E. C. & I. P. SAZIMA. Estudos sobre a biologia de algas agarofitas I. - Recolonização, brotamento e fenologia em populações de *Pterocladia capillacea* (Rhodophyta, Gelidiaceae). Bol. Zool. Biol. Mar., N.S. v. 30, p. 677-690, 1973.

OLIVEIRA, E. C.; BERCHEZ, F. A. S. Resource biology of *Pterocladia capillacea* (Gelidiales, Rhodophyta) populations in Brazil. Proceedings of the Fourteenth International Seaweed Symposium. Hydrobiologia, v. 260/261, p. 255-261, 1993.

OLIVEIRA, E. C.; SAITO, R. M.; NETO, J. F. S.; GARÓFALO, G. M. C. Temporal and spatial variation in agar from a population of *Pretocladia capillacea* (Gelidiales, Rhodophyta) from Brazil. *Hydrobiologia* v. 326/327, p. 501-504, 1996.

OSSE, A. C. Aspectos da estrutura espaço-temporal de uma comunidade intermareal de costão rochoso da ponta da fortaleza – Ubatuba/SP. Dissertação de mestrado. Univ. de São Paulo, p. 69, 1995.

PAINE, R. T. Food web complexity and species diversity. *American Naturalist*, v. 100, p. 65–75, 1966

PAINE, R. T. The *Pisaster*–*Tegula* interaction: prey patches, predator food preferences and intertidal community structure. *Ecology*, v. 50, p. 950–961, 1969.

PEREIRA, A. P. V. Caracterização fisionômica da comunidade marinha bentônica de substrato consolidado do infralitoral no costão oeste da enseada das Palmas, Ilha Anchieta, Ubatuba - SP, Brasil. Universidade de São Paulo, p. 333, 2007.

RAWITSCHER, F. K. Algumas noções sobre a vegetação do litoral do Brasil. *Boletim da Associação Dos Geógrafos Brasileiros*, ano IV, n. 5, p. 13-28, 1944.

REISE, K. Tidal Flat Ecology, an Experimental Approach to Species Interactions. *Ecological Studies* 54. Springer-Verlag: Berlin., 1985.

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. Dissertação de Mestrado. Univ. de São Paulo, São Paulo, p. 205, 2010.

SANDY, B.L. Estabelecimento de uma estação de monitoramento de longo prazo em habitat bentônico de substrato consolidado no litoral do Atlântico Sul: Ecorregião Southeastern Brazil. Dissertação de Mestrado - Universidade de São Paulo, São Paulo, p.66, 2017.

SCROSATI, R. Morphological plasticity and apparent loss of apical dominance following the natural loss of the main apex in *Pterocladia capillacea* (Rhodophyta, Gelidiales) fronds. *Phycologia*, v. 41, p. 96-98, 2002.

SPALDING, M.D.; FOX, H.E.; ALLEN, G.R.; DAVIDSON, N.; FERDANA, Z.A.; FINLAYSON, M.; HALPERN, B.S.; JORGE, M.A.; LOMBANA, A.; LOURIE, S.A.; MARTIN, K.D.; McMANUS, E.; MOLNAR, J.; RECCHIA, C.A.; ROBERTSON, J. Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of coastal and shelf areas. *BioScience*, v. 57, n. 7, p. 573-587, 2007.

STEPHENSON, T. A.; STEPHENSON, A. The Universal feature of zonation between tide-marks on rocky coasts. *J. Ecol.*, v. 37, n. 2, p. 289-305, 1949.

STEPHENSON, T. A.; STEPHENSON, A. Life between tide marks on rocky shores, W.M. Freeman, San Francisco, p. 425 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. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 23, p.121-132, 2000.

THOMPSON, R. C; CROWE, T. P; HAWKINS, S. J. Rocky intertidal communities: past environmental changes, present status and predictions for the next 25 years. *Environmental Conservation*, v. 29 (2), p. 168–191, 2002.

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.

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.