



Ecologia de costões rochosos

Ecology of rocky shores

Tatiane Regina Moreno^[a], Rosana Moreira da Rocha^[b]

Resumo

Os costões rochosos constituem ecossistemas costeiros de fácil acesso, que têm possibilitado importantes estudos experimentais em ecologia. Informações provenientes de estudos nesse ambiente têm sido generalizadas para outros tipos de ambientes. Um breve histórico sobre estudos em ecologia de costões rochosos é apresentado, além da citação de alguns projetos desenvolvidos para esse tipo de ambiente no litoral brasileiro. Considerando o aumento nos impactos causados a esse ecossistema e a preocupação com sua conservação, evidencia-se a importância da intensificação de estudos sobre padrões de distribuição de organismos ao longo de gradientes ambientais naturais de grande escala, bem como a análise de mudanças na estrutura de comunidades bentônicas visando ao monitoramento diante de mudanças climáticas e dos efeitos biológicos da poluição marinha, e à detecção precoce de espécies introduzidas.

Palavras-chave: Comunidade bentônica. Ecossistema costeiro. Entremarés. Litoral brasileiro. Substrato consolidado.

Abstract

Rocky shores are coastal ecosystems of easy access that have made possible important experimental studies in ecology. Information generated from studies in this environment has been generalized for other types of environments. Here, we present a historical summary on studies in ecology of rocky shores and describe some projects developed in the Brazilian coast. Considering the increase of the impacts on this ecosystem and the concern about its conservation, we should intensify studies on patterns of distribution of organisms along large scale gradients, as well as the analysis of changes in the structure of benthic communities facing climate change and sea pollution, and aiming at precocious detection of introduced species.

Keywords: Benthic community. Coastal ecosystem. Intertidal. Brazilian coast. Consolidated substratum.



^[a] Doutora em Zoologia, pós-doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR - Brasil, e-mail: trmoreno@gmail.com

^[b] Doutora em Ecologia, docente do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR - Brasil, e-mail: rmrocha@ufpr.br

Recebido: 06/06/2012

Received: 06/06/2012

Aprovado: 11/07/2012

Approved: 07/11/2012

O ecossistema costão rochoso

No ambiente litorâneo, no limite entre o continente e o oceano, são encontrados diferentes ecossistemas costeiros, como manguezais, praias arenosas e costões rochosos. Os costões rochosos constituem ecossistemas marinhos de substrato consolidado, e como o próprio nome identifica, são formados por rochas. Tais afloramentos rochosos podem formar paredões verticais que, além de ocuparem a região de influência das marés, podem se estender por vários metros acima e abaixo do nível da água, ou então apresentar-se na forma de rochas fragmentadas. Dependendo da orientação, podem apresentar diferentes graus de exposição às ondas.

Dentre os ecossistemas marinhos costeiros bentônicos, os costões 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. Diferentes espécies encontram nesse tipo de ambiente local adequado para sua alimentação, seu crescimento e sua reprodução (Coutinho & Zalmon, 2009).

Diversos fatores físicos influenciam a distribuição vertical das espécies, como luminosidade e temperatura, oscilação e intensidade das marés, ação das ondas, salinidade, além da topografia e do tipo de substrato. O sobe e desce da água no ciclo das marés e os embates das ondas exigem que as diferentes formas de vida que ocupam os costões sejam adaptadas às condições peculiares desse ambiente, necessitando evitar a perda de água e suportar as variações de temperatura. Durante o período de maré baixa, os organismos permanecem expostos ao ar, sofrendo ação dos raios solares e a consequente alteração na temperatura e na umidade, além de alterações na salinidade, em caso de chuvas durante o período de emersão.

O batimento constante das ondas, especialmente em ressacas, obriga algas e muitos animais a se fixarem firmemente sobre as rochas ou a encontrar abrigo, por meio de apressórios em algas, bisso em mexilhões, substâncias cimentantes em cracas ou mucosas em anêmonas-do-mar. Outra estratégia para evitar o desprendimento do substrato é apresentar pequenos tamanhos, formas planas e pés grandes, como os observados em moluscos gastrópodes e quítons ou, ainda, pódios providos de ventosas em equinodermos

como estrelas, ouriços e pepinos-do-mar. Esponjas, briozoários e ascídias coloniais apresentam formas mais incrustantes e briozoários e hidrozoários possuem formas arborescentes e flexíveis.

Para diminuir o estresse térmico e a dessecação durante a baixa-mar, bivalves mantêm suas conchas hermeticamente fechadas, anêmonas retraem seus tentáculos, assumindo a forma de domo, e muitos animais, como caranguejos, anfípodes e outros crustáceos, poliquetos e nemertíneos podem migrar verticalmente, descendo com o nível da água, ou buscar abrigos em fendas ou em diferentes substratos biológicos. Alguns organismos são capazes de tolerar a perda de volume significativo de água de seus corpos, como a alga vermelha *Porphyra* sp. e os quítons (Nybakken & Bertness, 2005).

Em virtude dos efeitos de todos esses fatores físicos sobre os organismos, somados às interações ecológicas, os habitantes do costão ocupam faixas horizontais bem definidas, sendo esse padrão de distribuição reconhecido mundialmente e denominado *zonação*. Na faixa superior, onde os organismos encontram-se expostos ao ar de forma permanente, a distribuição é determinada principalmente pelos fatores abióticos, como a temperatura e a radiação solar; enquanto nas faixas inferiores, onde os fatores abióticos são mais estáveis, a distribuição dos organismos é influenciada principalmente pelas interações biológicas (competição, predação e herbivoria). Processos de recrutamento de larvas e propágulos também podem influenciar na distribuição espacial dos organismos.

Breve histórico dos estudos na área

Os costões rochosos podem ser considerados "laboratórios vivos" ou naturais, uma vez que a facilidade de acesso a esse ecossistema tem possibilitado a realização de muitos estudos, seja por observações diretas ou experimentação. Animais e vegetais são geralmente conspicuos, diversos e abundantes, considerados ideais para testes experimentais de hipótese sobre padrões e processos ecológicos, com temas relacionados à estrutura de comunidades, fisiologia dos organismos, recrutamento larval. Além disso, a grande diversidade de espécies pertencentes a diferentes grupos funcionais, as quais se encontram sob forte gradiente de condições ambientais, facilita estudos comparativos (Underwood, 2000).

Os trabalhos iniciais sobre ecologia dos costões rochosos apresentaram aspectos mais descritivos, especialmente referentes a estratégias adaptativas dos organismos. Muitos deles registraram os padrões de zonação, sendo estes padrões primeiramente reportados para Europa e Estados Unidos, no fim do século XIX. Em tais estudos, no entanto, não foram discutidas as causas desses padrões. Destacam-se os trabalhos de Kjellman (1877, 1878), nos quais o padrão de zonação foi determinado a partir da definição dos níveis de maré. Stephenson e Stephenson (1949), com base em estudos realizados por mais de 30 anos em diferentes partes do mundo (Inglaterra, América do Norte, África do Sul, Oceano Índico e Austrália), propuseram um padrão de zonação universal, definido principalmente com base na distribuição dos organismos. Os autores constataram uma faixa superior constituída por gastrópodes do gênero *Littorina* e pelo isópode *Lygia*, outra faixa logo abaixo representada por cirripédios (*Balanus*, *Chthamalus* e *Tetraclita*), e uma faixa mais inferior no costão, com a presença especialmente de algas pardas (*Laminaria*), ou corais, ou ainda da ascídia solitária *Pyura*, variando, nesse último caso, de acordo com a região estudada. Lewis (1961, 1964) 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.

Estudos de longa duração em comunidades de entremarés na Califórnia foram desenvolvidos por Hewatt (1937), que se utilizou de experimentos em campo para investigar a natureza dinâmica de comunidades marinhas. Investigou o recrutamento e como a dinâmica animal se altera com o desenvolvimento da comunidade ao longo do tempo.

Em meados do século XX, a ecologia de costões rochosos avançou, passando para uma fase mais dinâmica, com crescente aumento de estudos realizados com elaboração criteriosa de experimentos de manipulação como uma ferramenta investigativa decisiva e, também, com a aplicação de testes de hipóteses, trazendo importante contribuição para a ecologia animal. A partir da década de 1960, intensificaram-se os estudos fisiológicos e a utilização de métodos experimentais, com uma série de experimentos controlados no campo, os quais geraram uma base de generalizações aceitas sobre as causas da zonação em costões rochosos (Benson, 2002). Uma padronização para trabalhos de campo em ecologia, especialmente em ambiente marinho, foi

proporcionada pelos experimentos desenvolvidos por Joseph Connell e Robert T. Paine e seus seguidores. Vale destacar a importância desses trabalhos para ecologia em geral, uma vez que, a partir das evidências apresentadas foram possíveis extrapolações para outros tipos de ambientes.

Por exemplo, Connell (1961) desenvolveu um experimento clássico sobre competição interespecífica por duas espécies de cracas em costão rochoso na Escócia. O pesquisador removeu cada uma das espécies para testar o grau de competição entre elas, colocou gaiolas de exclusão para evitar a predação pelo gastrópode *Nucella lapillus* (Linnaeus, 1758) e mediu o recrutamento de larvas dos cirripedes. Integrando os resultados desse experimento original e outros, Connell generalizou a ideia de que o limite superior da zonação dos organismos bentônicos na região entremarés era determinado por fatores físicos, enquanto o limite inferior, por fatores bióticos, como competição e predação (Connell, 1972).

O conceito de *espécie-chave*, um dos temas unificadores em ecologia, foi primeiro introduzido por Paine (1966), que desenvolveu experimentos para testar predação em costão rochoso no Estado de Washington, Estados Unidos, por meio de remoção da estrela-do-mar *Pisaster ochraceus* (Brandt, 1835). O autor verificou a tendência à redução da diversidade local de espécies na ausência do predador. Isso porque o mexilhão *Mytilus zonarius* Lamarck, 1819 (citado como *M. californianus*) passava a dominar o espaço, recurso limitado nos costões rochosos. Dessa forma, Paine estabeleceu o conceito de espécie-chave àquelas espécies capazes de causar grande alteração nas comunidades quando suas populações são aumentadas ou reduzidas, com efeito de cascata ao longo da cadeia trófica.

Dentre os experimentos também considerados clássicos na ecologia de costões rochosos, estão aqueles realizados com o objetivo de avaliar o efeito de perturbações físicas naturais na competição por espaço entre organismos sésseis de comunidade de costões, realizados por Dayton (1971) e os mecanismos de sucessão decorrentes de processos de perturbação e liberação de espaço (Sousa, 1979). Interessantemente, os resultados encontrados foram contrários aos modelos clássicos de facilitação ou tolerância da sucessão ecológica, uma vez que os colonizadores iniciais ocupavam o espaço ou luz disponíveis e podiam resistir em vez de facilitar a invasão por colonizadores tardios.

Somente no fim da década de 1970 e nos anos 1980 os pesquisadores reconheceram que um importante aspecto da ecologia dos costões envolve a interação entre os ambientes bêntico e pelágico, já que a maioria dos organismos apresenta larvas livre-natantes. Verificou-se que muitas explicações para os padrões observados nas comunidades incrustantes de entremarés eram causados pelo suprimento de larvas, variável espacial e temporalmente, ou pela mortalidade diferencial de recrutas (Skinner & Coutinho, 2005; Underwood, 1979).

Com o reconhecimento da importância do recrutamento larval como processo inicial na estruturação das comunidades incrustantes dos costões rochosos, iniciou-se também uma discussão a respeito da importância relativa de efeitos do tipo *top-down* ou *bottom-up* na estruturação das comunidades (Menge, 1992; Menge, Daley, Lubchenco, Sanford, Dahlhoff, Halpin, et al. 1999).

Até o início dos anos 2000, todo o conhecimento a respeito da ecologia de costões rochosos foi gerado a partir de experimentos restritos em escalas espaciais pequenas. Acompanhando o movimento geral da ecologia em direção ao interesse por estudo de padrões que ocorrem nas grandes escalas, começaram a aparecer os estudos comparativos ao longo de gradientes latitudinais ou em diferentes oceanos. Nesses estudos, passam a ser observadas a influência de riqueza regional de espécies na estruturação das comunidades locais (Freestone & Osman, 2011; Witman, Etter, Smith & Paine, 2004), influência de processos de ressurgência no recrutamento larval (Navarrete, Wieters, Broitman & Castilla, 2005) e a influência conjunta de várias características ambientais na riqueza e composição de espécies (Cruz-Motta Miloslavich, Palomo, Iken, Konar, Pohle, et al. 2010). Cruz-Motta, et al. (2010) investigaram os padrões de variação espacial de assembleias em costões rochosos em 72 locais distribuídos ao redor do planeta, seguindo o protocolo de amostragem padrão do projeto *Census of Marine Life NaGISA*.

A literatura mais recente revela, também, uma grande preocupação com a conservação do ambiente de costão rochoso. Estudos a esse respeito incluem a avaliação do efeito de pisoteamento em região entremarés (Pour, Shokri & Abtahi, 2012), de atividades de mergulho na região sublitoral (Garrabou, Sala, Arcas & Zabala, 1998), das mudanças globais na tolerância fisiológica dos organismos (Helmuth Yamane, Lalwani, Matzelle, Tockstein, & Gao, 2011)

e nos processos oceanográficos que influem no recrutamento larval (Menge, Gouhier, Freidenburg & Lubchenco, 2011).

Torna-se importante, então, a utilização dos costões rochosos também como local de ensino para despertar o interesse dos estudantes e proporcionar um meio efetivo de mostrar a importância desse ecossistema e de sua preservação (McNeill, 2010).

Estudos no litoral brasileiro

Os costões rochosos verdadeiros – ou seja, afloramentos cristalinos junto ao mar – estão presentes na costa brasileira entre Bahia e Santa Catarina, sendo encontrados, quase que exclusivamente, nas regiões Sudeste e Sul. Mais ao norte é comum a presença de recifes de arenito consolidado de inclinação quase horizontal, tornando a faixa entremarés bastante estreita (Coutinho, 2004). Em razão da extensão da costa, estendendo-se por cerca de 7.400 km pelo Oceano Atlântico, relativamente poucos estudos sobre ecologia de costões rochosos brasileiros foram realizados até o presente. Apenas a região Sudeste foi mais estudada, especialmente o litoral do Rio de Janeiro e de São Paulo – estudos descritivos iniciais foram realizados no Brasil já por volta de 1930.

Dentre os estudos mais antigos sobre ecologia de comunidades bentônicas brasileiras pode-se citar o que descreveu a distribuição geográfica da fauna e flora de substrato consolidado e inconsolidado na Baía de Guanabara, RJ (Oliveira, 1947), e a descrição das comunidades de costões rochosos expostas a diferentes graus de hidrodinamismo em Ubatuba, SP (Nonato & Pérès, 1961). Desde então, boa parte dos estudos publicados são ainda descritivos, procurando caracterizar as comunidades e sua distribuição espacial. Em uma revisão recente, verificou-se que grande parte de 33 dos principais trabalhos publicados com descrições ecológicas para a costa brasileira, realizados entre 1944 e 2005 e abrangendo cerca de 3.550 m² de área do litoral, referia-se a estudos realizados no mediolitoral, com a utilização de amostragens por meio de elementos dispostos em transecções e que levaram em consideração espécies como unidades operacionais (Ghilardi, Pereira Filho & Berchez, 2008). Esses autores destacaram a necessidade da utilização de abordagens rápidas associadas à amostragem aleatória e a técnicas fotográficas e de sensoriamento remoto como alternativa para aumentar a

área amostrada e, conseqüentemente, o conhecimento de costões rochosos no Brasil (Berchez, Rosso, Ghilardi, Fujii & Hadel, 2005b).

Em ambientes de substrato consolidado no sublitoral, estudos têm sido realizados pela equipe do Dr. Sérgio R. Floeter e Dr. Paulo Horta na região costeira e ilhas do litoral sul (SC), com maior ênfase na relação entre peixes recifais e suas presas bênticas. A faixa do costão rochoso nessa região proporciona alimentação e refúgio a uma rica fauna nectônica, constituída principalmente por peixes (Dalben & Floeter, 2012; Longo, Krajewski, Segal & Floeter, 2012).

Os principais grupos de pesquisa interessados em aspectos descritivos das comunidades dos costões rochosos estão na Universidade de São Paulo. Na década de 1990, o uso de métodos de determinação da área mínima e suficiência amostral foi iniciado por Rosso, com a descrição da estrutura de comunidades intermareais para a região de Santos, SP (Rosso, 1990, 1995). Trabalhos recentes para o litoral do estado de São Paulo têm sido desenvolvidos por Berchez e colaboradores (Berchez, et al. 2005a, 2005b; Ghilardi, et al. 2008). No sítio do Projeto Ecossistemas Costeiros, pode-se encontrar uma lista dos principais trabalhos, publicados no Brasil, referentes à ecologia descritiva de comunidades bentônicas.

Pesquisas descritivas também focaram problemas aplicados, como a comparação da zonation em molhes com aquela de costões rochosos naturais, demonstrando que 20 anos após a instalação do substrato artificial, o padrão de distribuição vertical dos organismos era semelhante nas duas situações (Masi & Zalmon, 2008).

Associada aos estudos descritivos evidencia-se uma preocupação com a definição de metodologias ideais de amostragem. Sabino e Villaça (1999) compararam os métodos de amostragem por estimativa visual, por pontos de interseção e por raspagem total do substrato, os quais em geral não apresentaram diferença significativa em relação à cobertura total e aos índices de diversidade e uniformidade, podendo ser aplicados às comunidades de costão rochoso, desde que com perfis similares. Mais recentemente, Macedo, Masi e Zalmon (2006) também compararam métodos de amostragem: uso local de quadrados com 50 e 100 pontos e depois avaliados por fotografia digital. A utilização de fotografia digital mostrou-se bastante eficiente para estudos de zonation, mas com necessidade de conhecimento prévio dos organismos.

Paralelamente aos estudos mais descritivos, boa parte dos ecólogos marinhos brasileiros também se preocupou em entender os mecanismos de regulação das comunidades. Como exemplo, destacamos alguns trabalhos a fim de entender a recolonização de substratos perturbados e a sucessão ecológica daí decorrente. Sobre esse tema, foram realizados estudos visando testar hipóteses sobre a importância de forma e tamanho das clareiras no processo de recolonização (Tanaka & Magalhães, 2002), bem como estudos mais aplicados comparando a sucessão de comunidades bentônicas da região entremarés em duas áreas com diferentes graus de poluição (Breves-Ramos, Lavrado, Junqueira & Silva, 2005).

Outros temas estudados foram o papel de características do substrato no recrutamento do cirrípede *Tetraclita stalactifera* (Lamarck, 1818) (Skinner & Coutinho, 2005), papel de raspadores na presença do biofilme (Christofolletti, Almeida & Ciotti, 2011), papel dos consumidores na estruturação de comunidades tropicais (Sauer-Machado, Chapman & Coutinho, 1996). Em relação ao tema de bioinvasão em costões rochosos, vários estudos têm sido realizados, por exemplo, avaliando a influência de espécies introduzidas na comunidade (Ignacio, Julio, Junqueira & Ferreira-Silva, 2010), a facilitação entre espécies nativas e exóticas (López & Coutinho, 2010), predação sobre espécies exóticas (López, Coutinho, Ferreira & Rilov, 2010).

Estudos desenvolvidos pelo grupo de pesquisa em ecologia de costões rochosos da UFPR

Os estudos relacionados à ecologia de costões rochosos desenvolvidos pela equipe de pesquisadores e estudantes vinculados ao Laboratório de Biologia e Ecologia de Ascidiacea, coordenado pela professora Dra. Rosana Moreira da Rocha foram desenvolvidos principalmente no litoral Sul do Brasil (Paraná e Santa Catarina).

Projetos, que resultaram em trabalhos de conclusão de cursos de graduação, são os mais antigos. Yoshimura (1997) estudou a distribuição vertical de espécies da zona entremarés em costão rochoso da Praia de Itapema do Norte, Itapoá, SC. Nessa mesma área, Fischer (1997) investigou a condição de *Eudistoma carolinense* Van Name, 1945 (Tunicata, Ascidiacea) como substrato físico ou biológico, e Cim (1999) estudou a distribuição temporal e os hábitos

alimentares de *Asterina stellifera* (Möbius, 1859). Mais ao sul de SC, Naser (1997) investigou a influência do ouriço do mar *Echinometra* sp., no recobrimento do espaço em poças de maré em Bombinhas. Duas dissertações foram desenvolvidas também em Itapoá: *Eudistoma carolinense* como substrato biológico e sua macrofauna associada (Moreno, 1998) e recolonização e sucessão em clareiras no mediolitoral inferior ocupado pelo poliqueto *Phragmatopoma caudata* Krøyer in Mörch, 1863 (Morosko, 2000).

Eudistoma carolinense é uma ascídia colonial que ocupou uma faixa de zonação na região entremarés em vários costões do Sul do Brasil no início da década de 1990 e pode ser considerado um substrato vivo, heterogêneo e estruturalmente complexo, favorecendo o estabelecimento de grande variedade de organismos (Moreno & Rocha, 2001, 2006). Quando organismos sésseis criam uma arquitetura secundária sobre o substrato, ela pode ter efeitos importantes na estrutura de comunidades naturais (McGuinness & Underwood, 1986).

Dois projetos de ecofisiologia de costões rochosos foram desenvolvidos em colaboração com o laboratório da Dra. Carolina Freire, do Departamento de Fisiologia da UFPR: um com o objetivo de avaliar o impacto de predação no costão e a capacidade relativa de regulação osmótica e tolerância às condições de exposição durante a maré baixa entre predadores e presas (Calil, 2007), e outro buscando os mecanismos que causam a distribuição espacial diferenciada entre espécies de anêmonas na zona entremarés (Vidolin, 2007) em Penha.

No sublitoral, foram estudadas as estratégias reprodutivas de uma ascídia colonial (*Didemnum rodri-guesi*: Rocha & Monniot, 1993) na Ilha do Arvoredo (Ritzman 2005; Ritzman, Rocha & Roper, 2009).

No litoral paranaense, Mafra (2000) estudou preferência alimentar e deslocamento de *Thais haemastoma* em Guaratuba, e Faria (2003) fez o levantamento e avaliou a distribuição espacial de Ascidiacea na Ilha de Currais.

Mais recentemente, o aumento da introdução de espécies não nativas em comunidades e das consequentes alterações nos processos ecológicos locais e perda de biodiversidade motivaram o desenvolvimento de projetos nessa área. Além dos levantamentos faunísticos, como forma de detecção de espécies introduzidas e criação de registros iniciais para que introduções possam ser detectadas no futuro (Neves, Rocha, Pitombo & Roper, 2007, Neves & Rocha, 2008,

Cangussu, Altvater, Haddad, Cabral, Linzmeier & Rocha, 2010), pesquisas visando estudar aspectos ecológicos de espécies introduzidas para avaliar seu potencial invasor são também necessárias e de grande importância. Dentre os estudos focados em espécies ou populações de organismos introduzidos associados aos costões rochosos, podemos citar aqueles comparando espécies nativas e introduzidas em relação à tolerância fisiológica e potencial invasor (Klôh, 2011), ou em relação ao seu crescimento e biologia reprodutiva (Rigo, 2011), ambos na Baía de Paranaguá. Kremer, Rocha e Roper (2010) testaram experimentalmente a capacidade de colonização de uma espécie de ascídia colonial com potencial invasor (*Didemnum perlucidum* Monniot, 1983) e seus efeitos na comunidade incrustante.

Outra linha de pesquisa recentemente desenvolvida é a identificação de espécies indicadoras de qualidade ambiental. Heyse (2012) estudou os briozoários como bioindicadores de qualidade ambiental na Baía da Babitonga, verificando a presença de espécies indicadoras apenas no interior da Baía, relacionadas a condições de grande turbidez, poluição e baixa salinidade. A utilização de bioindicadores específicos para monitorar perturbações é uma ferramenta válida para estabelecer linhas de base e prever impactos associados ao desenvolvimento industrial em ecossistemas marinhos (Carballo e Naranjo, 2002).

Considerações finais e perspectivas para o futuro

Algumas das principais ameaças de impacto ambiental que os costões rochosos sofrem na costa brasileira são: a poluição, o pisoteio, a retirada seletiva de organismos (como mexilhões, para cultivo) e a coleta de peixes ornamentais em sublitoral. Considerando-se o aumento crescente da perda de biodiversidade e a importância em conservá-la, torna-se necessária a continuidade de estudos descritivos, experimentais, de biologia e fisiologia de organismos em costões rochosos, a fim de preencher as lacunas de conhecimento nessa área. Resultados fornecerão dados importantes para definir melhores estratégias e prioridades de conservação, bem como maior eficiência na detecção e no controle de espécies exóticas. Como citado anteriormente, projetos visando à detecção e à avaliação do potencial invasivo de espécies habitantes do costão já vêm

sendo desenvolvidos pela equipe do laboratório de Biologia e Ecologia de Ascidiacea da UFPR.

Por outro lado, é cada vez maior o interesse por estudos de fenômenos em grandes escalas espaciais, possibilitado pelas colaborações e redes de pesquisa. Atualmente, o laboratório de Biologia e Ecologia de Ascidiacea da UFPR participa de várias redes de colaboração para a pesquisa em ambientes de substrato consolidado. A Rede Biodivmar é uma rede ibero-americana financiada pelo programa Cyted que integra pesquisadores de seis países, com o objetivo de facilitar encontros e proporcionar colaborações de pesquisa para o estudo de mudanças globais nos ambientes costeiros dos países integrantes (<http://www.biodivmar.oceanologia.cu>). Nessa rede, o laboratório é responsável pela divulgação da pesquisa sobre bioinvasão marinha no Brasil. A rede Sarce (South American Research group on Coastal Ecosystems) inclui pesquisadores dos países sul-americanos costeiros e o primeiro projeto desenvolvido compreendeu a quantificação das comunidades de região entremarés de costões rochosos ao redor de toda a América do Sul com o objetivo de entender padrões macroecológicos de distribuição dos organismos e suas forçantes, como latitude, longitude, produtividade e fatores ambientais locais. O laboratório participou do levantamento em alguns Estados brasileiros (Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Espírito Santo e Pernambuco). Os dados ainda estão sendo analisados e não existe uma publicação dos resultados.

Recentemente, o laboratório integrou a ReBentos, que visa à criação e à implementação de uma rede integrada de estudos dos *habitats* bentônicos do litoral brasileiro, vinculada à *Sub-Rede Zonas Costeiras da Rede Clima* (MCT) e ao *Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas* (INCT-MC), para detectar os efeitos das mudanças ambientais regionais e globais sobre esses organismos, dando início a uma série histórica de dados sobre a biodiversidade bentônica ao longo da costa brasileira (<http://www.rebentos.org>). Dentro dessa rede, o laboratório iniciará em 2013 o monitoramento de costões rochosos no Paraná de acordo com o protocolo já discutido com os demais integrantes. A proposta é comparar as comunidades ao longo da costa brasileira e por longos períodos de tempo, além de desenvolver projetos locais específicos.

Dessa forma, observa-se que o estudo de costões rochosos no Paraná e no Brasil tem se renovado, e constitui uma área de pesquisa com muitas oportunidades para jovens cientistas interessados em estudar

ecologia teórica, processos básicos e aplicados, em pequenas e grandes escalas espaciais.

Agradecimentos

Agradecemos a todos os estudantes que desenvolveram seus projetos no laboratório e colaboraram para a construção do conhecimento associado aos costões rochosos. Agradecemos, também, às agências financiadoras pela bolsa de PósDoc (TRM – Reuni/MEC) e bolsa de pesquisa à RMR (CNPq – 304768/2010-3). Esta é a contribuição número 1876 do Departamento de Zoologia, UFPR.

Referências

- Benson, K. R. (2002). The study of vertical zonation on rocky intertidal shores: A historical perspective. *Integrative and Comparative Biology*, 42, 776-779. doi:10.1093/icb/42.4.776.
- Berchez, F., Ghilardi, N. P., Fluckiger, G., Pereira Filho, G. H., Simões, M. C., & Mosca, M. M. (2005a). *Levantamento de povoamentos de Comunidades Marinhas Bentônicas de Substrato Consolidado das Áreas Ecologicamente Sensíveis sob influência direta do Lançamento de Material Dragado da Companhia Docas de São Paulo*- CODESP. São Paulo: CETESB.
- Berchez, F. A. S., Rosso, S., Ghilardi, N. P., Fujii, M. T., & Hadel, V. F. (2005b). Characterization of hard bottom benthic communities: the physiognomic approach as an alternative to traditional methodologies. In Sociedade Brasileira de Ficologia (Ed.). *Formação de Ficólogos: Um compromisso com a sustentabilidade dos recursos aquáticos* (pp. 207-220). Rio de Janeiro: Museu Nacional, Série Livros.
- Breves-Ramos, A., Lavrado, H. P., Junqueira, A. O. R., & Silva, S. H. G. (2005). Succession in Rocky Intertidal Benthic Communities in areas with different pollution levels at Guanabara Bay (RJ-Brazil). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48, 951-965. doi:10.1590/S1516-89132005000800012.
- Calil, P. (2007). *Tolerância Fisiológica ao estresse ambiental de predadores e presas e sua relação com a ocupação de um Costão Rochoso de Zona Entremarés*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba.

- Cangussu, L. C., Altvater, L., Haddad, M. A., Cabral, A. C., Linzmeier, H., & Rocha, R. M. (2010). Substrate type as a selective tool against colonization by non-native sessile invertebrates. *Brazilian Journal of Oceanography*, *58*, 219-231. doi:10.1590/S1679-87592010000300005.
- Carballo, J. L., & Naranjo, S. (2002). Environmental assessment of a large industrial marine complex based on a community of benthic filter-feeders. *Marine Pollution Bulletin*, *44*, 605-610. doi:10.1016/S0025-326X(01)00295-8.
- Christofoletti, R. A., Almeida, T. V. V., & Ciotti, Á. M. (2011). Environmental and grazing influence on spatial variability of intertidal biofilm on subtropical rocky shores. *Marine Ecology Progress Series*, *424*, 15-23. doi:10.3354/meps08981.
- Cim, R. V. (1999). *Distribuição temporal e hábitos alimentares de Asterina stellifera Möbius, 1859 (Echinodermata) em Itapema do Norte, SC*. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba.
- Connell, J. H. (1961). The influence of interspecific competition and other factors on the distribution of the barnacle *Chthamalus stellatus*. *Ecology*, *42*, 710-723. Doi:10.2307/1933500.
- Connell, J. H. (1972). Community interactions on marine rocky intertidal shores. *Annual Review of Ecology and Systematics*, *3*, 169-192. doi:10.1146/annurev.es.03.110172.001125.
- Coutinho, R. (2004). Programa Nacional da Biodiversidade – PRONABIO - Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – PROBIO Sub-Projeto: Avaliação e Ações Prioritárias para a Zona Costeira e Marinha. Grupo de Ecossistemas: Costões Rochosos. *Guia para o licenciamento ambiental, Atividades de Sísmica Marítima na Costa Brasileira, Atividades de Perfuração de Óleo e Gás*.
- Coutinho, R., & Zalmon, I. R. (2009). O Bentos de costões rochosos. In R. C. Pereira & A. Soares-Gomes (Ed.). *Biologia Marinha* (pp. 281-298). Rio de Janeiro: Interciência.
- Cruz-Motta, J. J., Miloslavich, P., Palomo, G., Iken, K., Konar, B., Pohle, G. et al. (2010). Patterns of spatial variation of assemblages associated with intertidal rocky shores: A global perspective. *PLoS ONE*, *5*(12), e14354. doi:10.1371/journal.pone.0014354.
- Dalben, A., & Floeter, S. R. (2012). Cryptobenthic reef fishes: Depth distribution and correlations with habitat complexity and sea urchins. *Journal of Fish Biology*, *80*, 852-865. doi:10.1111/j.1095-8649.2012.03231.x.
- Dayton, P. (1971). Competition, disturbance, and community organization: The provision of subsequent utilization of space in a rocky intertidal community. *Ecology Monographs*, *41*, 351-389. doi:10.2307/1948498.
- Faria, S. B. (2003). *Levantamento e Distribuição espacial de Ascidiacea na ilha de Currais, Paraná, BR*. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba. PMCid:1782893.
- Fischer, D. (1997). *Averiguação da condição de Eudistoma carolinense (Tunicata, Ascidiacea) como substrato físico ou biológico na Praia de Itapema do Norte (SC, Brasil)*. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba.
- Freestone, A. L., & Osman, R. W. (2011). Relative importance of local interactions and regional enrichment shifts with latitude and shapes patterns of marine community diversity. *Ecology*, *92*, 211-217. doi:10.1890/09-1841.1.
- Garrabou, J., Sala, E., Arcas, A., & Zabala, M. (1998). The impact of diving on rocky sublittoral communities: A case study of a bryozoan population. *Conservation Biology*, *12*, 302-312. doi:10.1046/j.1523-1739.1998.96417.x.
- Ghilardi, N. P., Pereira Filho, G. H., & Berchez, F. (2008). Current knowledge status of the ecology of hard bottom benthic communities in Brazil and the need for new approaches. *Oecologia Brasiliensis*, *12*, 197-205.
- Helmuth, B., Yamane, L., Lalwani, S., Matzelle, A., Tockstein, A., & Gao, N. (2011). Hidden signals of climate change in intertidal ecosystems: What (not) to expect when you are expecting. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, *400*, 191-199. doi:10.1016/j.jembe.2011.02.004.
- Hewatt, W. G. (1937). Ecological studies on selected marine intertidal communities of Monterey Bay, California. *The American Midland Naturalist*, *18*(2), 161-206. doi:10.2307/2420496.
- Heyse, H. L. (2012). *Briozoários como bioindicadores de qualidade ambiental na Baía da Babitonga, Santa Catarina*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba. PMCid:3299955.

- Ignacio, B. L., Julio, L. M., Junqueira, A. D. O. R., & Ferreira-Silva, M. A. G. (2010). Bioinvasion in a Brazilian Bay: Filling gaps in the knowledge of southwestern Atlantic biota. *PLoS ONE*, 5, e13065. doi: 10.1371/journal.pone.0013065.
- Kjellman, F. R. (1877). Uber die Algenvegetation des murmanschen Meeres, an der Westkiiste von Nowaja Semlja und Wajgatsch. *Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis*, ser. 3(12), 1-85.
- Kjellman, F. R. (1878). Uber Algenregionen und Algenformationen im Ostlichen Skager Rack. P. A. Bihang till K. Svenska Vetensk. Akad. *Handl*, 5, 1-35.
- Klôh, A. S. (2011). *Tolerância fisiológica do bivalve *Mytella charruana*, dos cirripédios *Amphibalanus reticulatus*, *Fistulobalanus citerosum* e *Megabalanus coccopoma* e potencial invasor*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba.
- Kremer, L. P., Rocha, R. M., & Roper, J. J. (2010). An experimental test of colonization ability in the potentially invasive *Didemnum perlucidum* (Tunicata, Ascidiacea). *Biological Invasions*, 12, 1581-1590. doi:10.1007/s10530-009-9571-8.
- Lewis, J. R. (1961). The littoral zone on rocky shores: A biological or physical entity? *Oikos*, 12(2), 280-301. doi:10.2307/3564701
- Lewis, J. R. (1964). *The ecology of rocky shore*. London: English University Press.
- Longo, G. O., Krajewski, J. P., Segal, B., & Floeter, S. R. (2012). First record of predation on reproductive *Palythoa caribaeorum* (Anthozoa: Sphenopidae): Insights on the trade-off between chemical defences and nutritional value. *Marine Biodiversity Records*, 5, 1-3. doi:10.1017/S1755267212000206.
- López, M. S., & Coutinho, R. (2010). Positive interaction between the native macroalgae *Sargassum* sp. and the exotic bivalve *Isognomon bicolor*? *Brazilian Journal of Oceanography*, 58, 69-72. doi:10.1590/S1679-87592010000800009.
- López, M. S., Coutinho, R., Ferreira, C. E. L., & Rilov, G. (2010). Predator prey interactions in a bioinvasion scenario: Differential predation by native predators on two exotic rocky intertidal bivalves. *Marine Ecology Progress Series (Halstenbek)*, 403, 101-112. doi:10.3354/meps08409.
- Mafra, M. T. P. (2000). *Estudo de preferência alimentar e deslocamento de *Thais haemastoma* (Linnaeus, 1767) (Mollusca, Gastropoda) em Guaratuba, PR*. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba. PMid:10930022.
- Macedo, I. M., Masi, B. P., & Zalmon, I. R. (2006). Comparison of rocky intertidal community sampling methods at the northern coast of Rio de Janeiro state, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 54, 147-154. doi:10.1590/S1679-87592006000200005.
- Masi, B. P., & Zalmon, I. R. (2008). Zonação de comunidade bêntica do entremarés em molhes sob diferente hidrodinamismo na costa norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 25(4), 662-673. doi:10.1590/S0101-81752008000400011.
- McGuinness, K. A., & Underwood, A. J. (1986). Habitat structure and the nature of communities on intertidal boulders. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 104, 97-123. doi:10.1016/0022-0981(86)90099-7.
- McNeill, M. (2010). Vertical zonation: Studying ecological patterns in the rocky intertidal zone. *Science Activities*, 47, 8-14. doi:10.1080/00368120903280735.
- Menge, B. A. (1992). Community regulation: Under what conditions are bottom-up factors important on rocky shores? *Ecology*, 73, 755-765. doi:10.2307/1940155.
- Menge, B. A., Daley, B. A., Lubchenco, J., Sanford, E., Dahlhoff, E., Halpin, P. M. et al. (1999). Top-down and bottom-up regulation of New Zealand rocky intertidal communities. *Ecological Monographs*, 69, 297-330. doi:10.1890/0012-9615(1999)069[0297:TDABUR]2.0.CO;2.
- Menge, B. A., Gouhier, T. C., Freidenburg, T., & Lubchenco, J. (2011). Linking long-term, large-scale climatic and environmental variability to patterns of marine invertebrate recruitment: Toward explaining "unexplained" variation. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 400, 236-249. doi:10.1016/j.jembe.2011.02.003.
- Moreno, T. R. (1998). *Eudistoma carolinense Van Name, 1945 (Tunicata, Ascidiacea) como substrato biológico e sua macrofauna associada*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba.

- Moreno, T. R., & Rocha, R. M. (2001). The biological substratum *Eudistoma carolinense* Van Name, 1945 in the Beach Itapema do Norte, Santa Catarina, Brazil. In H. Sawada, H. Yokosawa & C. C. Lambert (Ed.). *The Biology of Ascidians* (pp. 271-277). Tokyo: Springer-Verlag.
- Moreno, T. R., & Rocha, R. M. (2006). Associated fauna of *Eudistoma carolinense* (Tunicata, Ascidiacea) compared with other biological substrates with different architectures. *Journal of Coastal Research*, SI39, 1695-1699.
- Morosko, E. M. (2000). *Recolonização e sucessão em clareiras no mediolitoral inferior ocupado por Phragmatopoma caudata Moersch, 1863 (Polychaeta, Sabelariidae) em Itapoá, SC*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba.
- Naser, E. O. (1997). *Influência do ouriço do mar Echinometra sp., no recobrimento do espaço em Poças de Maré*. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba. PMCID:229844.
- Navarrete, S. A., Wieters, E. A., Broitman, B. R., & Castilla, J. C. (2005). Scales of benthic-pelagic coupling and the intensity of species interactions: From recruitment limitation to top-down control. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102, 18046-18051. doi:10.1073/pnas.0509119102.
- Neves, C. S., & Rocha, R. M. (2008). Introduced and cryptogenic species and their management in Paranaguá Bay, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 51, 623-633. doi:10.1590/S1516-89132008000300025.
- Neves, C. S., Rocha, R. M., Pitombo, F. B., & Roper, J. J. (2007). Use of artificial substrate by introduced and cryptogenic marine species in Paranaguá Bay, southern Brazil. *Biofouling*, 23, 319-330. doi: 10.1080/08927010701399174.
- Nonato, E. F., & Pérez, J. M. (1961). Observation sur quelques peuplements intertidaux de substrat dur dans la region d'Ubatuba. *Cahiers de Biologie Marine*, 2, 263-270.
- Nybakken, J. W., & Bertness, M. D. (2005). *Marine Biology: An ecological approach* (6th ed.). California: Benjamin Cummings.
- Oliveira, L. P. H. (1947). Distribuição geográfica da fauna e flora da Baía de Guanabara. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 45(3), 709-734. doi:10.1590/S0074-02761947000300013.
- Paine, R. T. (1966). Food web complexity of species diversity. *American Naturalist*, 100, 65-75. doi:10.1086/282400.
- Pour, F. A., Shokri, M. R., & Abtahi, B. (2012). Visitor impact on rocky shore communities of Qeshm Island, the Persian Gulf, Iran. *Environmental Monitoring and Assessment on-line*. doi:10.1007/s10661-012-2673-2.
- Rigo, A. P. R. (2011). *Crescimento inicial e biologia reprodutiva do cirripédio introduzido Amphibalanus reticulatus e do nativo Fistulobalanus citerosum na Baía de Paranaguá (PR)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba.
- Ritzman, N. F. (2005). *Estratégias reprodutivas de Didemnum rodriguesi (Tunicata, Ascidiacea)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba. PMid:16263043
- Ritzman, N. F., Rocha, R. M., & Roper, J. J. (2009). Sexual and asexual reproduction In *Didemnum rodriguesi* (Ascidiacea, Didemnidae). *Iheringia, série Zoologia*, 99, 106-110.
- Rosso, S. (1990). Estrutura de comunidades intermareais de substrato consolidado das proximidades da Baía de Santos (SP, Brasil): Uma abordagem descritiva, enfatizando aspectos metodológicos. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo.
- Rosso, S. (1995). Dimensionamento amostral em estudos descritivos de comunidades de organismos bênticos sêsseis e semi-sêsseis. In F. A. Esteves (Ed.). *Estrutura, funcionamento e manejo de ecossistemas brasileiros*. (pp. 193-223). Rio de Janeiro: Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biociências - UFRJ.
- Sabino, C. M., & Villaça, R. (1999). Estudo comparativo de métodos de amostragem de comunidades de costas. *Revista Brasileira de Biologia*, 59(3), 407-419. doi:10.1590/S0034-71081999000300005.
- Sauer-Machado, K. R. S., Chapman, A. R. O., & Coutinho, R. (1996). Consumer species have limited and variable roles in community organization on a tropical intertidal shore. *Marine Ecology Progress Series*, 134, 73-83. doi:10.3354/meps134073.
- Skinner, L. F., & Coutinho, R. (2005). Effect of microhabitat distribution and substrate roughness on barnacle *Tetraclita stalactifera* (Lamarck, 1818) settlement. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48, 109-113. doi:10.1590/S1516-89132005000100014.

- Sousa, W. P. (1979). Experimental investigations of disturbance and ecological succession in a rocky intertidal algal community. *Ecological Monographs*, 49(3), 227-254. doi:10.2307/1942484.
- Stephenson, T. A., & Stephenson, A. (1949). The universal feature of zonation between tidemarks on rocky coasts. *Journal of Ecology*, 37, 289-305. doi:10.2307/2256610.
- Tanaka, M. O., & Magalhães, C. A. (2002). Edge effects and succession dynamics in *Brachidontes* mussel beds. *Marine Ecology Progress Series*, 237, 151-158. doi:10.3354/meps237151.
- Underwood, A. J. (1979). The ecology of intertidal gastropods. *Advances in Marine Biology*, 16, 111-210. doi:10.1016/S0065-2881(08)60293-X.
- Underwood, A. J. (2000). Experimental ecology of rocky intertidal habitats: What are we learning? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 250(1-2), 51-76. doi: 10.1016/S0022-0981(00)00179-9.
- Vidolin, D. (2007). *Tolerância de variação a parâmetros ambientais e sua influência sobre a distribuição espacial de anêmonas do mar na zona entremarés de um costão rochoso no sul do Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba.
- Witman, J. D., Etter, R. J., Smith, F., & Paine, R. T. (2004). The relationship between regional and local species diversity in marine benthic communities: A global perspective. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101, 15664-15669. doi:10.1073/pnas.0404300101.
- Yoshimura, C. Y. (1997). *Estudo da distribuição vertical de espécies da zona entremarés em costão rochoso da Praia de Itapema do Norte, Itapoá, Santa Catarina*. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba.