

DINÂMICA DAS ASSEMBLEIAS BENTÔNICAS DA BAÍA DA ILHA GRANDE, RJ: INFLUÊNCIAS DA PROXIMIDADE COM UM CANAL DE NAVEGAÇÃO

Lécio de Carvalho Junior¹, Milaine Silvano da Fonseca², Larissa dos Santos Silva Amaral¹, Carolina Corrêa², Tatiana Pires Teixeira-Neves³, Francisco Gerson Araújo³, Leonardo Mitrano Neves^{1,2}
(¹Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – DCMA/ITR, Av. Prefeito Alberto Lavinas, 1847 - Centro – Três Rios, 25804-100, Brasil; ²Programa de Pós Graduação em Biologia Animal; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica; ³Laboratório de Ecologia de Peixes, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR 465, Km 7, Seropédica, 23890-000, Brasil. ¹Autor de correspondência: leciojrcarvalho@gmail.com)

INTRODUÇÃO

Os ambientes recifais encontram-se ameaçados por múltiplos distúrbios que influenciam na variação espacial das assembleias bentônicas. Tais mudanças ocorrem em resposta a influências naturais como a profundidade, luminosidade, e antropogênicas, como o aumento da sedimentação e a poluição (Bellwood *et al.* 2004; Francini-Filho *et al.* 2013). Investigar as perturbações sofridas pela biota recifal é fundamental para prever e mitigar impactos, garantir a integridade da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, assim como contribuir com a elaboração de programas de manejo em áreas costeiras (Bellwood *et al.* 2004).

As comunidades bentônicas são formadas por organismos como corais, esponjas, equinodermos e macroalgas que vivem associados ao substrato e possuem uma particular sensibilidade a transformações em seus habitats, como alterações na qualidade da água (concentração de metais pesados, aumento do input de matéria orgânica e elevação de temperatura) e ao estresse mecânico provocado pela movimentação de barcos e a ancoragem sobre o recife (Teixeira-Neves *et al.* 2016). O aporte de sedimento resultante de rios e dragagens portuárias destacam-se como atividades que produzem grande distúrbios nos habitats recifais, afetando negativamente a riqueza, abundância e biomassa das espécies. O depósito e ressuspensão de sedimentos ocasiona o sufocamento, redução do crescimento, além de inibir o assentamento e recrutamento de larvas, tornando-se um desafio ao manejo costeiro (Wilber *et al.* 2005). Os principais efeitos da dragagem dos canais de navegação sobre organismos recifais está relacionada ao aumento de sedimentação (Corrêa 2014), no entanto, a dificuldade de se avaliar determinada variável, pode ser substituída pela medida da distância (Neves *et al.* 2016).

A região da Baía da Ilha Grande (BIG) é classificada como “Área de Extrema Importância Biológica” pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA 2002). No entanto, seus habitats sofrem com pressões ambientais intensas, devido a atividades industriais e portuárias, turismo e pesca predatória (Teixeira-Neves *et al.* 2016). Entre a Ilha Grande e o continente, localiza-se o Canal de Navegação da Baía da Ilha Grande. Possui profundidades entre 20m e 45m, exercendo um papel fundamental como ponto de entrada/saída de navios rebocadores, petroleiros e plataformas na BIG (Corrêa 2014). O canal possui uma grande importância como modificador do ambiente, por meio do intenso tráfego e fundeio de grandes embarcações/plataformas, introdução de espécies exóticas, descarga de óleo e esgoto das embarcações, apresentando um elevado potencial de ameaça à biota associada aos costões rochosos (Paula & Creed 2004; Corrêa 2014). O presente estudo tem como objetivo investigar as variações na composição e estrutura das assembleias bentônicas de costões rochosos ao longo de um gradiente de distância (10 km) para o Canal Central de Navegação da BIG.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em costões rochosos insulares da baía da Ilha Grande (23° 04'36 S; 44° 01'18W), sudeste do Brasil, durante os invernos de 2010 e 2011. A BIG abrange uma área de aproximadamente 1,000 km² e contém cerca de 350 ilhas rodeadas por águas rasas (~8 m de profundidade) (Ignacio *et al.* 2010). Diversas destas ilhas apresentam fundos rochosos compostos por rochas graníticas que se estendem até a interface com o substrato arenoso. Os locais de amostragem foram selecionados em porções rasas (3 - 6 m) de costões rochosos localizados em três áreas definidas de acordo com a distância para o Canal de Navegação (CNA) da BIG: Próximo, quatro locais foram selecionados nas ilhas Ilha da Queimada Grande e Queimada Pequena, localizadas entre 0,7 – 1,3 km do canal; Intermediário, composto por dois locais na Ponta da Longa (Ilha Grande), dispostos entre 3,4 – 3,6 km do canal e; Distante, o total de quatro locais foi amostrado nas ilhas de Búzios, Brandão, Redonda e Papagaio, localizadas entre 6,5 – 11 km do canal de navegação (Figura 1).

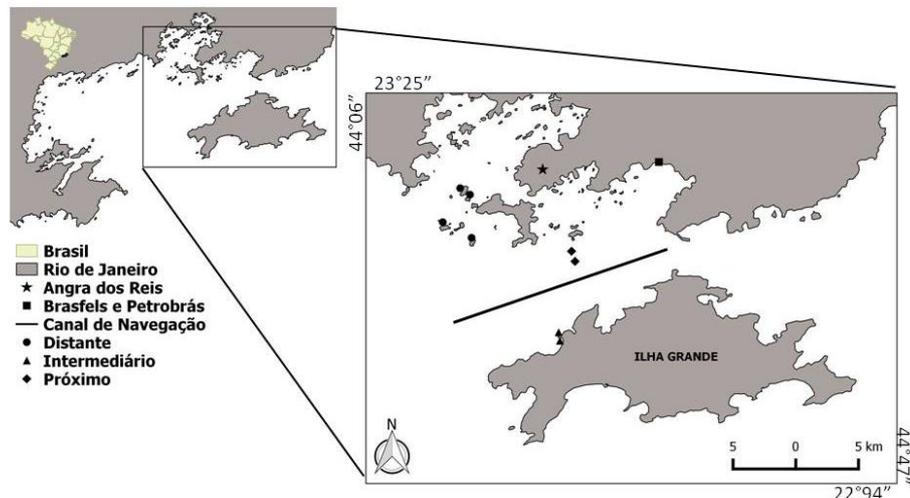


Figura 1 – Área de estudo com os pontos representando os locais amostrados na baía da Ilha Grande.

As assembleias bentônicas foram caracterizadas através de foto-quadrados realizados ao longo de transectos de 20 m de comprimento e 2 m de largura (40 m²). Em cada local, 20 fotografias foram realizadas em cada um de três transectos, totalizando 60 fotografias por local e 599 em todo o estudo (próximo, 240; intermediário, 120; distante, 239). Uma câmera digital com caixa estanque presa a um quadrat de PVC de 0,36m² foi utilizada. A cobertura relativa de diferentes organismos bentônicos foi estimada plotando 20 pontos aleatórios em cada imagem e identificando os organismos (menor nível taxonômico possível) sob cada um dos pontos com o auxílio do programa Coral Point with Excel Extensions—CPCe 3.4 (Kohler & Gill 2006). Os organismos bentônicos expressados como porcentagem de cobertura foram agrupados em quatorze grupos/espécies: Coral Sol (*Tubastraea coccinea*; *Tubastraea tagusensis*), *Zoanthus sociatus*, *Palythoa caribaeorum*, branqueamento no *Palythoa caribaeorum*, *Mussismilia hispida*, Porifera, alga calcária incrustante, matrizes de algas epilíticas (MAE), algas frondosas (*Dictyota* sp, *Rhodophyta filamentosa*, *Padina gymnospora*, *Asparagopsis taxiformis*, *Sargassum* sp.) e *Echinometra lucunter*. Outros táxons como Cirripedia, *Herdmania pallida*, Asteroidea, *Caulerpa racemosa* foram quantificados, no entanto, não foram utilizados nas análises devido à baixa porcentagem de cobertura (<0,02%).

O transecto foi considerado o menor nível de replicação. Uma única medida para cada transecto (média) foi obtida em cada local. Os dados resultantes foram submetidos a transformação raiz quarta para reduzir a variabilidade na abundância entre os táxons. As diferenças na estrutura da assembleia bentônica entre as três áreas foram investigadas através da análise de variância permutacional (PERMANOVA; Anderson *et al.* 2008). Comparações par a par da PERMANOVA foram realizadas caso variações na estrutura entre as áreas tenham sido significativas (P<0,05). A análise de coordenadas principais (PCO) foi utilizada para visualizar os padrões multivariados da cobertura bentônica entre as três áreas. A análise de porcentagem de similaridade (SIMPER) foi utilizada para obter a contribuição dos componentes do bentos em cada área. Estas análises foram realizadas com o uso do pacote estatístico PRIMER versão 6 + PERMANOVA (Anderson *et al.* 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cinco principais organismos bentônicos mais abundantes na BIG, considerando todas as áreas amostradas, pertencem a diferentes grupos funcionais. O zoantídio *Palythoa caribaeorum* apresentou maior porcentagem de cobertura (38,3%), seguido por MAE (35,5%), algas calcárias incrustantes (4,2%), Porifera (3,7%) e *Dictyota* sp. (2,7%). As três áreas analisadas apresentaram distintas estruturas da assembleia bentônica (PERMANOVA; P < 0,01). Uma estrutura mais homogênea foi observada na área próxima ao CNA, com maior heterogeneidade nas áreas intermediárias e distantes (Figura 2). As principais diferenças entre os três locais foram atribuídas a maior contribuição de *Tubastraea* spp. (10,33%) e *Palythoa caribaeorum* em processo de branqueamento (11,02%) para a área diretamente impactada pelo CNA, enquanto algas frondosas e MAE foram os grupos mais representativos das áreas intermediárias e distantes, com contribuição superior a 22% (Tabela 1).

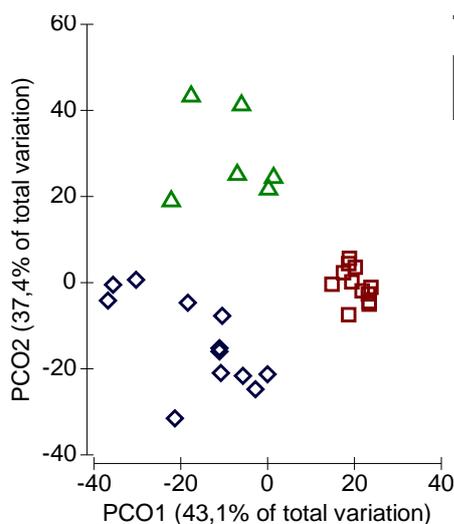


Figura 2 - Análise de coordenadas principais (PCO) demonstrando a distribuição das amostras nas três áreas (próximo, intermediário e distante do Canal de Navegação).

Tabela 1 - Espécies discriminantes de cada área definida de acordo com a distância para o canal de navegação da BIG, determinadas pela

Similaridade Média	Próximo	Intermediário	Distante	análise de SIMPER.
	(85,33)	(68,45)	(70,72)	
Porcentagem de Contribuição (%)				
<i>Palythoa caribaeorum</i>	18,95	6,94	31,13	
Matriz de algas epílicas	18,73	24,85	26,04	
Porifera	12,6	7,98	8,73	
Alga calcária incrustante	12,6	10,38	7,19	O
branqueamento no <i>Palythoa caribaeorum</i>	11,02	-	-	prese
<i>Tubastraea</i> spp.	10,33	6,84	-	nte
<i>Mussismilia hispida</i>	5,55	-	-	estud
<i>Zoanthus sociathus</i>	4,71	-	-	o
<i>Dictyota</i> sp.	-	14,44	6,72	apres
<i>Echinometra lucunter</i>	-	12,83	-	entou
<i>Rhodophyta</i> filamentosa	-	4,01	-	uma
<i>Padina gymnospora</i>	-	3,79	-	marc
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	-	-	7,11	ante
<i>Sargassum</i> sp baixo	-	-	7,98	varia

ção na estrutura das assembleias bentônicas entre as áreas estudadas. A área próxima ao CNA evidenciou-se como o único local com cobertura de *P. caribaeorum* em processo de branqueamento. Apesar de *P. caribaeorum* ser reconhecida como espécie resistente a sedimentos e geralmente quando recebem distúrbios regeneram-se posteriormente (Acosta *et al.* 2001), as dragagens regulares do canal promovem uma drástica ressuspensão de sedimentos (Corrêa 2014), e áreas próximas a ele podem ser enormemente afetadas. Além disso, as assembleias bentônicas podem ser afetadas por compostos de tintas antiincrustantes depositados próximo ao CNA (Corrêa, 2014). A área próxima ao canal também apresentou uma maior cobertura do coral invasor *Tubastraea* spp., que chegou à BIG provavelmente em plataformas de petróleo transportadas na mesma região desse estudo (Paula & Creed 2004). *Tubastraea* spp. apresentou uma porcentagem de cobertura maior que outros corais, como *Z. sociathus* e *M. hispida*. Alguns estudos mostraram que essa espécie possui capacidade de liberar substâncias alelopáticas capazes de ocasionar necrose tecidual em espécies nativas, como a *M. hispida* (Creed 2006). As espécies de algas frondosas (*A. taxiformis*, *Sargassum* sp., *Dictyota* sp., por exemplo), não apresentaram porcentagem de cobertura expressiva na área diretamente impactada pelo CNA. Algumas características biológicas como tempo de vida, taxa de crescimento e estratégia reprodutiva contribuem para a vulnerabilidade das espécies de macroalgas na dragagem (Fraser *et al.* 2017). O aumento dos níveis de sedimentação acarretou o decréscimo nas taxas de recrutamento, crescimento, sobrevivência e regeneração vegetativa de uma macroalga do gênero *Sargassum* (Umar, *et al.* 1998). Entretanto, fatores que atuam em escalas locais (ex. competição, predação) podem confundir o efeito negativo da sedimentação (Fraser *et al.* 2017). O monitoramento contínuo dessas áreas constitui uma importante medida para compreender, prever e mitigar os efeitos da dragagem sobre as assembleias bentônicas.

CONCLUSÃO

O presente estudo observou a maior abundância de coral sol e a ocorrência de *Palythoa* branqueada nos locais mais próximos ao canal de navegação, indicando os impactos que embarcações sem o tratamento anti-incrustante adequado, bem como a ressuspensão de sedimentos podem acarretar aos ambientes rochosos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao ICMBio pela autorização de pesquisa (SISBIO – 10707 e 29308) e ao financiamento parcial do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta A, Sammarco, PW, Duarte LF (2001). Asexual reproduction in zoanthid by fragmentation: the role of exogenous factors. *Bull. Mar. Sci.*, v. 68, p. 363- 381.
- Anderson MJ, Gorley RN, Clarke KR (2008). PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. Primer-E, Plymouth, UK, 214 p.
- Bellwood DR, Hughes TP, Folke C, & Nyström M (2004). Confronting the coral reef crisis. *Nature*, 429(6994), 827-833.
- Corrêa C (2014). Estrutura da assembleia de peixes recifais em costões rochosos da Ilha Grande, RJ: influências da complexidade topográfica, cobertura bêntica e atividade antrópica. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 51.
- Creed JC (2006) Two invasive alien azooxanthellate corals, *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis*, dominate the native zooxanthellate *Mussismilia hispida* in Brazil. *Coral Reefs*, 25, 350.
- De Paula AF, Creed JC (2004) Two species of the coral *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) in Brazil: a case of accidental introduction. *Bull Mar Sci* 74:175–183
- Francini-Filho RB, Coni EOC, Meirelles PM, Amado-Filho GM, Thompson FL, et al. (2013) Dynamics of Coral Reef Benthic Assemblages of the Abrolhos Bank, Eastern Brazil: Inferences on Natural and Anthropogenic Drivers. *PLoS ONE* 8(1): e54260.
- Fraser MW, Short J, Kendrick G, McLean D, Keesing J, Byrne M, ... & Field S (2017). Effects of dredging on critical ecological processes for marine invertebrates, seagrasses and macroalgae, and the potential for management with environmental windows using Western Australia as a case study. *Ecological indicators*, 78, 229-242.
- Ignacio, BL, Julio, LM Junqueira AOR; Ferreira-Silva MAG (2010). Bioinvasão em uma baía brasileira: preenchendo lacunas no conhecimento da biota do sudoeste do Atlântico. *PloSone*, v. 5, n. 9, p 1–9.
- Kohler K, Gill SM (2006). Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Computers & Geosciences*, 32: 1259-1269.
- Ministério do Meio Ambiente - MMA. (2002). Biodiversidade Brasileira: Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade Brasileira. Fundação Bio-RIO, SECTAM, IDEMA, SNE, Brasília.
- Neves, L. M., Teixeira-Neves, T. P., Pereira-Filho, G. H., & Araújo, F. G. (2016). The farther the better: effects of multiple environmental variables on reef fish assemblages along a distance gradient from river influences. *PloS one*, 11(12), e0166679.
- Teixeira TP, Neves LM, Araújo, FG (2012). Thermal impact of a nuclear power plant in a coastal area in Southeastern Brazil: effects of heating and physical structure on benthic cover and fish communities. *Hydrobiologia*, 684(1), 161-175.
- Teixeira-Neves TP, Neves LM, Araújo, FG (2016). The development of a preliminary rock reef fish multimetric index for assessing thermal and urban impacts in a tropical bay. *Marine pollution bulletin*, 109(1), 290-300.
- Wilber DH, Brostoff W, Clarke DG, Ray GL (2005). Sedimentation: Potential Biological Effects from Dredging Operations in Estuarine and Marine Environments. DOER Technical Notes Collection (TN DOER-E20). U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, Mississippi.
- Umar MJ, McCook LJ, Price IR (1998). Effects of sediment deposition on theseaweed *Sargassum* on a fringing coral reef. *Coral Reefs* 17, 169–177.