

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Biociências – Campus de Botucatu
Pós-graduação em Ciências Biológicas - Zoologia

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**ASSEMBLEIA DE BRACHYURA
(CRUSTACEA, DECAPODA) DO
SUBSTRATO NÃO CONSOLIDADO
PRÓXIMO A DUAS ILHAS COSTEIRAS
DO LITORAL NORTE PAULISTA**

AMANDA THAÍS GODOY

Orientador: Prof.º Dr. Adilson Fransozo

Botucatu – SP

2020

ASSEMBLEIA DE BRACHYURA (CRUSTACEA, DECAPODA) DO SUBSTRATO NÃO CONSOLIDADO PRÓXIMO A DUAS ILHAS COSTEIRAS DO LITORAL NORTE PAULISTA

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Instituto de Biociências (IB) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) - campus de Botucatu, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas – Área de Zoologia.

AMANDA THAÍS GODOY

Orientador: Prof.º Dr. Adilson Fransozo

Botucatu – SP

2020

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Godoy, Amanda Thaís.

Assembleia de Brachyura (Crustacea, Decapoda) do substrato não consolidado próximo a duas ilhas costeiras do litoral norte paulista / Amanda Thaís Godoy. - Botucatu, 2020

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Adilson Fransozo

Capes: 20400004

1. Biodiversidade. 2. Caranguejo. 3. Costa. 4. Ilhas.

Palavras-chave: Ilha das Couves; Ilha do Mar Virado; beta diversidade; biodiversidade; riqueza.

“Chegará o dia em que o homem conhecerá o íntimo dos animais. Neste dia, um crime contra um animal será considerado um crime contra a própria humanidade.”

(Leonardo da Vinci)

Dedico esta dissertação aos meus pais, Adriano e Adriana, os quais sempre me apoiaram e motivaram para que eu pudesse chegar até aqui. Ao meu irmão Pedro e meu namorado Daniel por todo amor, paciência e carinho dedicados a mim.

Amo Vocês!

AGRADECIMENTOS

A Deus, por guiar e iluminar meu caminho; e por me permitir ter saúde e força para superar os obstáculos e vencer mais uma etapa.

Ao Prof. Dr. Adilson Franzo pela oportunidade, apoio, paciência, confiança e o privilégio de sua orientação. Obrigada, também, por todos os ensinamentos e conselhos relacionados à vida; os levarei para todo o sempre.

À Profa. Dra. Maria Lúcia Negreiros-Franzo por todas as valiosas dicas, paciência e disponibilidade em sempre compartilhar toda a sua sabedoria e experiência. Agradeço pelas sugestões e críticas nos trabalhos e resumos, pois estes foram essenciais para o meu crescimento.

Aos colegas Prof. Dr. Thiago Elias da Silva e Profa. Dra. Mariana Antunes da Silva pelas preciosas correções e sugestões dadas em meu exame de qualificação.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa de estudo concedida e a FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pelo financiamento do projeto e veículos utilizados (proc.: 94/4878-8 e 98/031134-6).

Ao IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) e à Polícia Federal, por concederem a licença para a coleta do material nas áreas estudadas.

Ao NEBECC (Núcleo de Estudos em Biologia, Ecologia e Cultivo de Crustáceos) por toda a infraestrutura e materiais disponibilizados; e, também, aos integrantes deste grupo de pesquisa que participaram das difíceis coletas, sem as quais não seria possível realizar os estudos desta dissertação.

Aos pescadores Djalma Rosa (Passarinho) e Édson Ferreti (Dedinho), comandantes da embarcação Progresso, a qual foi utilizada para as coletas em 1998 e 1999, pela dedicação e competência.

Aos grandes amigos que a pós-graduação me presenteou, Aline Nonato de Sousa (Alinão), Veronica Pereira Bernardes (Vê), Camilo Lima (Menino Camilo), Camila Hipólito

AGRADECIMENTOS

Bernardo (Cá) e Danielle M. Reis Silva (Dani). Alinão, obrigada por ter me ensinado a ser mais paciente, por todas as nossas conversas, incentivos e ensinamentos compartilhados comigo. Agradeço também pela amizade construída fora do laboratório. Vê, obrigada pela viagem, risadas, conversas e conselhos que me ajudaram a manter a calma em momentos difíceis. Menino Camilo, sou grata por todos os momentos que passamos durante essa jornada, incluindo os de procrastinação, pois diante de alguns obstáculos, momentos como aqueles tornaram meus dias mais leves. Cá, gratidão por estar sempre disposta a me ajudar quando tive dúvidas e, também, pelos ensinamentos. Por último, mas não menos importante, Dani, que ouviu meus desabafos e que também me proporcionou momentos importantes de descontração e companheirismo. A cada um de vocês minha gratidão por tudo o que juntos passamos. Saibam que vocês estarão sempre em meu coração.

A todos os amigos, colegas e companheiros de laboratório: Thiago E. Silva (Cabelo), Jeniffer Teles (Jenão), Gabriel Rodrigues (Gabriel), Francislene Martins (Fran), Mariana de Santi (Mari), Rafael da Silva (Rafa) e Alexandre Marques (Xandinho), que não foram citados anteriormente, porém participaram direta ou indiretamente desta fase da minha vida com sugestões, críticas, exemplos e amizade.

À toda a minha família, principalmente meus pais (Adriano Godoy e Adriana Viriato Godoy), meu irmão (Pedro Thiago Godoy) e meu namorado (Daniel Augusto Pottiens Cerioni), que estiverem sempre ao meu lado e não medem esforços para que eu conquiste meus sonhos; e a todos os meus amigos e amigas, por todo carinho e incentivo.

Por fim, minha gratidão a todos que de certo modo contribuíram para a realização de mais esta etapa da minha vida.

MUITO OBRIGADA!

CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
Referências.....	6

CAPÍTULO I

DIVERSITY OF DECAPOD CRABS (CRUSTACEA: BRACHYURA) NEAR TO TWO ISLANDS OF UBATUBA, SOUTHEAST COAST OF BRAZIL

Abstract.....	11
Introduction.....	14
Material and methods.....	18
Results.....	22
Discussion.....	31
References.....	36

CAPÍTULO II

FATORES MODULADORES DA ABUNDÂNCIA E DISTRIBUIÇÃO DOS BRACHYURA (CRUSTACEA, DECAPODA) PRÓXIMOS DE DUAS ILHAS DO LITORAL SUDESTE BRASILEIRO

Resumo.....	46
Introdução.....	49
Material e métodos.....	54
Resultados.....	60
Discussão.....	74
Referências.....	86

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Com aproximadamente 70.000 espécies viventes descritas, o Subfilo **Crustacea** constitui um dos maiores grupos do Filo **Arthropoda** (Brusca *et al.*, 2018). Devido à grande diversidade morfológica, os crustáceos possuem uma distribuição mundial bastante ampla, podendo ser encontrados em praticamente todos os ambientes (Ng *et al.*, 2008).

Inserida no subfilo Crustacea, a Ordem **Decapoda** é representada pelos animais que são, provavelmente, os mais conhecidos deste subfilo, incluindo as lagostas, os camarões, os caranguejos, os siris, os ermitões, entre outras espécies menos conhecidas. Além do importante papel ecológico para a manutenção e equilíbrio do ecossistema em que vivem, este grupo tem grande importância econômica no que diz respeito à atividade pesqueira (Martin & Davis, 2001; Fransozo *et al.*, 2016).

Os crustáceos decápodos estão reunidos em duas grandes subordens: **Dendrobranchiata** Bate, 1888 e **Pleocyemata** Burkenroad, 1963. Representados pelos camarões verdadeiros (Penaeoidea) e os sergestídeos (Sergestoidea), os dendrobranquiados se distinguem por apresentar brânquias do tipo dendrobrânquias, os três primeiros pares de pereópodos quelados, ovos planctônicos e embriões que eclodem como larva náuplius. Em contrapartida, os Pleocyemata apresentam brânquias do tipo filo ou trico-brânquias, as fêmeas incubam ovos nos pleópodos e os embriões eclodem em um estágio posterior a larva nauplius; e são representados por dez infraordens: **Achelata** Scholtz & Richter, 1955 e **Polichelida** Scholtz & Richter, 1955 (lagostas), **Anomura** MacLeavy, 1838 (ermitões, porcelanideos, tatuíras, etc), **Astacidea** Latreille, 1802 (lagostins de água doce), **Axiidea** Huxley, 1979 e **Gebiidea** Saint Laurent, 1979 (corruptos), **Caridea** Dana, 1852 (camarões carídeos), **Glypheida** Winkler, 1882 (lagostas-da-lama ou camarões-da-lama, maioria fósseis), **Stenopodidea** Spence Bate, 1888 (camarões palhaços) e **Brachyura** Linnaeus, 1758 (caranguejos e siris) (Fransozo & Negreiros-Fransozo, 2016).

Com mais de 6.800 espécies, a infraordem **Brachyura** pode ser considerada um dos grupos mais relevantes da comunidade bentônica, devido à sua grande biomassa e importante desempenho nas relações tróficas marinhas (Ng *et al.*, 2008; De Grave *et al.*, 2009; Bertini *et al.*, 2004). Estes crustáceos, popularmente conhecidos como caranguejos e siris, apresentam o abdome reduzido, estreito, simétrico, dobrado sobre o cefalotórax e, geralmente, os urópodos pouco desenvolvidos ou ausentes. Ademais, os siris (superfamília **Portunoidea**) apresentam espinhos laterais na carapaça e achatamento dorso-ventral do último artículo do quinto par de pereiópodos, os quais são adaptados à natação (Williams, 1984). Na costa brasileira, mais de 300 espécies de **Brachyura** são conhecidas e estão distribuídas em 170 gêneros, pertencentes a 24 famílias (Melo, 1996; Ng *et al.*, 2008; De Grave *et al.*, 2009). Destas, 188 foram registradas no litoral do Estado de São Paulo (Bertini *et al.*, 2004).

Por apresentar hábitos diversificados e ocupar diferentes habitats, os braquiúros representam uma importante etapa na evolução dos crustáceos. De acordo com Ng *et al.* (2008), o sucesso destes indivíduos deve-se a ocupação de habitats distintos, seja terrestre e/ou aquático. Embora a maioria seja marinha, há espécies que são encontradas em montanhas a 2.000 metros acima do nível do mar, em fossas abissais oceânicas de 6.000 metros de profundidade, em estuários (onde a salinidade e a temperatura podem flutuar drasticamente) e em ambientes dulcícolas. Ainda, algumas espécies habitam o ambiente terrestre, retornando ao ambiente aquático ocasionalmente ou apenas para liberação das larvas (Bowman & Abele, 1982; Melo, 1996).

Apesar da enorme biomassa que os braquiúros apresentam, a maior parte destes indivíduos não possui interesse comercial. Entretanto, embora a pesca camaroeira no sudeste do Brasil tenha como alvo espécies rentáveis, tais como os camarões rosa, *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) e *F. paulensis* (Perez-Farfante, 1967), o camarão-branco

Litopenaeus schmitti (Burkenroad, 1938), o sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) e algumas espécies de siris com tamanho relativamente grande, como *Callinectes ornatus* Ordway, 1963 e *C. danae* Smith, 1869 (Mantelatto & Fransozo, 1999; Costa *et al.*, 2004; Castro *et al.*, 2005; Fransozo *et al.*, 2016), esta prática causa sérios danos às comunidades marinhas como um todo (Pauly *et al.*, 2002). Devido ao apetrecho da pesca comercial ser um método não seletivo (arrasto), uma considerável diversidade de crustáceos decápodos e outros organismos também são capturados como fauna acompanhante ou *by-catch* (Alverson *et al.*, 1994). Estima-se que para cada 1,8 milhões de toneladas da produção de camarão mundial, são capturadas 11,2 milhões de toneladas de fauna acompanhante (Alverson *et al.*, 1994; Lima *et al.*, 2014). Deste total, 9,4 milhões de toneladas são descartadas mortas ou com pouca chance de sobrevivência (Alverson *et al.*, 1994; Branco, 1999; Lima *et al.*, 2014).

De acordo com Castilho *et al.* (2008), nas últimas três décadas verificou-se um aumento da expansão imobiliária e da frota pesqueira artesanal no litoral norte paulista, resultando em um declínio na abundância e riqueza das espécies de crustáceos decápodos capturados como fauna acompanhante. Consequentemente, ocorrem alterações em cadeia que resultam na desestruturação da comunidade marinha como um todo, uma vez que estes crustáceos viabilizam uma importante concentração de energia para os demais níveis tróficos (Bertness, 1999).

Sendo assim, levantamentos faunísticos e o conhecimento da relação entre os organismos e as características do ambiente podem contribuir para o melhor entendimento da comunidade de uma determinada região, permitindo, também, identificar impactos ambientais de uma maneira mais eficiente (Fransozo *et al.*, 2016).

Os dados do presente estudo, coletados há 20 anos atrás (1998 e 1999), são de extrema importância, pois no ano de 2008 (10 anos depois) toda a região de Ubatuba foi inserida em

uma Área de Proteção Ambiental (APA). Sendo assim, as informações contidas neste trabalho servem de base para atestar a eficiência ou não da implementação da APA e, também, para futuros estudos comparativos com a finalidade de gerar subsídios para planos de manejo que visam a prevenção do desaparecimento dos animais ocasionados pela pesca predatória.

REFERÊNCIAS

- ALVERSON, D.L.; FREEBERG, M.H.; POPE, J.G. & MURAWSKI, J.A. 1994. A global assessment of fisheries bycatch and discards. *FAO Fisheries Technical Paper*, 339: 1-233.
- BERTINI, G.; FRANSOZO, A. & MELO, G.A.S. 2004. Biodiversity of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from non-consolidated sublittoral bottom in the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Biodiversity Conservation*, 13: 2185-2207.
- BERTNESS, M.D. 1999. *The ecology of atlantic shorelines*. 1st Ed., Sinauer Associates, Inc. Publishers Sunderland, Massachusetts, 417 p.
- BOWMAN, T.E. & ABELE, L.G. 1982. *Classification of the Recent Crustacea*. In: Bliss, D.E. (ed.). *The biology of Crustacea*, Vol. 1, Systematics, the fossil record, and biogeography. New York, Academic Press, 319 p.
- BRANCO, J.O. 1999. *Biologia do Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda Penaeidae), análise da fauna acompanhante e das aves marinhas relacionadas a sua pesca, na região de Penha, SC, Brasil. Doctoral Thesis. Universidade Federal de São Carlos, SP. 147 pages.
- BRUSCA, R. C.; MOORE, W. & SHUSTER, S. M. 2018. *Invertebrados*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1254 p.
- CASTILHO, A.L.; PIE, M.R.; FRANSOZO, A.; PINHEIRO, A.P. & COSTA, R.C. 2008. The relationship between environmental variation and species abundance in shrimp community (Crustacea, Decapoda, Penaeoidea) in South-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88: 119–123.
- CASTRO, R.H.; COSTA, R.C.; FRANSOZO, A. & MANTELATTO, F.L.M. 2005. Population structure of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Penaeoidea) in the littoral of São Paulo, Brazil. *Scientia Marina*, 69(1): 105–112.
- COSTA, R.C.; FRANSOZO, A. & PINHEIRO, A.P. 2004. Ecological distribution of the shrimp *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Decapoda: Penaeoidea) in southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, 529(1): 195-203.

- DE GRAVE, S.; PENTCHEFF, N.D.; AHYONG, S.T.; CHAN, T.Y.; CRANDALL, K.A.; DWORSCHAK, P.C.; FELDER, D.L.; FELDMANN, R.M.; FRANSEN, C.H.J.M.; GOULDING, L.Y.D.; LEMAITRE, R.; LOW, M.E.Y.; MARTIN, J.W.; NG, P.K.L.; SCHWEITZER, C.E.; TAN, S.H.; TSHUDY, D. & WETZER, R. 2009. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *Raffles Bulletin of Zoology*, 21: 1-109.
- FRANSOZO, A. & NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. (eds). 2016. *Zoologia dos Invertebrados*. 1ª edição, Rio de Janeiro, Roca. ISBN: 978-85-277-2806-5.
- FRANSOZO, A.; SOUZA, A.N.; RODRIGUES, G.F.B.; TELLES, J.N.; FRANSOZO, V. & NEGREIROS-FRANSOZO M.L. 2016. Decapod crustaceans captured along with the sea-bob shrimp fisheries on non-consolidated sublittoral from northern coast of São Paulo, Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42(2): 369-386.
- LIMA, P.A.; FRANSOZO, V.; ANDRADE, L.S.; ALMEIDA, A.C.; FURLAN, M. & FRANSOZO, A. 2014. Distribution and population structure of the flecked box crab *Hepatus pudibundus* (Decapoda, Brachyura) in the western South Atlantic. *Marine Biology Research*, 10(6), 589-600.
- MANTELATTO, F.L.M. & FRANSOZO, A. 1998. Characterization of the physical and chemical parameters of Ubatuba Bay, northern coast of Sao Paulo State, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 59 (1): 23-31.
- MARTIN, J.W. & DAVIS, G.E. 2001. An updated classification of the recent Crustacea. *Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series*, 39: 123 p.
- MELO, G.A.S. 1996. *Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro*. Pleiade/FAPESP, Sao Paulo, 604 p.
- NG, P.K.L.; GUINOT, D. & DAVIE, P.J.F. 2008. Systema brachyurorum: Part I. Na annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. *The Raffles Bulletin of Zoology* 17: 1-286.

- PAULY, D.; CHRISTENSEN, V.; GUENETTE, S.; PITCHER, T.J.; SUMAILA, U.R.; WALTERS, C.J.; WATSON, R. & ZELLER, D. 2002. Towards sustainability in world fisheries. *Nature*, 418: 689-695.
- WILLIAMS, A.B. 1984. *Shrimps, lobsters and crabs of the Atlantic coast of the eastern United States, Maine to Florida*. Smithsonian Institution Press, Washington, 550 p.

CAPÍTULO I

DIVERSITY OF DECAPOD CRABS (CRUSTACEA: BRACHYURA) NEAR TO TWO ISLANDS OF UBATUBA, SOUTHEAST COAST OF BRAZIL

ABSTRACT

Although the Couves and Mar Virado Islands are geographically close to each other, they have distinct environmental features. Couves Island, for instance, is more affected by the water masses reaching Ubatuba than Mar Virado Island. Thus, this is the first comparative study of the alpha and beta diversity of crabs from soft bottom areas nearby these two coastal islands (Couves and Mar Virado Islands). Crabs were captured monthly from January 1998 to December 1999. The samplings were carried out with a shrimp fishery boat provided with double-rig nets, in Ubatuba, off the north coast of São Paulo. The ecological indexes of Shannon (H'), Pielou (J') and Bray-Curtis were used to compare the variation in diversity between islands and years. In total, we captured 2221 brachyurans (570 in Couves and 1651 in Mar Virado), belonging to 42 species, 28 genera, and 13 families. Twenty species occurred in both islands, ten occurred only in Couves, and twelve were exclusive of Mar Virado. The most abundant species were *Hexapanopeus paulensis* and *Achelous spinicarpus* in Couves Island; and *Callinectes ornatus* and *Hepatus pudibundus* in Mar Virado Island. There were statistical differences in equitability (between islands in the year of 1998) and abundance (among seasons in the autumn of 1999). Possibly, the main factor that contributed to the abundance of *C. ornatus* and *A. spinicarpus* was the bottom water temperature, which can be modulated by the way in each location is influenced by water masses. As for *H. pudibundus* and *H. paulensis*, the sediment may have been responsible for its distribution on each island. Although the number of species collected on the islands was similar, the way that individuals are distributed in each species was different, resulting in a difference in equitability. The high abundance of *C. ornatus* in the Mar Virado Island may have been the reason for the difference found in autumns of 1999 between the islands. Probably, the distinct environmental features characteristics to each island are driving the community composition of these islands.

Keywords: spatiotemporal diversity, community structure, benthonic assemblages, richness, Brachyura, beta diversity.

INTRODUCTION

The term biodiversity refers to the biological variety of living organisms (Rabieh, 2018). The number and the numerical composition of species of a given geographical region is called species diversity (Sanders, 1968), which can be quantified by two components: inventory and differentiation diversity. The first refers to alpha and gamma diversity, whereas the second, to beta and delta diversity (Marinoni & Ganho, 2006). According to Magurram (2004), the total number of species of a single habitat is called local or alpha diversity (α). The total number of species in all habitats is the regional or gamma diversity (γ). Beta diversity (β) measures how much two environmental units differ regarding the set of species that they host, and the delta diversity (δ) is the one measured at the landscape level (Marinoni & Ganho, 2006). Abiotic and biotic factors such as primary productivity, climate, spatial heterogeneity, physical disturbances, competition, and predation generate periods with distinct food availability and reproductive activity for different species, allowing them to coexist (Ricklefs & Miller, 1999; Begon *et al.*, 2006), and are important drivers of diversity patterns.

Marine environments hold 95% of Earth's biosphere and the largest share of its diversity (O'Dor, 2004; Perez, 2009). Among the variety of organisms that inhabit the oceans, decapod crustaceans are one of the most common, especially in tropical and subtropical regions (Boschi, 2000). The *Bachyura* represent a very important portion of marine crustaceans since there are, approximately, 6800 species described worldwide (Ng *et al.*, 2008). In Brazil, which is considered as a global biodiversity hotspot (Mantelatto *et al.*, 2016), there are about 300 species of crabs recorded to date, of which 188 occur off the coast of São Paulo (Melo, 1996; Bertini *et al.*, 2004).

The southeastern coast of Brazil has been the target of many studies about the biodiversity of decapod crustaceans. Many of these studies focused on soft-bottom communities, such as Fransozo *et al.* (1992, 2011, 2012, 2016), Bertini & Fransozo (2004),

Bertini *et al.* (2004, 2010), Braga *et al.* (2005), Furlan *et al.* (2013), Frameschi *et al.* (2014), Andrade *et al.* (2015), Pantaleão *et al.* (2016), Mantelatto *et al.* (2016), Costa *et al.* (2016), and Stanski *et al.* (2019). In addition, there were studies on communities from rocky bottoms, such as Alves *et al.* (2011, 2012), Gaeta *et al.* (2011), and Lima *et al.* (2018). Located on the southeastern Brazilian coast, the region of Ubatuba deserves a special attention because it is a transitional landscape, in which tropical, subtropical, and subantarctic species meet (Sumida & Pires-Vanin, 1997). Indeed, Ubatuba has many islands with unique environmental features, and an impressive biological diversity (Poletto & Batista, 2008). According to Bertini *et al.* (2004), islands are important environments for the establishment and preservation of several species of Brachyura, because they create a link between inshore and offshore regions that facilitates the migration of many species. In addition, the presence of these islands can result in environmental differences, as they can provide greater protection from sea conditions, such as the action of waves and water masses. Thus, it is possible that there are differences in the composition of marine benthic organisms that live around these environments.

In 2008, Ubatuba and the islands nearby were included in a Marine Protected Area (MPA) that aims to prioritize the biological conservation through the sustainable use of marine resources (IBAMA Normative Instruction nº 189/2008). Since this region is under development and subjected to impacts from human actions (Poletto & Batista, 2008), it is important to construct a detailed description of the diversity patterns prior the establishment of the MPA, in 2008. Thus, studies on the species composition and richness are important for a better understanding of the functioning and structure of its biological communities (Fransozo *et al.*, 2016). Faunistic surveys bring the baseline information needed to conservation strategies of species and ecosystems (Fransozo *et al.*, 2016). Moreover, these surveys help to detect local extinctions and occurrence of invasive species (Bertini *et al.*, 2004; Fransozo *et al.*, 2011).

Although the two islands this study (Couves and Mar Virado) are relatively close, they have distinct characteristics regarding the anthropogenic impact from the trawl overfishing and the physicochemical characteristics of the substrate. The localities (islands) receive distinct influence from SACW and from climatological events. Thus, we assume that both the crab richness and abundance are distinct between localities and between sampling years. Therefore, the aim of this study was to compare, for the first time, the composition, structure, seasonal variation in abundance and diversity (alpha and beta) of brachyuran assemblages in two sampling years in the non-consolidated infralitoral nearby two islands of Ubatuba (Couves and Mar Virado), based on data collected 20 years ago. This baseline information will enable a comparison with the current situation, which can help to evaluate whether the conservation measures put in practice since the creation of the MPA have been effective.

MATERIAL & METHODS

STUDY AREA

The region of Ubatuba, in the northern coast of the State of São Paulo, has unique geomorphological characteristics and is well known by its rocky irregular coastline (Ab'Saber, 1995). The hydrodynamics of Ubatuba are regulated by the influence of three water masses: Coastal Water (CW, temperature $\geq 20^{\circ}$ and salinity $\leq 36\text{‰}$), Tropical Water (TW, temperature $\geq 20^{\circ}$ and salinity $\geq 36\text{‰}$), and South Atlantic Central Water (SACW, temperature $\leq 18^{\circ}\text{C}$ and salinity $\leq 36\text{‰}$) (Castro-Filho *et al.*, 1987; Odebrecht & Castello, 2001; De Léo & Pires-Vanin, 2006). These water masses come from the south and reach Ubatuba by flowing between São Sebastião Island and the continent. The fast currents created by these masses carry fine sediments through the channel to the shoreline and nearby inlets (Furtado *et al.*, 1998).

In this study, data were collected near two islands in the region of Ubatuba: Couves Island (COI, 23°24'45''S; 44°51'27''W), located in Ubatumirim Bay, and Mar Virado Island (MVI, 23°33'25''S; 45°09'37''W), located in Mar Virado Bay. Couves Island, in the east of Ubatumirim, has an extensive rocky area. Compared to the other islands of the same bay, Couves Island is farthest from the coast, has the largest extent and is exposed to the offshore region (Mahiques, 1995). Mar Virado Island, in contrast, is located in the west part of Mar Virado Bay's entrance, in the south of Anchieta Island, and thus it is more protected from the waves (Mahiques, 1995) (Figure 1). The samplings were carried out in the inner side of the islands, facing the continent.

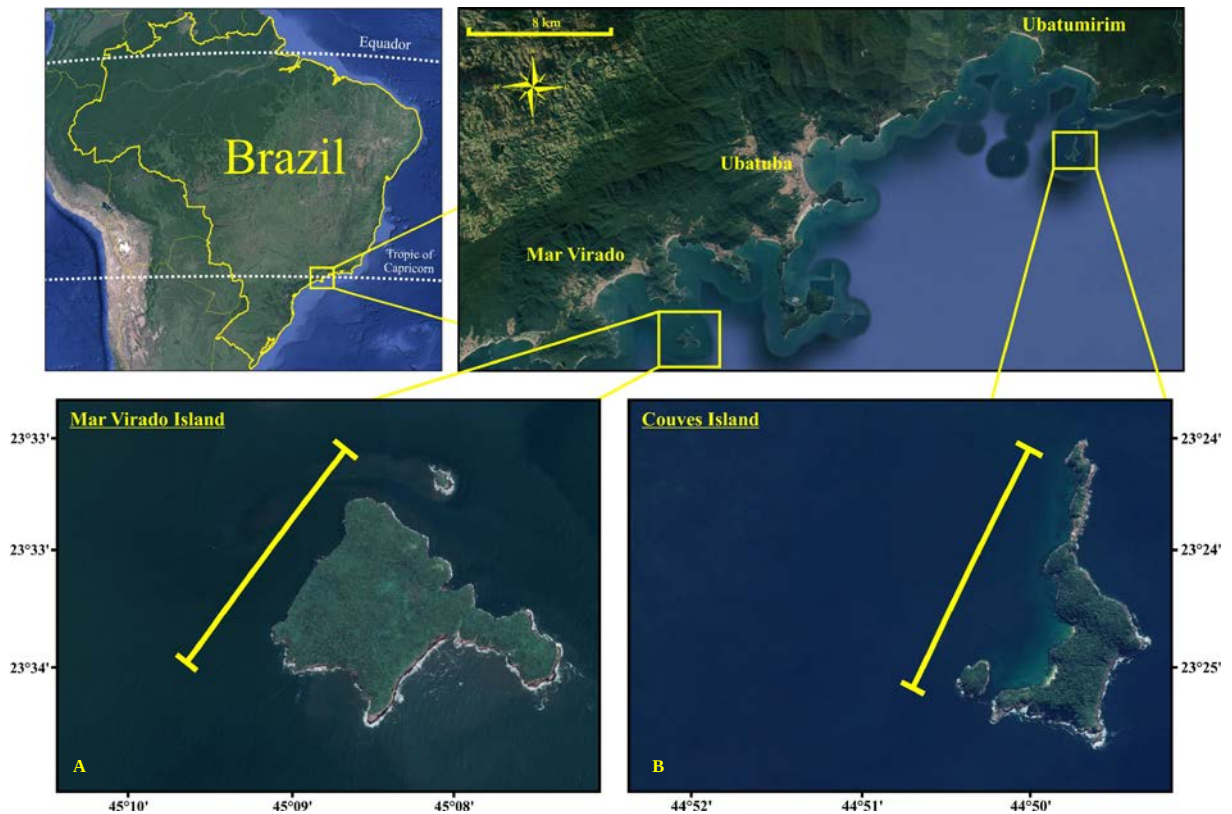


FIGURE 1 – Map of the Ubatuba region, located in north coast of the State of São Paulo, Brazil, showing the sampling sites (A: Mar Virado Island; B: Couves Island). Map source: Google Earth.

SAMPLING

The crabs were captured monthly, from January 1998 to December 1999, aboard a shrimp fishing boat with double-rig trawling nets (4.5 m wide, 20 mm mesh size, 15 mm at the cod-end). The samplings lasted 30 min and covered 2 km in length per island. In total, our samplings covered 18000 m² a month/ per island. After each trawling the crabs were stored in plastic bags with ice. In the laboratory they were counted and identified following Melo (1996).

DATA ANALYSIS

To allow a better data visualization, we grouped the crabs by season: summer (January, February, and March), autumn (April, May, and June), winter (July, August, and September) and spring (October, November, and December).

The data was log-transformed ($\log(x+1)$) and tested for normality (Shapiro-Wilk Test) and homoscedasticity (Levene's Test) (Levene, 1960; Shapiro & Wilk, 1965).

The alpha (α) diversity was represented by the species richness (S') (number of species per island) (Krebs, 1989), diversity index (H'): $H' = -\sum_{i=1}^S P_i \cdot \log_2 P_i$; where "s" is the number of species and " P_i " is the proportion of individuals of species "i" (Shannon & Weaver, 1949); and equitability index (J'): $J' = \frac{H'}{\log_2 s}$ (Pielou, 1966).

To analyze the beta diversity (β), considering the seasons and islands, we used the dissimilarity index of Bray & Curtis (1957), which ranges from 0 (similar) to 1 (dissimilar). According to Bray & Curtis (1957), it is given by the formula $B = \frac{\sum_{i=1}^n |x_{ij} - x_{ik}|}{\sum_{i=1}^n |x_{ij} + x_{ik}|}$, where B = Bray-Curtis coefficient, x_{ij} , x_{ik} = number of individuals of the *i*-th species per sample (j, k) and n = number of individuals per sample.

Mann-Whitney's test (significance level = 5%) was used to compare the abundance, richness, diversity, and equitability between islands per year (Zar, 1999).

All statistical analyses were done using the software Past 2.12 (Hammer *et al.*, 2001), Bioestat 5.0 (Ayres *et al.*, 2007) and package Vegan (Oksanen *et al.*, 2010) for R (R Development Core Team, 2017).

RESULTS

In total, we captured 2221 crabs: 570 individuals in Couves Island (N = 405, 1998; N = 165, 1999) and 1651 individuals in Mar Virado Island (N = 679, 1998; N = 972, 1999). The crabs belonged to 42 species, 30 genera, and 13 Brachyura families (Table 1). Out of these 42 species, 20 occurred in both islands, 10 were exclusive of Couves Island and 12 were exclusive of Mar Virado Island (Figura 2C). The most abundant species were *Hexapanopeus paulensis* Rathbun, 1930 (N = 152) and *Achelous spinicarpus* (N = 129) Stimpson, 1871 in Couves Island; and *Callinectes ornatus* Ordway, 1968 (N = 1071) and *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (N = 153) in Mar Virado Island.

Overall, the abundance of crabs differed only in the autumn of 1999 ($U = 45$; $p < 0.05$). In Couves Island, the highest abundance was recorded in the summer of 1998 (N = 206), but in Mar Virado Island it was in the autumn of 1999 (N = 534) (Figure 3). Similarly, in Couves Island the highest richness was recorded in the summer of 1998, whereas in Mar Virado Island it was in the autumn of 1999 (Figure 4). The islands differed in richness in 1999 ($U = 35$; $p < 0.05$).

Regarding the beta diversity, the Bray-Curtis index indicated 34.03% of similarity between the islands (Bray-Curtis = 0.66). Among years, the similarity was lower in summer and autumn, and higher in winter and spring (Figure 4).

The mean alpha diversity of the islands (Table 2) differed only in the equitability of 1998 ($U = 34$; $p < 0.05$). The highest diversity and equitability, considering both islands, were recorded in 1999. In this year, Couves had an $H' = 1.979$ in summer and $J' = 1$ in winter, and Mar Virado had an $H' = 1.721$ in spring and $J' = 1$ in autumn (Figures 5 and 6).

TABLE 1— Composition and abundance of species of Brachyura in the islands Couves and Mar Virado, off the coast of the State of São Paulo, Brazil. **COI** = Couves Island; **MVI** = Mar Virado Island.

	COUVES ISLAND									TOTAL	MAR VIRADO ISLAND									TOTAL
	Summer		Autumn		Winter		Spring				Summer		Autumn		Winter		Spring			
	98	99	98	99	98	99	98	99			98	99	98	99	98	99	98	99		
Family Dromiidae																				
Cryptodromiopsis antillensis (Stimpson, 1858)	3	3	0	0	0	0	0	2	8	4	4	5	6	1	1	1	9	31		
Hypoconcha parasitica (Linnaeus, 1763)	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Hypoconcha arcuata Stimpson, 1858	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1		
Family Aethridae																				
Hepatus pudibundus (Herbst, 1785)	2	0	2	2	0	56	3	2	67	9	7	18	44	6	30	9	30	153		
Family Menippidae																				
Menippe nodifrons Stimpson, 1859	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1		
Family Leucosiidae																				
Lithadia brasiliensis (von Martens, 1872)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2		
Persephona lichtensteinii Leach, 1817	0	0	2	0	0	2	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	1		
Persephona mediterranea (Herbst, 1794)	0	0	1	0	0	10	1	0	12	0	0	2	5	0	2	2	1	12		
Persephona punctata (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	1	0	0	1	7	0	0	4	0	3	6	1	21		
Family Epialtidae																				
Apimithrax violaceus (A. Milne-Edwards, 1868)	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1		
Libinia ferreirae Brito Capello, 1871	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	6		
Libinia spinosa Guérin, 1832	0	1	2	0	1	0	1	0	5	1	4	0	1	0	1	1	2	10		
Notolopas brasiliensis Miers, 1886	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	1	0	0	1	8		
Pelia rotunda A. Milne-Edwards, 1875	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2		
Family Inachidae																				
Coryrhynchus algicola Stebbing, 1914	0	1	0	1	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Coryrhynchus riisei (Stimpson, 1860)	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Family Inachoididae																				
Stenorhynchus seticornis (Herbst, 1788)	10	3	2	1	2	0	0	1	19	0	0	0	1	2	0	0	0	3		
Collodes armatus Rathbun, 1898	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1		
Collodes inermis A. milne-Edwards, 1878	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Pyromaia tuberculata (Lockington, 1877)	8	1	0	0	0	0	0	0	9	1	1	0	0	0	0	0	0	2		
Family Mithracidae																				
Pitho lherminieri (Desbonne & Schramm, 1867)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1		
Omalacantha bicornuta (Latreille, 1825)	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1		
Family Parthenopidae																				
Heterocrypta lapidea Rathbun, 1901	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1		
Spinolambrus pourtalesii (Stimpson, 1871)	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1		
Family Pilumnidae																				
Pilumnus dasypodus Kingsley, 1879	2	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Pilumnus reticulatus Simpson, 1860	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1		
Pilumnus spinosissimus Rathbun, 1898	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Family Portunidae																				
Arenaeus cribrarius (Lamarck, 1818)	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	6	2	3	0	0	3	1	18		
Callinectes danae Smith, 1869	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1	5		
Callinectes ornatus Ordway, 1863	10	2	51	5	1	11	3	10	93	162	91	142	438	28	95	86	29	1071		
Callinectes sapidus Rathbun, 1896	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1		
Charybdis helleri (A. Milne-Edwards, 1867)	0	0	2	1	0	0	0	0	3	0	0	1	2	0	1	0	0	4		
Cronius ruber (Lamarck, 1818)	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	7	0	0	0	0	0	0	7		
Achelous tumidulus Stimpson, 1871	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Achelous spinicarpus Stimpson, 1871	103	4	0	0	0	0	16	6	129	1	2	0	0	0	1	3	8	15		
Achelous spinimanus (Latreille, 1819)	5	2	3	1	1	1	3	5	21	14	26	3	17	2	20	6	14	102		
Portunus ventralis (A. Milne-Edwards, 1879)	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Family Panopeidae																				
Eurypanopeus abbreviatus (Stimpson, 1860)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1		
Hexapanopeus paulensis Rathbun, 1930	50	10	32	2	44	7	5	2	152	63	15	34	3	1	2	0	2	120		
Acantholobulus schmitti (Rathbun, 1930)	6	0	6	0	7	1	0	0	20	20	14	8	2	0	2	0	1	47		
Panopeus occidentalis Saussure, 1857	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Family Pseudorhombilidae																				
Speocarcinus carolinensis Stimpson, 1859	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

TABLE 2 – Mean values ($\pm$ standard derivation) for the diversity of brachyuran crabs (Shannon's diversity index H' and equitability index J') per year (1998–1999) in the islands Couves (**COI**) and Mar Virado (**MVI**) off the coast of the State of São Paulo, Brazil.

	H' ($\pm$ SD)		J' ($\pm$ SD)	
	COI	MVI	COI	MVI
1998	1.13 $\pm$ 0.35	1.06 $\pm$ 0.35	0.75 $\pm$ 0.19	0.58 $\pm$ 0.11
1999	1.00 $\pm$ 0.60	1.29 $\pm$ 0.35	0.71 $\pm$ 0.35	0.72 $\pm$ 0.20

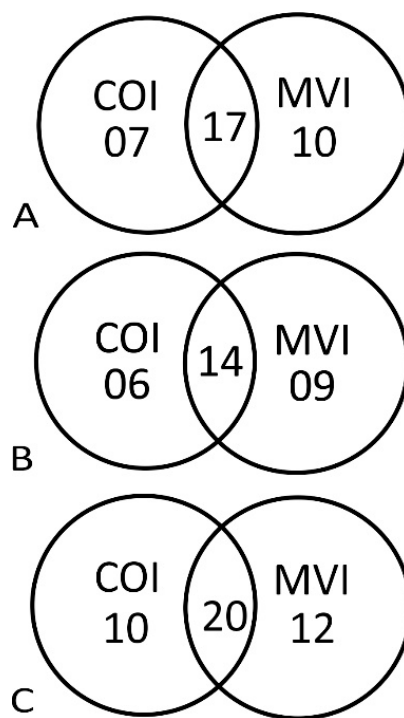


FIGURE 2 –Venn diagram. **A)** Distribution of the 34 crab species found in 1998 in the islands Couves (**COI**) and Mar Virado (**MVI**) off the coast of the State of São Paulo, Brazil; **B)** Distribution of the 29 crab species in 1999 in the islands Couves (**COI**) and Mar Virado (**MVI**) off the coast of the State of São Paulo, Brazil; **C)** Distribution of the 42 crab species found in 1998–1999 in the islands Couves (**COI**) and Mar Virado (**MVI**) off the coast of the State of São Paulo, Brazil.

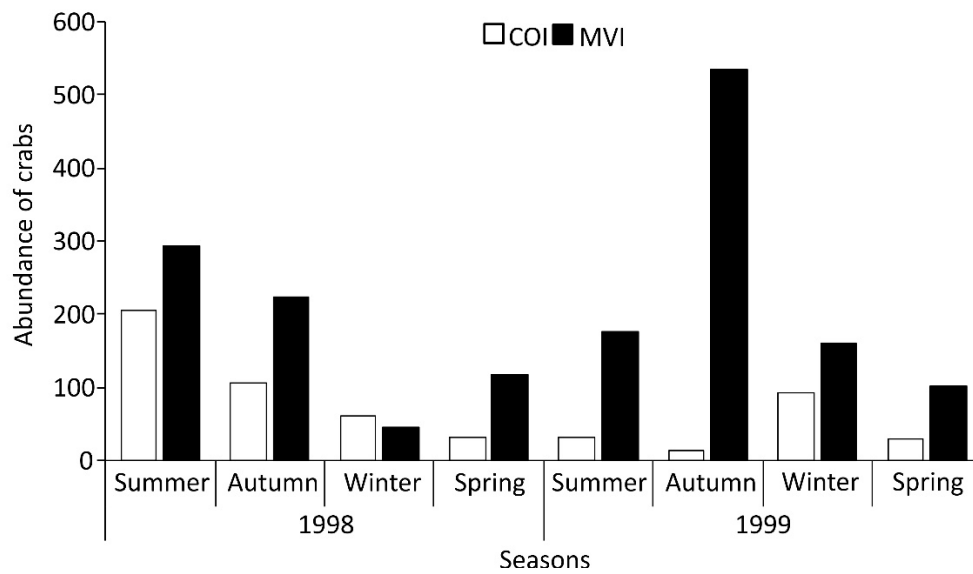


FIGURE 3 – Seasonal abundance of brachyuran crabs (1998–1999) in the islands Couves (**COI**) and Mar Virado (**MVI**), off the coast of the State of São Paulo, Brazil.

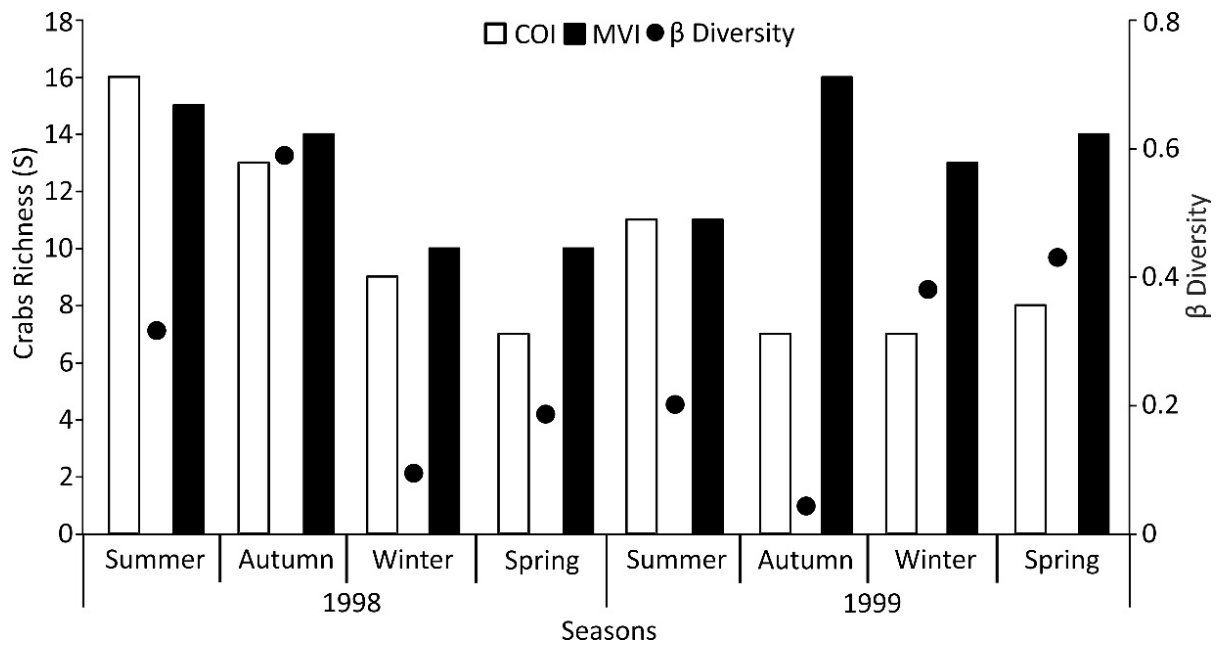


FIGURE 4 – Species richness of brachyuran crabs, per island and per season, captured in Couves Island (COI) and Mar Virado Island (MVI), off the coast of the State of São Paulo, Brazil, in 1998–1999. The circles indicate the similarity (beta diversity) between these islands in each season and year.

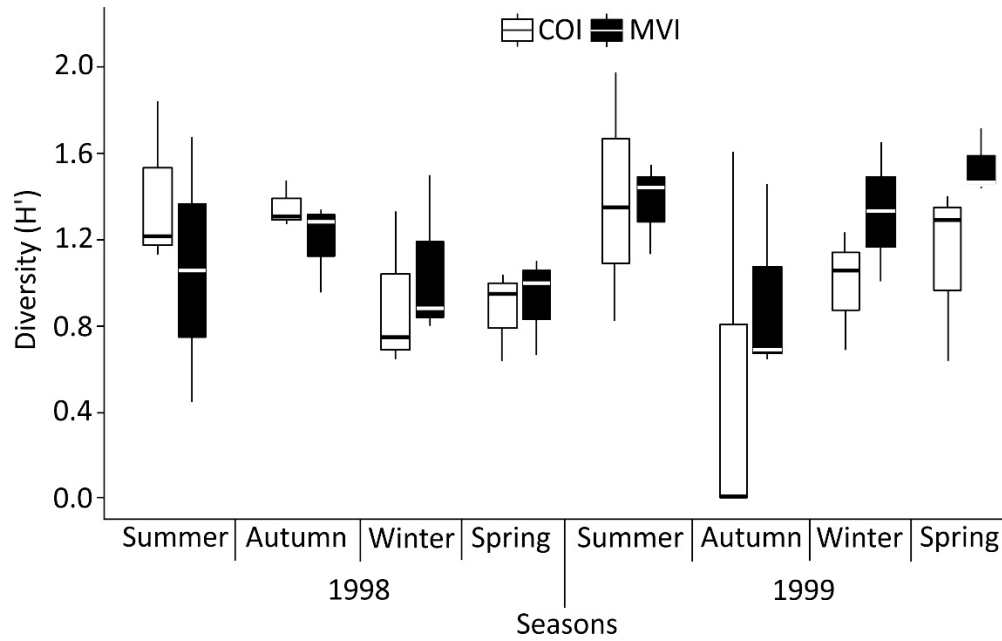


FIGURE 5 – Diversity of brachyuran crabs (Shannon's diversity index H') per season (1998–1999) in the islands Couves (COI) and Mar Virado (MVI) off the coast of the State of São Paulo, Brazil. The boxplot shows the median and interquartile range; the whiskers represent the maximum and minimum values.

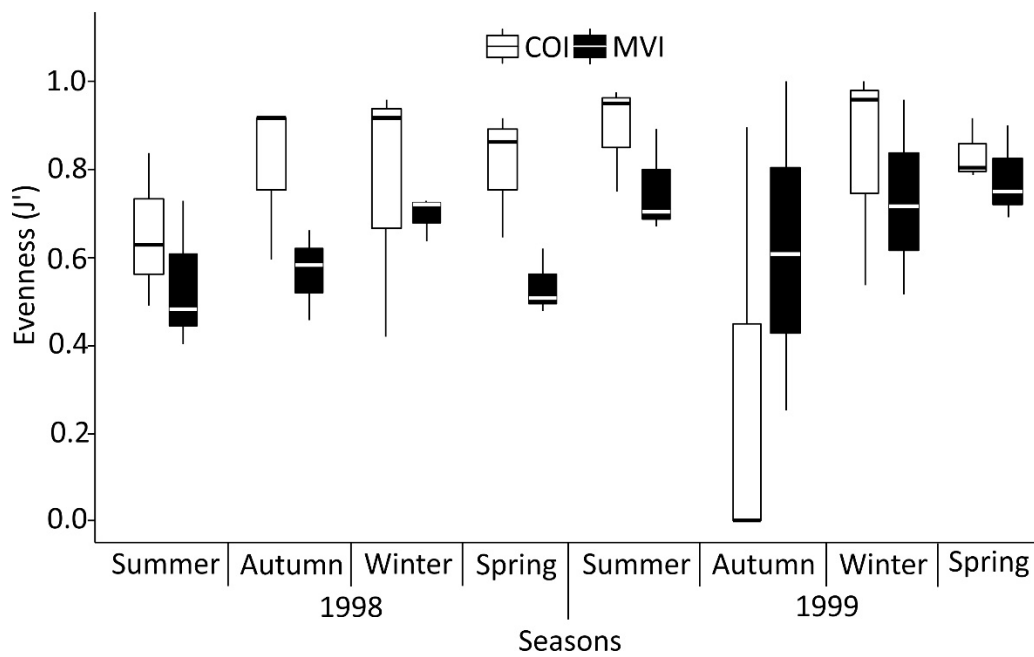


FIGURE 6 – Diversity of brachyuran crabs (equitability index J') per season (1998–1999) in the islands Couves (COI) and Mar Virado (MVI) off the coast of the State of São Paulo, Brazil. The boxplot shows the median and interquartile range; the whiskers represent the maximum and minimum values.

DISCUSSION

The relatively high species richness of brachyurans found in this study highlights the ecological importance of Ubatuba and its islands for the diversity of crabs. According to Abelló *et al.* (1988), in areas of unconsolidated seabed near rocky shores, where the environmental factors are most diverse, the number of species can be higher. Moreover, the diversity of benthic organisms is related to the characteristics of the substrate (Fransozo *et al.*, 2012). According to Mahiques *et al.* (1998), the region of Ubatuba is a mosaic of sediment types, with patches of coarse sand, fine sand, and silt + clay. This substrate heterogeneity increases the habitat complexity and probably contributes to the richness and diversity of crabs found in this study, since it allows the coexistence of many species through habitat partitioning (Abele 1974, 1976; Wenner *et al.*, 1983; Fransozo *et al.*, 2012). Due to the diversity of microhabitats created by the heterogeneous substrate, some species can use a given substrate as shelter while others are using it as food, thus decreasing competition among species (Abele, 1976).

Diversity and richness varied between islands, seasons, and years. This dissimilarity is likely due to the different environmental conditions and dynamics of water masses that reach the islands. Mar Virado Island, for instance, is protected by the São Sebastião Island and is less affected by the chemico-physical properties of the water masses than Couves Island, that is exposed (Frameschi *et al.*, 2014). Thus, Mar Virado Island is less vulnerable to the action of ocean currents and receives more input from the continent. Indeed, its sediments are composed mainly of finer particles and silt + clay (Pires, 1992; Frameschi *et al.*, 2014). This sediment characteristic probably favored the establishment of *H. pudibundus* and *C. ornatus* since fine sediments facilitate their burrowing behavior, which these species display upon exposure to predators and adverse conditions (Pinheiro *et al.*, 1997; Lima *et al.*, 2014). The high abundance of *H. pudibundus* in Mar Virado may be due to its occurrence on finer sediments (Melo, 1996; Klôh & Di Benedetto, 2010). According to Mantelatto & Petracco (1997), *H. pudibundus* feeds on organisms that are more abundant in this type of substrate, such as mollusks, annelids and

foraminiferans. As for *C. ornatus*, it is possible that the settlement of these crabs in Mar Virado was favored by the high concentration of organic matter and silt+clay, since these features increase the food availability. Moreover, the high abundance of this species may be explained by its high fecundity and continuous reproduction (Mantelatto & Fransozo, 1999). Regarding *H. paulensis*, the presence of a shrubby vegetation along the sandy coastline of both islands (Poletto & Batista, 2008) likely favored its establishment. This species is commonly found among plant debris, and in association with bryozoan colonies (Bertini *et al.*, 2004; Silva *et al.*, 2017). Furthermore, Silva *et al.* (2017), observed that this species occurred in greater abundance in sites close to the continent and in the summer. This fact is probably related to the proximity of these places to rocky areas, where *H. paulensis* is frequently found (Alves *et al.*, 2012). Regarding the greater abundance in the summer, Silva *et al.* (2017) reports that this season coincides with the period of highest incidence of ACAS, which favors primary productivity and facilitates the availability of food for this and other species. Thus, these may also be the factors that influenced the abundance of this crab on the islands, as well as its greater abundance in summer.

Although the islands Couves and Mar Virado have very distinct environmental features, their alpha diversity differed only regarding equitability and only in 1998. Thus, even though the islands' species richness were similar, the way the individuals were distributed per species was not. According to Begon *et al.* (2006), the equitability index increases when the number of individuals per species is more evenly distributed. Thus, the islands differed in equitability due to the variation in abundance of the dominant species of each island (*A. spinicarpus* in Couves Island and *C. ornatus* in Mar Virado Island). Moreover, an island with highest richness may have not the highest diversity. The highest diversity index was recorded in 1999 in Couves Island, while in that year, the highest species richness occurred in Mar Virado Island. This apparent contradiction results because the diversity index takes into account the number of

species in the biological community and their equitability (Melo, 2008). Hence, the highest diversity indices resulted from a combination between the number of species and the distribution of individuals among these species.

Seasonally, the significant difference between the islands regarding the crab abundance detected in the autumn of 1999 was due to the high abundance of *C. ornatus* (82%) in Mar Virado Island. While in Couves Island in this period there were only 13 individuals (five *C. ornatus*), in Mar Virado Island there were 534 individuals, of which 438 were *C. ornatus*. The high abundance of this portunid crab, which prefers warmer waters (Bertini & Fransozo, 2004), was likely due to the lesser effect of the South Atlantic Central Water (temperature $\leq 18^{\circ}\text{C}$) in Mar Virado Island. In contrast, the high abundance of *A. spinicarpus* (50%) in the summer of 1998 in Couves Island may be due to the entrance of this water mass in the region. According to Pires-Vanin *et al.* (1993) and De Léo & Pires-Vanin (2006), *A. spinicarpus* is a generalist carnivore that feeds on the most abundant epifaunal groups (such as crustaceans, bivalves, and suspensivorous polychaets) and benefits from a higher availability of these preys. The environmental changes created by the entrance of a cold water mass could have influenced species that prefer warmer waters and displaced them toward the coastline (Pires, 1992), where, in turn, they become more susceptible to predation by *A. spinicarpus*.

The sporadic catch of a few species was another factor that influenced the species richness and contributed to difference between the islands. Bertini *et al.* (2004) and Braga *et al.* (2005) suggested that migration, wave action, and unintentional transport by fishing boats may explain the occurrence of some individuals. In addition, communities can disperse and move in space since they are composed of resident, temporary, and visiting organisms (Myers, 1997; Fransozo *et al.*, 2016).

A few species recorded in our study are found in regions deeper than 20 m, such as *H. parasitica*, *C. antillensis*, *L. spinosa*, *N. brasiliensis*, *H. lapidea*, *S. pourtalesii*, *P. reticulatus*,

P. spinosissimus and *A. spinicarpus* (Bertini & Fransozo, 2004; Braga *et al.*, 2005). Other species like *M. nodifrons*, *A. violaceus*, *N. brasiliensis*, *S. seticornis*, *P. reticulatus*, and *C. hellerii* are typical of consolidated substrates or live in association with algae colonies (Mantelatto & Fransozo, 2000; Bertini *et al.*, 2004). Thus, the environmental characteristics close to Couves and Mar Virado may be very important for some species since islands serve as a link between inshore and offshore regions (Bertini *et al.*, 2004).

Although Couves and Mar Virado islands are located relatively close to each other (33 km) their species composition differ, and which varies seasonally. According to the literature (Mouquet & Loreau, 2003; Verleyen *et al.*, 2009; Vellend, 2010), habitat compartmentalization, environmental heterogeneity, productivity, degree of disturbance, degree of habitat connectivity, and dispersion, are the factors that modulate community structure. Probably, the environmental conditions of these islands changed seasonally, allowing the colonization by species with different requirements.

The high richness of brachyuran crustaceans recorded near to the islands Couves and Mar Virado indicates that this environment is favorable for the establishment of several species. The variations in the abundance of these crustaceans in space and time are determined according to the resources available in the region and their intrinsic physiological limitations. Thus, the conservation and monitoring of this region are extremely important, and the present results can serve as the basis for current and future monitoring of the diversity of crabs in the region, which became a protected area in 2008.

REFERENCES

- ABELE, L.G. 1974. Species diversity of decapod crustaceans in marine habitats. *Ecology*, 55:156-161.
- ABELE, L.G. 1976. Comparative species composition and relative abundance of decapods crustaceans in marine habitats of Panama. *Marine Biology*, 38: 263-270.
- ABELLÓ, P.; VALLADARES, F.J. & CASTELLÓN, A. 1988. Analysis of structure of decapod crustacean assemblages off the Catalan coast (North-West Mediterranean). *Marine Biology*, 98(1): 39-49.
- AB'SABER, A.N. 1955. Contribuição à geomorfologia do litoral paulista. *Revista Brasileira de Geografia*, 17(1): 3-48.
- ALVES, D.F.R.; BARROS-ALVES, S.P. & COBO, V.J. 2011. Composition and abundance of porcellanid crabs (Crustacea: Decapoda: Anomura) from rocky bottoms off Vitória Island, southeast coast of Brazil. *Zoologia*, 28 (2): 214-218.
- ALVES, D.F.R.; BARROS-ALVES, S.P.; COBO, V.J.; LIMA, D.J.M. & FRANSOZO, A. 2012. Checklist of the Brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) in the rocky subtidal of Vitoria Archipelago, Southeast coast of Brazil. *Check List*, 8(5): 940-950.
- ANDRADE, L.S.; FRAMESCHI, I.F.; COSTA, R.C.; CASTILHO, A.L. & FRANSOZO, A. 2015. The assemblage composition and structure of swimming crabs (Portunoidea) in continental shelf waters of southeastern Brazil. *Continental Shelf Research*, 94: 8-16.
- AYRES, M.; AYRES JUNIOR, M.; AYRES, D.L. & SANTOS, A.S. BioEstat 5.0. 2007. *Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas*. 5ª Ed. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, 364p.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C.R. & HARPER, J.L. 2006. *Ecology from individuals to ecosystems*. 4th Ed. Blackwell Publishing, USA, 700 p.
- BERTINI, G. & FRANSOZO, A. 2004. Bathymetric distribution of brachyuran crab (Crustacea, Decapoda) communities on coastal soft bottoms off southeastern Brazil. *Marine Ecology Progress Series*, 279: 193-200.

- BERTINI, G.; FRANSOZO, A. & MELO, G.A.S. 2004. Biodiversity of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from non-consolidated sublittoral bottom in the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Biodiversity Conservation*, 13: 2185-2207.
- BERTINI, G.; FRANSOZO, A. & NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. 2010. Brachyuran soft-bottom assemblage from marine shallow waters in the southeastern Brazilian littoral. *Marine Biodiversity*, 40(4): 277-291.
- BOSCHI, E.E. 2000. Biodiversity of marine decapod brachyurans of the Americas. *Journal of Crustacean Biology*, 20 (special number 2): 337-342.
- BRAGA, A. A.; FRANSOZO, A.; BERTINI, G. & FUMIS, P.B. 2005. Composition and abundance of the crabs (Decapoda, Brachyura) off Ubatuba and Caraguatatuba, northern coast of São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*, 5(2): 45-78.
- BRAY, J.R. & CURTIS, J.T. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological monographs*, 27(4): 325-349.
- CASTILHO, A.L.; PIE, M.R.; FRANSOZO, A.; PINHEIRO, A.P. & COSTA, R.C. 2007. The relationship between environmental variation and species abundance in shrimp community (Crustacea: Decapoda: Penaeoidea) in south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88(1): 119-123.
- CASTRO-FILHO, B.M.; MIRANDA, L.B. & MIYAO, S.Y. 1987. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 35(2): 135-151.
- COSTA, R.C.; CARVALHO-BATISTA, A.; HERRERA, D.R.; PANTALEÃO, J.A.F.; TEODORO, S.S.A. & DAVANSO, T.M. 2016. Carcino-bycatch of the seabob shrimp fishery (*Xiphopenaeus kroyeri*) in Macaé, Rio de Janeiro, Brazilian southeast. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42(3): 611-624. DOI: 10.20950/1678-2305.2016v42n3p611.
- DE LÉO, F.C. & PIRES-VANIN, A.M.S. 2006. Benthic megafauna communities under the influence of the South Atlantic Central Water intrusion onto the Brazilian SE shelf: a comparison between an upwelling and a non-upwelling ecosystem. *Journal of Marine Systems*, 60(3-4): 268-284.

- FRAMESCHI, I.F.; ANDRADE, L.S.; TADDEI, F.G.; FRANSOZO, V. & FERNANDES-GÓES, L.C. 2014. Assemblage of hermit crabs near coastal islands in southeastern Brazil. *Neotropical Biology and Conservation*, 9(1): 9-19.
- FRANSOZO, A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M.L.; MANTELATTO, F.L.M. & PINHEIRO, M.A.A.; SANTOS, S. 1992. Composição e distribuição dos Brachyura (Crustacea, Decapoda) do sublitoral não consolidado na Enseada da Fortaleza, Ubatuba (SP). *Revista Brasileira de Biologia*, 52(4): 667-675.
- FRANSOZO, A. & NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. 1996. Brazilian coastal Crustacea Decapoda. In: de Bicudo, C. E. & Menezes, M. N. A (eds). Biodiversity in Brazil: a first approach. *Proceedings of the workshop methods for the assessment of biodiversity in plants and animals*, Campos do Jordão, São Paulo, Brazil. 275-287p.
- FRANSOZO, A.; FERNANDES-GÓES, L.C.; FRANSOZO, V.; GÓES, J.M.; COBO, V.J.; TEIXEIRA, G.M. & GREGATI, R.A. 2011. Marine anomurans (Decapoda) from the non-consolidated sublittoral bottom at the southeastern coast of Brazil. *Crustaceana*, 84(4): 435-450.
- FRANSOZO, A.; FURLAN, M.; FRANSOZO, V.; BERTINI, G.; COSTA, R.C. & FERNANDES-GÓES, L.C. 2012. Diversity of decapod crustaceans at the interface of unconsolidated seabed areas and rocky shores in tropical/subtropical Brazil. *African Journal of Marine Science*, 34(3): 361-371.
- FRANSOZO, A.; SOUZA, A.N.; RODRIGUES, G.F.B.; TELLES, J.N.; FRANSOZO, V. & NEGREIROS-FRANSOZO M.L. 2016. Decapod crustaceans captured along with the sea-bob shrimp fisheries on non-consolidated sublittoral from northern coast of São Paulo, Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42(2): 369-386.
- FURLAN, M.; CASTILHO, A.L.; FERNANDES-GÓES, L.C.; FRANSOZO, V.; BERTINI, G. & COSTA, R.C. 2013. Effect of environmental factors on the abundance of decapod crustaceans from soft bottoms off southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 85(4): 1345-1356.

- FURTADO, V.V.; BONETTI-FILHO, J.; RODRIGUES, M. & BARCELLOS, R.L. 1998. Aspectos da sedimentação no canal de São Sebastião. *Relatórios Técnicos do Instituto Oceanográfico*, 43: 15-31.
- GAETA, J.C.; JÚNIOR, E.F.; AGUIAR, M.M. & FREIRE, A.S. 2011. The use of a non-destructive method to estimate the abundance of brachyuran crabs (Crustacea, Decapoda) in coastal islands of a marine protected area. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 6(4): 264-272.
- HAMMER, Q.; HARPER, D.A.T & RYAN, P.D. 2001. Past: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia eletrônica*, 4(1): 9 p.
- IBAMA 2008. Normative Instruction nº 189. *Diário Oficial da União*, 24 de setembro de 2008. Seção 1, Brasília. Available at: <http://www.jusbrasil.com.br/DOU/2013/09/24>. Accessed on: 24/06/2019.
- KLÔH A.S. & DI BENEDITTO A.P.M. 2010. Estrutura populacional do siri-baú, *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) no Norte do Estado do Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, 10: 463-67.
- KREBS, C.J. 1989. *Ecological methodology*. Harper & Hall, New York, US.
- LEVENE, H. 1960. Robust Tests for Equality of Variances. *Contributions to Probability and Statistics*. (Edited by I. Olkin, et al.) Stanford: Stanford University Press, United States. Chapter 25: 278-292.
- LIMA, P.A.; FRANSOZO, V.; ANDRADE, L.S.; ALMEIDA, A.C.; FURLAN, M. & FRANSOZO, A. 2014. Distribution and population structure of the flecked box crab *Hepatus pudibundus* (Decapoda, Brachyura) in the western South Atlantic. *Marine Biology Research*, 10(6): 589-600.
- LIMA, D.J.M.; ALVES, D.F.R. & COBO, V.J. 2018. Composition, density, and shell use hermit crabs (Crustacea: Paguroidea) from subtidal boulder fields in southeastern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 46(1): 72-82.
- MAGURRAN, A.E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Oxford, Blackwell Science Ltd., 256 p.

- MAHIQUES, M.M. 1995. Dinâmica sedimentar atual nas enseadas da região de Ubatuba, Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 43(2): 111-122.
- MAHIQUES, M.M.; TESSLER, M.G. & FURTADO, V.V. 1998. Characterization of energy gradient in enclosed bays of Ubatuba region, southeastern Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 47(4): 431-446.
- MANTELATTO, F.L.M.; BERNARDO, C.H.; SILVA, T.E.; BERNARDES, V.P.; COBO, V.J. & FRANSOZO, A. 2016. Composition and distribution of decapod crustaceans associated by fisheries of seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) at the northern coast of São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42(2): 307-326.
- MANTELATTO, F.L.M. & FRANSOZO, A. 1999. Reproductive biology and moulting cycle of the crab *Callinectes ornatus* (Decapoda, Portunidae) from the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Crustaceana*, 72(1): 63-76.
- MANTELATTO, F.L.M. & FRANSOZO, A. 2000. Brachyuran community in Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo State, Brazil. *Journal of Shellfish Research*, 19(2): 701-709.
- MANTELATTO, F.L.M. & PETRACCO, M. 1997. Natural diet of the crab *Hepatus pudibundus* (Brachyura: Calappidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba (SP), Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, 17(3): 440-46.
- MARINONI, R.C. & GANHO, N.G. 2006. A diversidade diferencial beta de Coleoptera (Insecta) em uma paisagem antropizada do Bioma Araucária. *Revista Brasileira de Entomologia*, 50(1): 64-71.
- MELO, G.A.S. 1996. *Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro*. São Paulo, Editora Plêiade.
- MELO, A.S. 2008. O que ganhamos ‘confundindo’ riqueza de espécies e equitabilidade em um índice de diversidade? *Biota Neotropica*, 8(3): 21-27.
- MOUQUET, N. & LOREAU, M. 2003. Community patterns in source-sink metacommunities. *The American Naturalist*, 162(5): 544-557.

- MYERS, A.A. 1997. Biogeographic barriers and the development of marine biodiversity. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44(2): 241-248.
- NG, P.K.; GUINOT, D. & DAVIE, P.J. 2008. Systema Brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 17(1): 1-286.
- ODEBRECHT, C. & CASTELLO, J.P. 2001. The convergence ecosystem in the Southwest Atlantic. *Ecological Studies*, 144: 147-165.
- O'DOR, R.K. 2004. "A census of marine life". *BioScience*, 54(2): 92-93.
- OKSANEN, J.; BLANCHET, F.G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MINCHIN, P.R.; O'HARA, R.B.; SIMPSON, G.L.; SOLYMOS, P.; HENRY, M.; STEVENS, H. & WAGNER, H. 2013. vegan: Community Ecology Package. R Package version 2.0-7. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
- PANTALEÃO, J.A.F.; CARVALHO-BATISTA, A.; FRANSOZO, A. & COSTA, R.C. 2016. The influence of upwelling on the diversity and distribution of marine shrimp (Penaeoidea and Caridea) in two tropical coastal areas of southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, 763: 381-395.
- PEREZ, J.A.A. 2009. Biodiversidade marinha: uma herança ameaçada? *Ciência e Cultura*, 62(3): 42-44.
- PIELOU, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13: 131-144.
- PINHEIRO, M.A.A.; FRANSOZO, A. & NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. 1997. Dimensionamento e sobreposição de nichos dos Portunídeos (Decapoda, Brachyura), na Enseada da Fortaleza, Ubatuba, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, 14(2): 371-378.
- PIRES, A.M.S. 1992. Structure and dynamics of benthic megafauna on the continental shelf offshore of Ubatuba, southeastern, Brazil. *Marine Ecology Progress Series*, 86: 63-76.

- PIRES-VANIN, A.M.S.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B.; AIDAR, E.; MESQUITA, I.S.L.; SOARES, L.S.H.; KATSURAGAWA, M. & MATSUURA, Y. 1993. Estrutura e função do ecossistema de plataforma continental da região de Ubatuba, Estado de São Paulo: uma introdução. *Publicação Especial Instituto Oceanográfico*, 10: 217-231.
- POLETO, C.R.B. & BATISTA, G.T. 2008. Sensibilidade ambiental das ilhas costeiras de Ubatuba, SP, Brasil. *Revista Ambi-Água*, Taubaté, 3(2): 106-121.
- RABIEH, M.M. 2018. Biodiversity of noctuid moths (Lepidoptera: Noctuidae) in the agroecosystems of Mashhad County. *Biodiversity International Journal*, 2(2): 173-177.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2017. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <http://www.R-project.org>. ISBN 3-900051-07-0.
- RICKLEFS, R.E. & MILLER, G.L. 1999. *Ecology*. 4th Ed. W.H. Freeman and Company New York, 822 p.
- SANDERS, H.L. 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. *American Naturalist*, 102: 243-282.
- SASTRY, A.N. 1983. Ecological aspects of reproduction. In: Bliss, D.E. (ed.). *The biology of Crustacea environmental adaptations*. Academic Press, New York, Vol. 8: 179-270 p.
- SHANNON, C.E. & WEAVER, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. Urbana: University of Illinois Press, 117p.
- SHAPIRO, S.S. & WILK, M.B. 1965. An analysis of variance test for normality. *Biometrika*, 52 (3): 591-611.
- SILVA, T.E.; FRAMESCHI, I.F.; ALMEIDA, A.C.; FRANZOZO, V.; BERTINI, G. & TADDEI, F.G. 2017. Ecological distribution and population features of *Hexapanopeus paulensis* Rathbun, 1930 (Crustacea: Decapoda: Xanthoidea) caught by bottom trawling in the southeastern coast of Brazil: implications for its population structure. *Nauplius*, 25.

- STANSKI, G.; GONÇALVES, G.R.L.; GRABOWSKI, R.C.; WOLF, M.R. & CASTILHO, A.T. 2019. Decapod abundance and species richness in the bycatch of *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) fishery, Santa Catarina, southern Brazil. *Nauplius*, 47.
- SUMIDA, P.Y.G. & PIRES-VANIN, A.M.S. 1997. Benthic associations of the shelf break and upper slope off Ubatuba-SP, south-eastern Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44(6): 779-784.
- VERLEYEN, E.; VYVERMAN, W.; STERKEN, M.; HODGSON, D.A.; DE WEVER, A.; JUGGINS, S.; VIJVER, B.V.; JONES, J.J.; VANORMELINGEN, P.; ROBERTS, D.; FLOWER, R.; KILROY, C.; SOUFFREAU, C. & SABBE, K. 2009. The importance of dispersal related and local factors in shaping the taxonomic structure of diatom metacommunities. *Oikos*, 118(8): 1239-1249.
- VELLEND, M. 2010. Conceptual synthesis in community ecology. *The Quarterly review of biology*, 85(2): 183-206.
- WENNER, E.L.; KNOTT, D.M.; VAN DOLAH, R.F.; BURRELL JR., V.G. 1983. Invertebrate communities associated with hard bottom habitats in the South Atlantic Bight. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 17(2):143-158.
- ZAR, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4º Ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, 66.

CAPÍTULO II

FATORES MODULADORES DA ABUNDÂNCIA E DISTRIBUIÇÃO DOS BRACHYURA (CRUSTACEA, DECAPODA) PRÓXIMOS DE DUAS ILHAS DO LITORAL SUDESTE BRASILEIRO

RESUMO

Fatores bióticos, como relações intra e interespecíficas, e abióticos presentes na água e/ou sedimento podem modular a abundância e distribuição dos organismos marinhos. O objetivo deste estudo foi comparar temporalmente a abundância de caranguejos e verificar a associação de alguns fatores ambientais (temperatura, salinidade, conteúdo de matéria orgânica e granulometria do sedimento) com a abundância dos *Brachyura* coletados em áreas de substrato não consolidado próximas a Ilhas das Couves e Ilha do Mar Virado, região de Ubatuba (SP), durante o período de dois anos (janeiro de 1998 à dezembro de 1999). As coletas foram realizadas mensalmente com um barco de pesca camaroeiro equipado com redes de arrasto do tipo *double rig*. Para a análise dos fatores ambientais, amostras de água e sedimento foram coletadas, utilizando-se a garrafa de Nansen e o pegador de Van Veen, respectivamente. A abundância total foi calculada e comparada entre os anos e as estações em cada ilha. A associação dos fatores ambientais com a abundância das espécies foi avaliada pela Análise de Correspondência Canônica (CCA). Foram coletados 2221 indivíduos em ambas as ilhas (1084 em 1998 e 1137 em 1999). Destes, 570 foram capturados na Ilha das Couves (405 em 1998 e 165 em 1999) e 1651 na Ilha do Mar Virado (679 em 1998 e 972 em 1999). Não houve diferença estatística na abundância entre os anos de cada ilha (Mann-Whitney: $p > 0.05$). As espécies mais abundantes foram *Hexapanopeus paulensis* na Ilha das Couves e *Callinectes ornatus* na Ilha do Mar Virado. O outono da Ilha das Couves foi a única estação que diferiu significativamente quando comparada entre os anos ($U = 41.5$ e $p < 0.05$). Embora as ilhas estejam muito próximas em escala geográfica (33 km), as condições ambientais são distintas. O tipo de sedimento e a temperatura da água de fundo foram as variáveis mais relacionadas à abundância dos braquiúros. As espécies responderam de maneiras diferentes a tais fatores, de acordo com suas preferências e restrições. Com base no presente estudo, pode-se inferir que o substrato não consolidado no entorno dos ambientes insulares do presente estudo apresentam

condições favoráveis para o estabelecimento e abrigo de diversas espécies de braquiúros, provavelmente, devido a combinação de vários fatores bióticos e abióticos.

Palavras-chave: assembleia de caranguejos, biodiversidade, CCA, Ilha das Couves, Ilha do Mar Virado.

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

O planeta Terra possui 70% da sua superfície recoberta pelo oceano, o qual detém 95% de toda a biosfera e, assim, a maior parte da biodiversidade taxonômica mundial (Perez, 2009). Para a espécie humana, a integridade física e biológica dos oceanos é fundamental, uma vez que fatores como clima, disponibilidade de oxigênio, reserva de carbono, entre outros, são condições ambientais globais fortemente influenciadas por este vasto ambiente (Perez, 2009). Além destes aspectos climatológicos, a humanidade se beneficia da diversidade marinha por meio de fonte de alimento e outros recursos, como propriedades bioativas oriundas de organismos marinhos, os quais proporcionaram avanço na farmacologia e biomedicina no tratamento de doenças que causam danos severos à população (Jack, 1998; National Research Council, 1999; Oliveira & Freitas, 2001; Fleming *et al.*, 2006; Grossel & Walsh, 2006; Moura *et al.*, 2011).

No Brasil, devido ao crescimento da ocupação humana ao longo da costa, estudos recentes evidenciaram modificações nos padrões de biodiversidade dos oceanos, impactados, principalmente, pelos efeitos da atividade pesqueira (Pauly & Christensen, 1995; Pauly *et al.*, 2002; Castilho *et al.*, 2008; Fransozo *et al.*, 2016). Por conta da alta produtividade e o maior comércio de camarões do país, as regiões sul e sudeste brasileiras sofreram uma diminuição significativa da abundância das espécies de crustáceos decápodos (Vianna & Almeida, 2005; Castilho *et al.*, 2008; Fransozo *et al.*, 2016). Além do esgotamento de estoques locais de espécies economicamente importantes, o apetrecho não seletivo utilizado na pesca a torna um potencial agente modificador e desestabilizador dos ecossistemas marinhos como um todo, principalmente da comunidade bentônica, pois também reduz a abundância e modifica habitats essenciais para a sustentação de espécies sem importância econômica, conhecida como *by catch* ou fauna acompanhante; e, promove a redistribuição da biomassa marinha a nível de componentes de menores tamanhos (Pauly *et al.*, 2005; Fransozo *et al.*, 2016). Portanto, o

INTRODUÇÃO

conhecimento da abundância e distribuição das comunidades bentônicas é indispensável para planos de conservação dos ecossistemas costeiros (Bertness, 1999).

Localizada no litoral sudeste brasileiro, a região de Ubatuba é caracterizada como uma importante área de transição hidrológica e faunística entre duas províncias, com uma mistura de faunas de origem tropical, subtropical e subantártica (Sumida & Pires-Vanin, 1997). Além disso, a proximidade com a Serra do Mar, a grande quantidade de enseadas e o relevo bem recortado desta região possibilita a formação de microhabitats favoráveis para o estabelecimento e desenvolvimento biótico marinho (Mahiques, 1995; Negreiros-Fransozo *et al.*, 1991). Ainda, a presença de várias ilhas, com características específicas, torna a região um ambiente importante para o estabelecimento e preservação de diversas espécies de caranguejos e siris, pois formam um elo entre regiões costeiras e de mar aberto, viabilizando a migração das espécies (Betini *et al.*, 2004; Poletto & Batista, 2008). Por esses motivos, a região têm sido alvo de estudos sobre a composição e diversidade dos crustáceos decápodos, podendo-se destacar os estudos realizados para o substrato não consolidado: Fransozo *et al.* (1992, 1998, 2002, 2008, 2011, 2012 e 2016), Nakagaki *et al.* (1995), Negreiros-Fransozo *et al.* (1997), Negreiros-Fransozo & Nakagaki (1998), Costa *et al.* (2000 e 2016), Bertini & Fransozo (2004), Mantelatto & Fransozo (2000), Mantelatto *et al.* (2004 e 2016), Bertini *et al.* (2004 e 2010), Braga *et al.* (2005), Castilho *et al.* (2008), Furlan *et al.* (2013), Frameschi *et al.* (2014), Andrade *et al.* (2015), Pantaleão *et al.* (2016) e Stanski *et al.* (2019); e os estudos realizados para o substrato consolidado, como o de Alves *et al.* (2011 e 2012), Gaeta *et al.* (2011) e Lima *et al.* (2018).

Apesar da grande quantidade de estudos realizados no litoral norte paulista, poucos são relacionados a composição e distribuição de crustáceos que habitam as proximidades das ilhas da região, podendo destacar os trabalhos de Hebling *et al.* (1994) e Mantelatto *et al.* (2004) na Ilha de Anchieta; Gaeta *et al.* (2011) nas ilhas costeiras de Santa Catarina; Alves *et al.* (2011 e 2012) na Ilha de Vitória e Arquipélago de Vitória, respectivamente; Bertini *et al.* (2004),

INTRODUÇÃO

Fransozo *et al.* (2012), Furlan *et al.* (2013), Frameschi *et al.* (2014) e Lima *et al.* (2018) na Ilha das Couves e/ou Ilha do Mar Virado, Ubatuba.

Embora tais estudos tenham sido realizados em áreas pequenas, comparadas à vasta extensão oceânica, os resultados obtidos podem contribuir para a compreensão da complexa interação dos fatores bióticos e abióticos das espécies de invertebrados (Shirley *et al.*, 1990). De modo geral, os padrões distribucionais e as variações na abundância dos crustáceos decápodos marinhos são moduladas por um conjunto de fatores que podem determinar a presença ou a ausência de uma espécie em um dado local, como as relações intra e interespecíficas; e as condições ambientais do meio em que vivem, tais como: temperatura, salinidade, textura do sedimento e o teor de matéria orgânica (Mantelatto *et al.*, 1995b; Pinheiro *et al.*, 1996; Mantelatto & Fransozo, 1999).

Apesar de Bertini *et al.* (2004) e Furlan *et al.* (2013) terem estudado os Brachyura coletados próximos as ilhas das Couves e do Mar Virado, em ambos os estudos as informações sobre abundância, distribuição e a correlação dos crustáceos com as variáveis ambientais anuais não ficaram evidenciadas. Ainda que as ilhas sejam relativamente próximas, apresentam características distintas quanto as propriedades físico-químicas do meio. Somando-se a isto, temporalmente, os eventos climatológicos e as massas de água também atingem a região de modo diferente.

Ademais, recentemente, toda a região de Ubatuba, incluindo as ilhas, foi inserida em uma Área de Proteção Ambiental Marinha, cuja finalidade é priorizar a preservação e conservação mediante a utilização sustentável dos recursos marinhos da região (Instrução Normativa IBAMA nº 189/2008), uma vez que tal região encontra-se em desenvolvimento e, conseqüentemente, há um aumento no risco de impactos ambientais ocasionados por ações antrópicas (Poletto & Batista, 2008). Desta forma, estudos sobre composição e distribuição fornecem subsídios para o estabelecimento de metas, que visam a conservação, tanto para as

INTRODUÇÃO

espécies como, também, para os sistemas que integram as comunidades de animais (Fransozo *et al.*, 2016).

Ainda, de acordo com Mahiques (1995), toda a região de Ubatuba é caracterizada por apresentar um substrato heterogêneo, o qual suporta um maior número de espécies e espécimes. Dessa maneira, esperamos que a maior abundância de Brachyura ocorra na ilha que apresentar maior heterogeneidade sedimentar. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi verificar a associação de alguns fatores ambientais com a abundância dos caranguejos e realizar uma comparação temporal inédita da abundância destes Brachyura, coletados em áreas de substrato não consolidado próximas a Ilha das Couves e Ilha do Mar Virado, região de Ubatuba (SP), durante o período de dois anos (janeiro de 1998 à dezembro de 1999).

MATERIAL & MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

Localizada no litoral norte do estado de São Paulo, Ubatuba apresenta uma geomorfologia única e é conhecida pela irregularidade de sua costa (Ab'Saber, 1995). É uma região influenciada pelo hidrodinamismo proveniente de três massas de água com características distintas: Água Costeira (AC, temperatura $\geq 20^\circ$ e salinidade ≤ 36), Água Tropical (AT, temperatura $\geq 20^\circ$ e salinidade ≥ 36) e Água Central do Atlântico Sul (ACAS, temperatura $\leq 18^\circ\text{C}$ e salinidade ≤ 36). Esta última massa de água (ACAS) penetra na camada inferior (fundo) da costa durante o final da primavera e início do verão e, assim, forma uma termoclina na plataforma interna e profundidades de 10-15 metros (Castro-Filho, Miranda & Myao, 1987; Odebrecht & Castello, 2001; De Léo & Pires-Vanin, 2006). No inverno, a ACAS recua para a plataforma e é substituída pela AC, resultando na ausência de estratificação de temperatura na plataforma interna (Pires, 1992; Pires-Vanin *et al.*, 1993). Além do mais, estas massas de água são provenientes do Sul e entram no canal entre a grande Ilha de São Sebastião e o continente, cujas correntes rápidas ali presentes carregam sedimentos finos para a costa e enseadas próximas (Furtado *et al.*, 1998).

Neste estudo, os dados foram coletados próximos à duas ilhas inseridas em duas enseadas da região de Ubatuba: Ilha das Couves (COI, $23^\circ 24' 45''\text{S}$; $44^\circ 51' 27''\text{W}$), na Enseada de Ubatumirim (UBM) e Ilha do Mar Virado (MVI, $23^\circ 33' 25''\text{S}$; $45^\circ 09' 37''\text{W}$), na Enseada de Mar Virado (MV). A Ilha das Couves apresenta uma grande área rochosa e está localizada na parte leste da Enseada de Ubatumirim. Quando comparada às demais ilhas da enseada, esta é a mais distante da costa, com maior extensão e exposta à influência do mar aberto (Mahiques, 1995). A Ilha do Mar Virado, por sua vez, localiza-se ao lado esquerdo (oeste) da entrada da Enseada do Mar Virado e ao sul da Ilha de Anchieta; é uma região protegida das ondas, oriundas de correntes marinhas (Mahiques, 1995) (Figura 1). Ainda, o substrato predominante da

Enseada de Mar Virado, na qual a ilha está inserida, é decorrente do sedimento de dois rios, Lagoinha e Maranduba (Mahiques, 1995).

Todas as coletas foram realizadas no lado interno das ilhas, os quais são voltados para o continente e não, para o mar aberto.

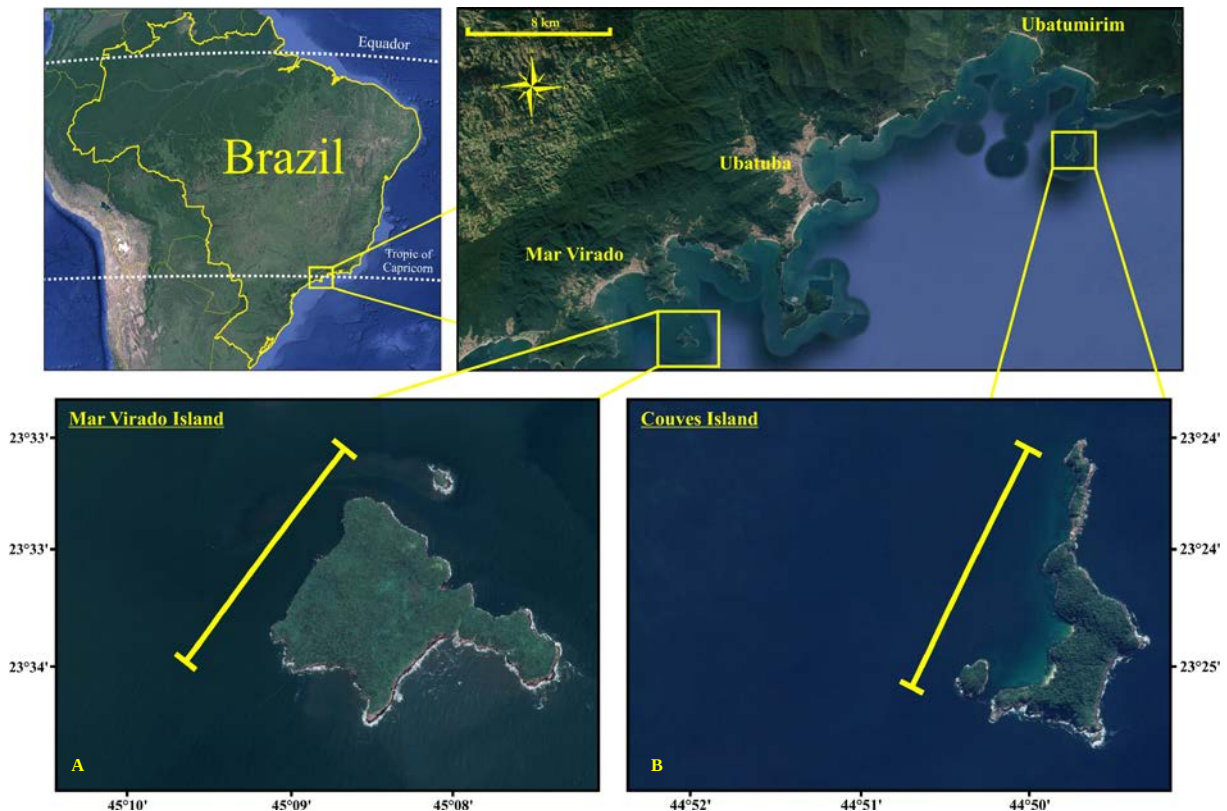


Figura 1. Mapa da região de Ubatuba, localizada na costa norte do Estado de São Paulo, Brasil, indicando as áreas amostradas (A: Ilha do Mar Virado; B: Ilha das Couves). Fonte do mapa: Google Earth.

AMOSTRAGEM DOS CARANGUEJOS E DOS FATORES AMBIENTAIS

Os caranguejos foram coletados, mensalmente, durante um período de dois anos (1998 e 1999), utilizando-se um barco de pesca camaroeiro, equipado com redes de arrasto do tipo *double-rig*, as quais possuem uma abertura de, aproximadamente, 4,5 m, cujas distâncias entrenós na panagem e no saco da rede são de 20 e 15 mm, respectivamente. Cada área foi

amostrada durante 30 min, por uma distância de, aproximadamente, 2 Km, abrangendo uma área amostral total de 18000 m²/local de coleta.

Após cada arrasto, os caranguejos foram separados, colocados em sacos plásticos, rotulados e armazenados em gelo picado. No laboratório, os espécimes foram contados e identificados de acordo com Melo (1996). Os animais foram coletados dentro das diretrizes do ICMBio – *Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade* - Ministério do Meio Ambiente (Permissão nº. 44329715).

Amostras de água foram coletadas, mensalmente, com uma garrafa de Nansen e os valores de salinidade (‰) e temperatura (°C) foram mensurados por meio de refratômetro óptico e termômetro de mercúrio, respectivamente. As amostras de sedimento foram coletadas, sazonalmente, com um pegador de Van Veen (0,06 m²), com o objetivo de determinar a composição granulométrica e calcular a porcentagem de matéria orgânica. Cada amostra foi colocada em um saco plástico etiquetado e, em seguida, congelada, a fim de minimizar a decomposição da matéria orgânica até o momento da análise, em laboratório. A profundidade foi mensurada por meio do ecobatímetro acoplado a um Sistema de Posicionamento Global (GPS).

Os procedimentos para análise do sedimento seguiram Hakanson & Jansson (1983) e Tucker (1988). No laboratório, as amostras de sedimento foram secas em estufa a 70°C por, aproximadamente, 72 horas. Duas amostras de 50g (cada) foram separadas e, em seguida, 250 ml de uma solução de NaOH (0,2 N) foi adicionada em cada uma delas, para suspender o silte + argila. Logo após, as subamostras foram lavadas em uma peneira (tamanho da malha = 0,063 mm), passando somente a fração de silte + argila. O restante do sedimento foi seco a 60° durante 24 horas e submetido a um peneiramento diferencial. Os tamanhos dos grãos foram classificados conforme a escala de Wentworth (1992).

Os valores de Phi (ϕ) foram calculados baseados na equação $\phi = -\log_2 d$, onde d = diâmetro do grão (mm), obtendo, assim, as seguintes classes: cascalho ($-2 \mid -1$), areia muito grossa ($-1 \mid -0$), areia grossa ($0 \mid -1$), areia média ($1 \mid -2$), areia fina ($2 \mid -3$), areia muito fina ($3 \mid -4$) e silte + argila (> 4). A partir dos valores obtidos, as medidas de tendência central foram calculadas, a fim de determinar as frações granulométricas mais frequentes no sedimento. Esses valores foram calculados com base em dados extraídos graficamente de curvas acumulativas de distribuição de frequência das amostras do sedimento. Os valores correspondentes aos 16°, 50° e 84° percentis foram utilizados para determinar o diâmetro médio (DM), mediante a fórmula $DM = (\phi 16 + \phi 50 + \phi 84)/3$ (Suguio, 1973).

Subamostras de 10g de sedimento foram utilizadas para verificar o conteúdo de matéria orgânica. Estas foram incineradas a 500°C durante 3 horas e, em seguida, pesadas. A diferença entre o peso inicial e final indicou o conteúdo de matéria orgânica de cada amostragem, sendo, em seguida, convertido em porcentagem.

ANÁLISE DE DADOS

Previamente as análises, os dados foram testados quanto a sua normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e a sua homocedasticidade (teste de Levene) (Levene, 1960; Shapiro & Wilk, 1965). Os valores de temperaturas de superfície e de fundo (TS e TF, respectivamente), salinidade de fundo (SF), porcentagem de matéria orgânica no sedimento (%MO) e phi de cada ano de coleta foram comparados separadamente, entre as ilhas e entre os anos de cada ilha, por meio de uma análise para duas amostras independentes para dados não-paramétricos (Mann-Whitney), ao nível de significância 5%.

A abundância total foi comparada por meio de duas análises: análise para duas amostras independentes para dados não paramétricos (Mann-Whitney) e análise de variância para dados não paramétricos (Kruskal-Wallis). O teste de Mann-Whitney (nível de significância

= 5%) foi utilizado para comparar a abundância total dos indivíduos entre os anos de cada ilha (1998 x 1999 da Ilha das Couves; 1998 x 1999 da Ilha do Mar Virado) e entre as estações e os anos de cada ilha (estação 1998 x estação de 1999 da Ilha das Couves; estação 1998 x estação de 1999 da Ilha do Mar Virado). O teste de Kruskal-Wallis foi usado afim de comparar a abundância total dos indivíduos entre as estações de cada ano de estudo, em cada local (Kruskal & Wallis, 1952). As estações anuais foram agrupadas da seguinte maneira: verão = janeiro a março; outono = abril a junho; inverno = julho a setembro; e primavera = outubro a dezembro.

Para detectar possíveis relações entre abundância dos caranguejos de ambas as ilhas e as variáveis ambientais (TF, SF, %MO e PHI) realizou-se uma Análise de Correlação Canônica (CCA) (Dempster, 1969; Morrison, 1976). Antes de tal análise, espécies que apareceram menos de seis vezes nas coletas foram eliminadas, a fim de simplificar os dados (Bertini *et al.*, 2010). Além disso, a temperatura de superfície (TS) não foi utilizada, pois trata-se de animais bentônicos. A CCA é uma análise multivariada que mensura o quão forte é a associação entre dois grupos variáveis. O primeiro grupo inclui as variáveis ambientais (TF, SF, %MO e PHI), enquanto o segundo grupo integra a abundância dos braquiuros. Esta análise multivariada (CCA) produz escores finais de coordenação que resumem a relação linear entre as variáveis explicativas e de resposta. Apenas as variáveis ambientais com scores maiores do que 0,4 e menores do que -0,4 foram consideradas biologicamente significantes (Rakocinski *et al.*, 1996).

O pacote “vegan” (Oksanen *et al.*, 2013) do software estatístico R (R Development Core Team, 2017) foi utilizado para a Análise de Correlação Canônica (CCA). Os demais testes estatísticos foram realizados no software Bioestat 5.0 (Ayres *et al.*, 2007).

RESULTADOS

Registrou-se os menores valores de temperatura de fundo (TF) em dezembro/1999 (primavera) (16,5°C) na Ilha das Couves e novembro/1999 (primavera) (17,5°C) na Ilha do Mar Virado. Já os valores máximos registrados foram de 27,5°C na Ilha das Couves e 28,2°C na Ilha do Mar Virado, ambos no mês de fevereiro/1999 (verão) (Figura 2).

As maiores variações dos valores médios de temperatura de fundo e de superfície durante as estações dos anos amostradas ocorreram no verão e primavera de 1998 e 1999 em ambas as ilhas, cuja temperatura de fundo foi menor do que a de superfície (Figura 2).

Os valores mínimos de salinidade de fundo (SF) registrados na Ilha das Couves e Ilha de Mar Virado foram de 31,7 (primavera/98) e 31,3‰ (inverno/99), respectivamente. Já o valor máximo para ambos os locais foi de 37‰ (Ilha das Couves: outono e primavera de 1999; Ilha do Mar Virado: verão de 1998) (Figura 2).

Houve diferença significativa apenas na SF do ano de 1999 (Mann-Whitney: $U = 35.5$; $p = 0.03$), quando comparada entre as ilhas.

Cruzando-se os dados de temperatura e salinidade de fundo (diagrama de T-S) foi possível identificar a presença das três massas de água nos locais de estudo, sendo a Água Costeira (AC: $T > 20^{\circ}\text{C}$ e $S < 36$) predominante durante os dois anos, nas duas ilhas. Ainda, durante o ano de 1999 foram observados reflexos das características físicas e químicas da Água Central do Atlântico Sul (ACAS: $T < 18^{\circ}\text{C}$ e $S < 36$), principalmente na Ilha das Couves (Figuras 5 e 6).

As análises de sedimento indicaram que em ambas as ilhas os valores de phi aumentaram de um ano para o outro (Figuras 5 e 6). Na Ilha das Couves, o valor médio de phi passou de $2,8 \pm 0,4$ (1998) para $3,7 \pm 0,1$ (1999) e, na Ilha de Mar Virado, de $2,5 \pm 0,8$ (1998) para $5,3 \pm 0,2$ (1999). Ainda, quando comparados entre os locais, foi possível observar que o sedimento da Ilha das Couves apresentou-se mais heterogêneo, com maior porcentagem média de classe A ($43,7 \pm 3,6$) no ano de 1998 e de classe C ($48,4 \pm 5,0$) no ano de 1999 (Figura 5). Quanto a Ilha do Mar Virado, notou-se um aumento considerável na porcentagem média de silte+argila de um ano para

o outro (1998: $23,1 \pm 12,8$; 1999: $66,0 \pm 4,8$) (Figura 6). Constatou-se, também, um aumento na porcentagem média de matéria orgânica de um ano para outro, tanto na Ilha das Couves (1998: $4,8 \pm 2,6$; 1999: $7,1 \pm 3,1$) quanto na Ilha do Mar Virado (1998: $3,2 \pm 3,1$; 1999: $6,3 \pm 1,2$) (Figuras 5 e 6). Não houve diferenças estatísticas nas comparações de phi e matéria orgânica entre as ilhas ($p > 0.05$).

Em relação aos indivíduos, foram coletados 2221 em ambas as ilhas (1084 em 1998 e 1137 em 1999). Destes, 570 foram coletados na Ilha das Couves (405 em 1998 e 165 em 1999) e 1651 na Ilha do Mar Virado (679 em 1998 e 972 em 1999). Não houve diferença estatística na abundância entre os anos de cada ilha (Mann-Whitney: $p > 0.05$).

Na Ilha das Couves, a espécie mais abundante no ano de 1998 foi *Hexapanopeus paulensis* (131) e, em 1999, *Hepatus pudibundus* (60) (Tabela 1). Na Ilha do Mar Virado, *Callinectes ornatus* foi o siri mais coletado em ambos os anos (Tabela 2).

Temporalmente, a maior abundância no ano de 1998, tanto na Ilha das Couves quanto na Ilha do Mar Virado, ocorreu no verão. Em 1999, o inverno da Ilha das Couves e o outono da Ilha do Mar Virado foram as estações que apresentaram as maiores abundâncias de espécimes. As estações não diferiram entre si quando comparadas por ano (Kruskal-Wallis: $p > 0.05$), mas diferiram somente no outono da Ilha das Couves quando comparado entre os anos ($U = 41.5$ e $p < 0.05$) (Tabelas 3 e 4).

Relacionando a abundância das espécies com as variáveis ambientais, foi possível observar no eixo 1 (51%) da CCA uma correlação inversamente proporcional a salinidade de fundo (SF) e diretamente proporcional ao phi entre as espécies *A. cribrarius*, *C. ornatus*, *C. antillensis*, *L. spinosa*, *P. mediterrânea*, *P. punctata* e *A. spinimanus*. As espécies *H. pudibundus*, *H. paulensis*, *A. schmitti* e *A. spinicarpus* apresentaram o oposto (diretamente proporcional a SF e inversamente proporcional ao phi). Quanto ao eixo 2 (39%), houve correlação diretamente proporcional entre a temperatura de fundo (TF) e as espécies *A. cribrarius*, *C. ornatus*, *C.*

antillensis, *H. paulensis*, *A. schmitti* e *L. spinosa*. O contrário ocorreu com as espécies *H. pudibundus*, *P. mediterrânea*, *P. punctata*, *A. spinicarpus* e *A. spinimanus*, as quais apresentaram correlação inversamente proporcional a temperatura de fundo (TF) (Tabela 5).

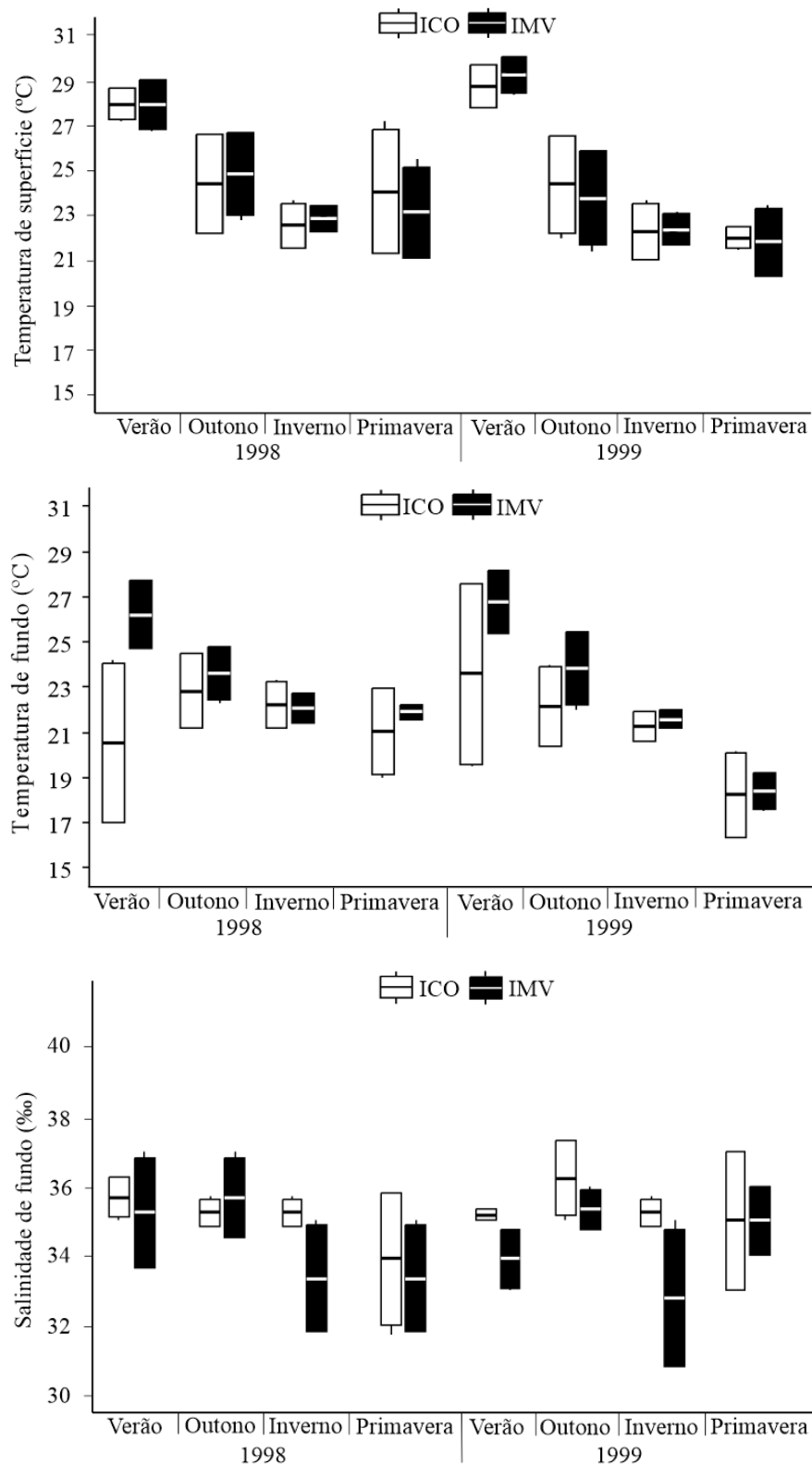
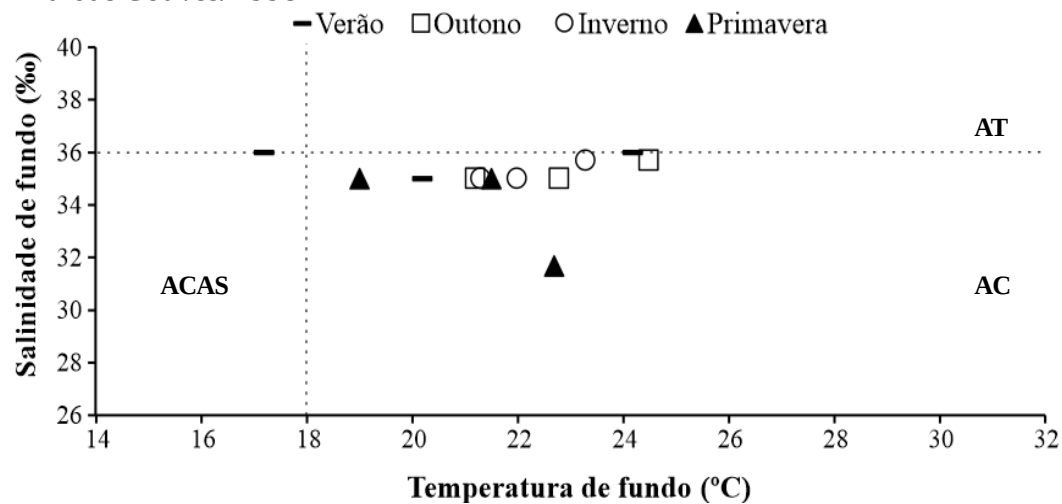


Figura 2. Valores médios, desvio padrão e alcance máximo e mínimo da temperatura da água de superfície (TS), temperatura da água de fundo (TF) e salinidade da água de fundo (SF) coletados durante as estações dos anos (1998 - 1999) na Ilha das Couves (ICO) e Ilha do Mar Virado (IMV), Ubatuba, Estado de São Paulo, sudeste do Brasil.

Ilha das Couves/ 1998



Ilha do Mar Virado/ 1998

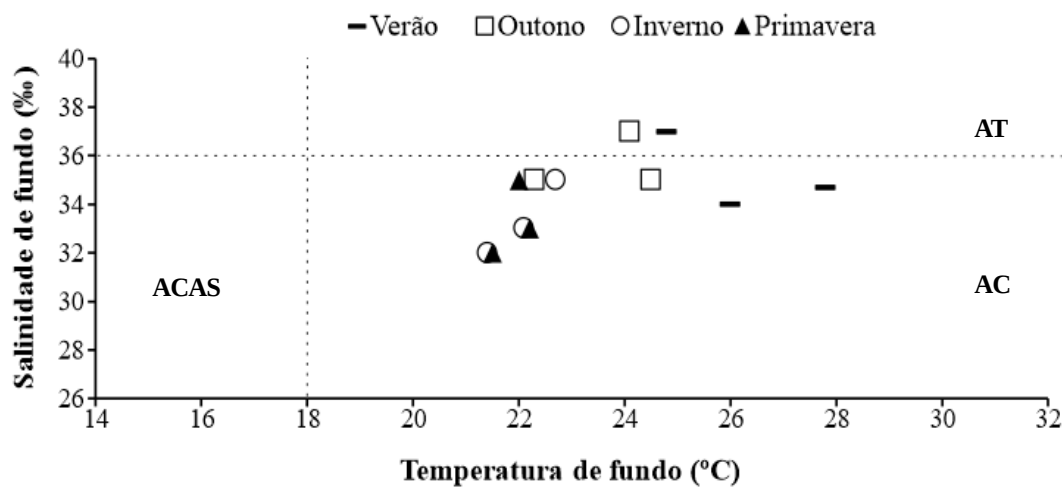
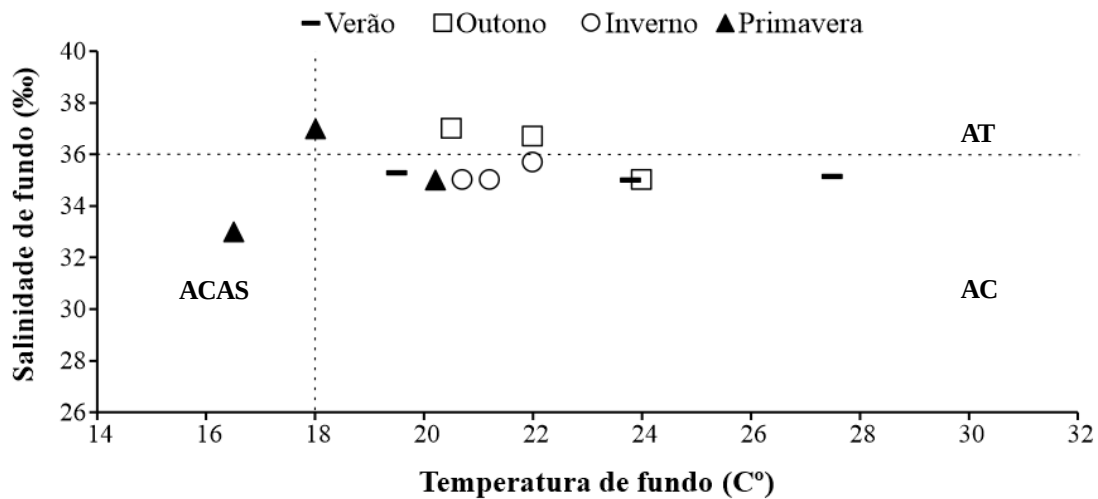


Figura 3. Diagrama T-S (temperatura-salinidade) caracterizando três massas de água durante o ano de 1998 na Ilhas das Couves e Ilha do Mar Virado, Ubatuba, Estado de São Paulo, sudeste do Brasil. AT: Água Tropical; ACAS: Água Central do Atlântico Sul; AC: Água Costeira.

Ilha das Couves/ 1999



Ilha do Mar Virado/ 1999

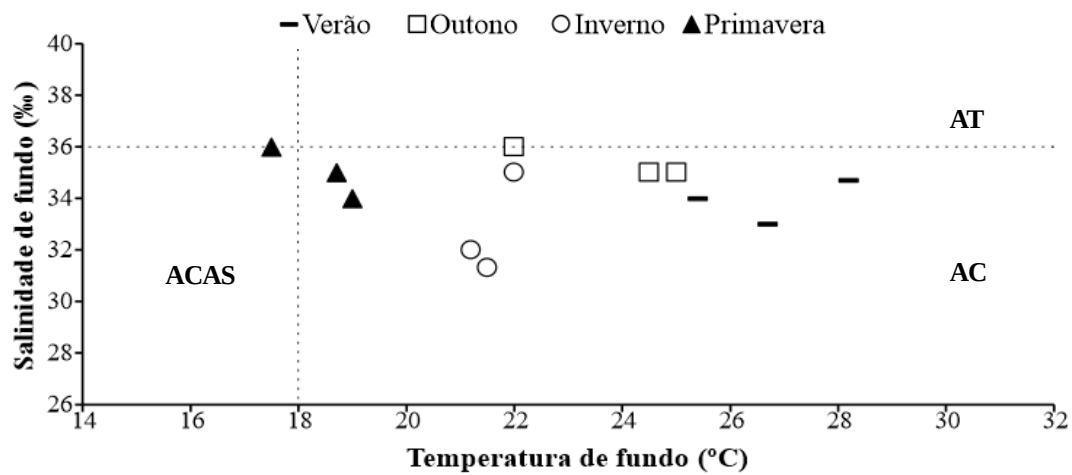


Figura 4. Diagrama T-S (temperatura-salinidade) caracterizando três massas de água durante o ano de 1999 na Ilhas das Couves e Ilha do Mar Virado, Ubatuba, Estado de São Paulo, sudeste do Brasil. AT: Água Tropical; ACAS: Água Central do Atlântico Sul; AC: Água Costeira.

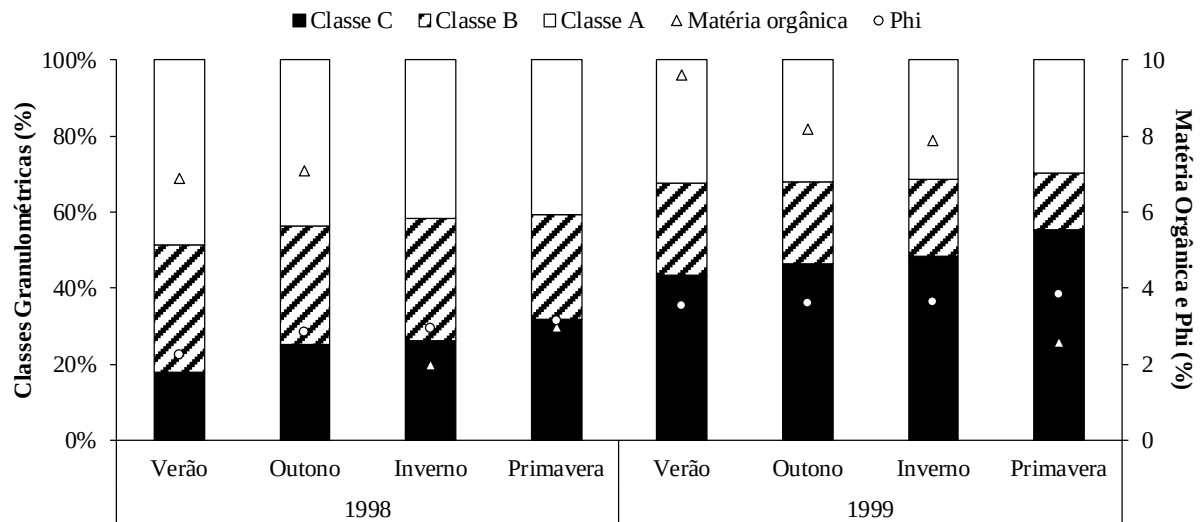


Figura 5. Porcentagens das classes granulométricas e valores médios de matéria orgânica contida no sedimento (%MO) e phi durante as estações dos anos de 1998 e 1999 na Ilha das Couves, Ubatuba, Estado de São Paulo, sudeste do Brasil. Classe A: cascalho, areia muito grossa, areia grossa e areia média; Classe B: areia fina e areia muito fina; Classe C: silte + argila.

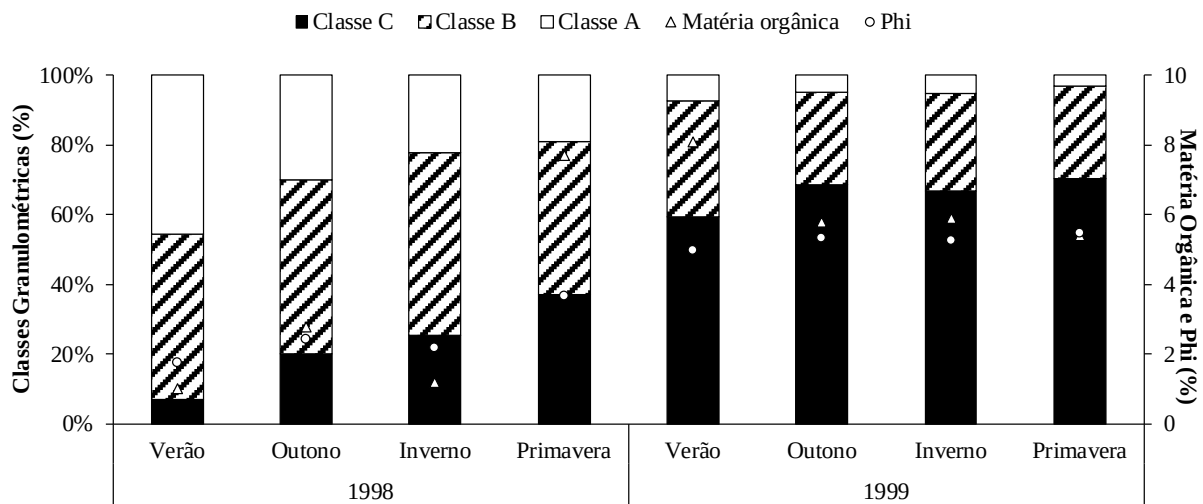


Figura 6. Porcentagens das classes granulométricas e valores médios de matéria orgânica contida no sedimento (%MO) e phi durante as estações dos anos de 1998 e 1999 na Ilha do Mar Virado, Ubatuba, Estado de São Paulo, sudeste do Brasil. Classe A: cascalho, areia muito grossa, areia grossa e areia média; Classe B: areia fina e areia muito fina; Classe C: silte + argila.

Tabela 1. Composição e abundância de espécies de Brachyura por estação do ano (1998 e 1999) na Ilha das Couves, Ubatuba, Brasil. Somente espécies que foram amostradas mais de seis vezes durante as coletas.

Espécies	Ilha das Couves									
	1998					1999				
	Verão	Outono	Inverno	Primavera	Total	Verão	Outono	Inverno	Primavera	Total
<i>Callinectes ornatus</i>	10	51	1	3	65	2	5	11	10	28
<i>Hepatus pudibundus</i>	2	2	0	3	7	0	2	56	2	60
<i>Hexapanopeus paulensis</i>	50	32	44	5	131	10	2	7	2	21
<i>Acantholobulus schmitti</i>	6	6	7	0	19	0	0	1	0	1
<i>Achelous spinicarpus</i>	103	0	0	16	119	4	0	0	6	10
<i>Achelous spinimanus</i>	5	3	1	3	12	2	1	1	5	9

Tabela 2. Composição e abundância de espécies de Brachyura por estação do ano (1998 e 1999) na Ilha do Mar Virado, Ubatuba, Brasil. Somente espécies que foram amostradas mais de seis vezes durante as coletas.

Espécies	Ilha do Mar Virado									
	1998					1999				
	Verão	Outono	Inverno	Primavera	Total	Verão	Outono	Inverno	Primavera	Total
<i>Arenaeus cribrarius</i>	3	2	0	3	8	6	3	0	1	10
<i>Callinectes ornatus</i>	162	142	28	86	418	91	438	95	29	653
<i>Cryptodromiopsis antillensis</i>	4	5	1	1	11	4	6	1	9	20
<i>Hepatus pudibundus</i>	9	18	6	9	42	7	44	30	30	111
<i>Hexapanopeus paulensis</i>	63	34	1	0	98	15	3	2	2	22
<i>Acantholobulus schmitti</i>	20	8	0	0	28	14	2	2	1	19
<i>Libinia spinosa</i>	1	0	0	1	2	4	1	1	2	8
<i>Persephona mediterranea</i>	0	2	0	2	4	0	5	2	1	8
<i>Persephona punctata</i>	7	0	0	6	13	0	4	3	1	8
<i>Achelous spinicarpus</i>	1	0	0	3	4	2	0	1	8	11
<i>Achelous spinimanus</i>	14	3	2	6	25	26	17	20	14	77

Tabela 3. Abundância temporal de espécies de Brachyura e resultado da comparação da abundância entre as estações de cada ano (Kruskal-Wallis) e as estações entre os anos (Mann-Whitney) na Ilha das Couves, Ubatuba, Brasil, em 1998 e 1999.

Estações	ICO		Mann-Whitney
	1998	1999	
Verão	206	31	U = 115.5 e p = 0.06
Outono	106	13	U = 41.50 e p = 0.01
Inverno	61	92	U = 108.5 e p = 0.46
Primavera	32	29	U = 47.50 e p = 0.85
Kruskal-Wallis	H = 71.000 e p = 0.07	H = 24.081 e p = 0.49	-

Tabela 4. Abundância temporal de espécies de Brachyura e resultado da comparação da abundância entre as estações de cada ano (Kruskal-Wallis) e as estações entre os anos (Mann-Whitney) na Ilha do Mar Virado, Ubatuba, Brasil, em 1998 e 1999.

Estações	IMV		Mann-Whitney
	1998	1999	
Verão	293	177	U = 116.0 e p = 0.65
Outono	223	534	U = 196.5 e p = 0.55
Inverno	45	160	U = 128.5 e p = 0.29
Primavera	118	101	U = 91.50 e p = 0.38
Kruskal-Wallis	H = 32.278 e p = 0.36	H = 12.362 e p = 0.74	-

Tabela 5. Análise de Correlação Canônica (CCA) da abundância de braquiúros em relação às variáveis ambientais, nas Ilha das Couves e Ilha do Mar Virado Mar Virado durante o período de estudo (janeiro/1998 a dezembro/1999). Coeficientes maiores ou iguais a +0.4 ou menores ou iguais a -0.4 foram considerados ecologicamente relevantes (ver Rakocinski *et al.*, 1996).

	Eixo 1	Eixo 2
Autovalor	0.13	0.03
Proporção explicada	0.51	0.39
Proporção acumulada	0.51	0.90
Abundância de indivíduos		
<i>Arenaeus cribrarius</i>	0.55	0.25
<i>Callinectes ornatus</i>	0.05	0.09
<i>Cryptodromiopsis antillensis</i>	0.70	0.30
<i>Hepatus pudibundus</i>	-0.01	-0.27
<i>Hexapanopeus paulensis</i>	-0.50	0.29
<i>Acantholobulus schmitti</i>	-0.13	0.40
<i>Libinia spinosa</i>	0.98	0.13
<i>Persephona mediterranea</i>	0.64	-0.37
<i>Persephona punctata</i>	0.42	-0.19
<i>Achelous spinicarpus</i>	-0.44	-0.84
<i>Achelous spinimanus</i>	0.36	-0.13
Variáveis ambientais		
Temperatura de fundo (TF)	0.16	0.83
Salinidade de fundo (SF)	-0.45	0.34
Matéria orgânica (MO)	-0.12	-0.20
Phi	0.82	-0.37

DISCUSSÃO

As variações ambientais observadas durante o período de estudo podem estar relacionadas ao hidrodinamismo das massas de água atuantes na região de Ubatuba. Com base nos valores de temperatura e salinidade da água de fundo registradas neste trabalho, podemos observar que a massa de Água Costeira (AC) prevaleceu em ambas as ilhas durante os dois anos de estudo. Contudo, nota-se que a massa de Água Central do Atlântico Sul (ACAS) também atuou nos locais amostrados. Essa massa de água é caracterizada por apresentar baixa temperatura ($< 18^{\circ}\text{C}$) e, sua intrusão somada ao aquecimento da água superficial resulta na formação de uma termoclina marcante durante o verão, em profundidades de até uns 10 a 15m (Pires-Vanin & Matsuura, 1993). Tal amplitude nos valores de temperatura de superfície e de fundo foi mais evidente na Ilha das Couves, uma vez que a Ilha do Mar Virado possui uma proteção proveniente da Ilha de São Sebastião e, assim, um menor efeito da ACAS (Pires, 1992). Ainda, durante o outono e o inverno, a ACAS recua para a plataforma e é substituída pela AC, resultando na ausência de estratificação de temperatura na zona costeira (Pires-Vanin & Matsuura, 1993). Do mesmo modo como a temperatura, as variações na salinidade podem estar relacionadas a influência da intrusão e retração dessa massa de água (ACAS), pois também tem como característica baixa salinidade (< 36) (Castro Filho *et al.*, 1987).

Embora a ACAS tenha ocorrido em ambos os anos, seus efeitos foram mais perceptíveis no ano de 1999, como já observado também por Bertini *et al.* (2001), Costa *et al.* (2005 e 2007) e Sousa *et al.* (2018). Tal fato pode estar relacionado ao fenômeno atmosférico-oceânico El Niño (EN). Ao investigar as alterações na estrutura da comunidade de camarões *Penaeoidea* relacionadas aos fatores abióticos, com destaque aos períodos de El Niño e La Niña durante duas décadas (1995 a 2016), Piantkoski (2019) observou que quando há episódios intensos de EN na região de Ubatuba ocorre, também, uma inibição dos efeitos da ACAS, a qual pode se estender por até um ano depois. Isto acontece pois, a alta pressão no Oceano Atlântico Sudoeste (OAS) ocasionada por EN intensos, provavelmente forma uma barreira, enfraquecendo ou

inibindo a penetração de ventos nordestes (Castro & Huber, 2010). Em seu estudo, Piantkoski (2019) registrou dois períodos intensos de EN, entre eles o ano de 1997. Sendo assim, é possível que o ano de 1998 tenha tido reflexos menos evidentes da ACAS devido a influência deste fenômeno no ano anterior. Além disso, os valores mais baixos de porcentagens de matéria orgânica (%MO) amostrados em 1998 podem estar relacionados, também, à inibição da ACAS durante esse mesmo período, uma vez que esta massa de água é descrita como a principal fonte transportadora de nutrientes para a região costeira do sudeste do Brasil, devido a sua razão nitrogênio: fósforo (N: P = 16:1); a qual favorece a produtividade primária (Aidar *et al.*, 1993; Odebrecht & Castello, 2001) e contribuem com aumento de alimentos para os organismos (Vega-Pérez, 1993).

Considerando a textura do sedimento das ilhas (Couves e Mar Virado), ambas exibem características distintas. O tamanho médio das partículas de sedimento em certas áreas reflete o hidrodinamismo e a história geológica local (Silva *et al.*, 2017a). De acordo com Pires (1992), em áreas mais protegidas da ação de ondas há um acúmulo de partículas de sedimento mais finas, como silte e argila; enquanto os ambientes mais hidrodinâmicos apresentam partículas compostas por frações arenosas (Pires, 1992). Devido à proximidade da Ilha de São Sebastião e seu respectivo canal, a região sul do litoral norte paulista é caracterizada por apresentar sedimentos finos (Furtado & Mahiques, 1990). Inserida em tal região, a Enseada de Mar Virado é fisicamente abrigada pela Enseada e Canal de São Sebastião, e pelas ilhas de Anchieta e Vitória, resultando em uma menor incidência das correntes oceânicas e, consequentemente, maior influência do continente. Por conta dessa proteção das condições de mar aberto, o hidrodinamismo é menos intenso, refletindo em uma alta deposição dos sedimentos mais finos, como silte e argila. Quanto a Enseada de Ubatumirim, sua composição se dá, principalmente, por areia muito fina devido a presença do Ilhote e Ilha de Prumirim, as quais reduzem o impacto na parte externa da enseada (Bertini *et al.*, 2010). O mesmo ocorre com o sedimento das ilhas,

cuja Ilha das Couves, situada na Enseada de Ubatumirim, apresenta um sedimento mais heterogêneo do que a Ilha do Mar Virado, o qual é caracterizado com a predominância de silte e argila. Ademais, o aumento da quantidade de silte e argila no segundo ano de estudo em ambas as ilhas, pode estar relacionado a maior intensidade da ACAS na região durante esse período e a presença de um porto comercial instalado próximo ao Canal de São Sebastião. Os procedimentos de dragagem e aterros para expansão do porto no Canal de São Sebastião, acarreta em uma grande quantidade de material em suspensão na área (Zanardi, 1996) e, com a maior intensidade da ACAS em 1999, parte deste material pode ter sido transportado para área de estudo, uma vez que, Furtado *et al.* (1998) ao estudarem a região, observaram que as correntes oceânicas neste canal transportam sedimentos finos para perto da costa e enseadas próximas. Associado a este fato, podemos acrescentar que os períodos de maior precipitação pluviométrica (primavera/verão) são também períodos de intrusão da ACAS e, conseqüentemente, ocorre um maior aporte de material terrígeno para o mar por meio do sistema de drenagem e da ação pluvial em encostas, podendo induzir ao transporte de material em suspensão costa afora (Castro Filho *et al.*, 1987).

A variação dos fatores ambientais no espaço e no tempo, tais como temperatura da água, salinidade, conteúdo de matéria orgânica e textura do sedimento, afetam diretamente as comunidades bentônicas, podendo determinar a presença ou exclusão de uma espécie em dado ambiente (Mantelatto *et al.*, 1995a; Mantelatto & Fransozo, 1999). Dentre estes fatores, a textura do sedimento e a temperatura de fundo foram os mais relevantes na distribuição dos braquiúros.

Especialmente, o fator chave que afeta a distribuição dos decápodos bentônicos é o substrato (Fransozo *et al.*, 2012) e, temporalmente, as mudanças registradas nas comunidades de organismos bentônicos estão relacionadas as massas de água presentes na plataforma em

profundidades de 10 a 100m (Pires, 1992; Bertini & Fransozo, 2004; Costa *et al.*, 2005; Fransozo *et al.*, 2008; Bertini *et al.*, 2010; Almeida *et al.*, 2011; Frameschi *et al.*, 2014).

Neste estudo, os diferentes padrões de distribuição encontrados estão relacionados, provavelmente, a especificidade das condições ambientais adequadas das espécies estudadas. Segundo a análise de correspondência canônica, *A. cribrarius*, *C. ornatus*, *C. antillensis*, *L. spinosa*, *P. mediterrânea*, *P. punctata* e *A. spinimanus* foram mais abundantes em classes de phi maiores. Resultados similares foram encontrados na região de Ubatuba. Pinheiro *et al.* (1996) e Bertini & Fransozo (2004) verificaram a preferência do siri *A. cribrarius* por sedimentos compostos principalmente por frações de sedimentos mais finos. Melo (1996), Braga *et al.* (2007) e Bertini *et al.* (2010) relataram que o sedimento mais fino é o mais selecionado por *L. spinosa*. Bertini *et al.* (2001) observaram que os leucosídeos *P. mediterrânea* e *P. punctata* selecionaram áreas com o predomínio de areia fina e muito fina e silte e argila, respectivamente. Quanto ao siri azul, *C. ornatus*, Pinheiro *et al.* (1997) caracterizaram esta espécie como euritópica, a qual apresenta alta tolerância em relação a composição granulométrica do sedimento, como observado, também, por Negreiros-Fransozo & Fransozo (1995) e Mantelatto (1999).

Fundos com areia fina ou frações menores de tamanhos de partículas são mais vantajosas para os crustáceos que tem o hábito de se enterrar, como os portunídeos, aetrideos e leucosídeos (Pinheiro *et al.*, 1996, 1997; Chacur *et al.*, 2000; Chacur & Negreiros-Fransozo, 2001; Bertini *et al.*, 2001; Bertini & Fransozo, 2004). Dessa forma, é provável que a correlação diretamente proporcional ao phi e a alta abundância desses decápodos na Ilha do Mar Virado tenha sido maior devido ao sedimento ser composto, principalmente, por frações granulométricas mais finas, como o silte e argila. Tais frações facilitam o hábito que as espécies têm de se enterrar, resultando em uma maior facilidade e rapidez para que estes escapem de

predadores (Williams, 1984). Esse hábito proporciona proteção e cobertura, para que eles possam facilmente identificar e capturar presas ágeis, como alguns peixes (Schafer, 1954).

Ainda que o sedimento das ilhas seja composto por classes granulométricas mais finas, como areia fina, muito fina e silte e argila, pode-se dizer que há uma heterogeneidade quanto a sua composição como um todo. De acordo com Mahiques (1995), o substrato da região de Ubatuba é caracterizado como um mosaico de sedimentos, com faixas de areia grossa próximas a faixas de areia fina e lodo, formando diversos tipos de habitats. Essa característica pode estar relacionada a abundância de *A. spinimanus*. De acordo com Sousa *et al.* (2018), o principal fator modulador da distribuição desta espécie é a textura do sedimento. Ao contrário dos resultados observados aqui, estes autores identificaram uma correlação negativa entre a abundância desta espécie e o phi, indicando que *A. spinimanus* foi mais abundante nas áreas compostas principalmente por sedimentos mais heterogêneos. O mesmo foi descrito por Santos *et al.* (1994), Mantelatto & Fransozo (2000), Bertini & Fransozo (2004), Bertini *et al.* (2010) e Furlan *et al.* (2013). Essa diferença encontrada pode ser explicada devido a mistura de sedimentos encontrados nas ilhas, com uma predominância de frações granulométricas menores, mas, também, uma porcentagem de partículas maiores (cascalho, areia muito grossa, areia grossa e média). Assim, é possível que este caranguejo tenha sido coletado nestes locais, onde houve uma predominância de sedimento heterogêneo, os quais podem ter favorecido o estabelecimento desta espécie na região. Esta característica sedimentar proporciona opções de forrageamento e refúgio, visto que quanto mais heterogêneo é o sedimento, mais microhabitats são encontrados (Bertini *et al.*, 2004). Da mesma forma, a abundância de *C. antillensis* também pode estar relacionada a este fator, visto que Bertini *et al.* (2010) relataram que esta espécie prefere sedimentos heterogêneos.

Ainda em relação ao phi, apenas *H. pudibundus*, *H. paulensis*, *A. schmitti* e *A. spinicarpus* se correlacionaram negativamente com essa variável ambiental. Embora *H.*

pudibundus não tenha apresentado correlação positiva com o phi, a alta abundância observada na Ilha de Mar Virado, pode estar associada, também, ao hábito alimentar e comportamental desta espécie. Segundo Mantelatto & Petracco (1997), esse caranguejo se alimenta de uma ampla variedade de organismos que são mais abundantes em áreas com sedimentos finos, tais como moluscos, anelídeos e foraminídeos. Além do mais, de acordo com Lima *et al.* (2014), essa textura do sedimento permite que *H. pudibundus* se enterre mais facilmente quando exposto a predadores e situações adversas. Conforme estes mesmos autores, os quais obtiveram uma maior abundância desse aetrídeo na Enseada de Mar Virado, além da preferência que este braquiúro têm por sedimentos finos (Melo 1996; Klôh & Di Benedetto, 2010), a localização geográfica desta enseada também pode estar relacionada, uma vez que a proteção ocasionada pelo canal e ilha de São Sebastião a deixam sob forte influência do continente e, assim, os detritos de plantas originários do continente contribuem para o aumento da densidade dessa espécie nessa região.

Quanto a *H. paulensis*, de acordo com Bertini *et al.* (2004) e Silva *et al.* (2017b), os quais estudaram a biodiversidade de braquiúros e a distribuição desse caranguejo na região de Ubatuba, respectivamente, este panopeídeo foi encontrado, na maioria das vezes, associado a fragmentos vegetais, tais como pequenos galhos, folhas, algas e também agarrados a colônias de briozoários. A maior abundância desse braquiúro, observada por tais autores, ocorreu na Enseada de Ubatumirim, cujos biodetritos e galhos de árvores ocorreram em grandes quantidades, devido ao baixo hidrodinamismo associado a grande influência do Rio Ubatumirim, os quais permitem que este tipo de material se acumule na enseada (Silva *et al.*, 2017b). Além do mais, estes mesmos autores encontraram esse caranguejo em maior abundância em locais próximos ao continente e expostos a ação de ondas, provavelmente, por conta da proximidade às rochas, onde *H. paulensis* é encontrado frequentemente (Alves *et al.*, 2012). Sendo assim, é possível que estes fatores sejam os responsáveis pela maior abundância

desse braquiúro próximo à Ilha das Couves, uma vez que esta ilha está inserida na mesma enseada em que os autores coletaram maior número de indivíduos; e é menos protegida e mais exposta a ação das ondas do que a Ilha do Mar Virado. Somando-se a isto, Silva *et al.* (2017b) ainda observaram uma forte correlação positiva entre a temperatura de fundo e a abundância dos indivíduos, cuja maior evidência ocorreu no verão, assim como no presente estudo. Estes autores associaram o alto número de indivíduos coletados durante o verão ao período de maior incidência da ACAS, a qual enriquece as águas com nutrientes e favorecem a produtividade primária.

Em relação a *A. schmitti*, Fransozo *et al.* (2013) encontraram resultados similares ao de sua espécie simpátrica e que foi congênere há algum tempo, *H. paulensis*; e oposto ao encontrado neste estudo. Ao estudarem a distribuição ecológica deste caranguejo na região de Ubatuba, os autores identificaram uma menor abundância na Enseada de Mar Virado e atribuíram tal resultado a alta ação de ondas que esta enseada apresenta, cujo movimento do material biodetrítico acumulado no fundo resulta na remoção desses pequenos caranguejos de seus abrigos. Porém, o oposto foi constatado para as ilhas, uma vez que a Ilha do Mar Virado é mais protegida do que a Ilha das Couves. Sendo assim, este pode ser o motivo que ocasionou a maior abundância de *A. schmitti* próxima à esta ilha. Adicionalmente, no estudo de Fransozo *et al.* (2013) não foi constatada correlação entre os fatores ambientais estudados e a abundância dos caranguejos. Segundo Melo (1996), esta espécie pode ser encontrada associada tanto a substratos consolidado quanto a substratos não consolidados, demonstrando, assim, ampla tolerância ecológica. Desse modo, estes autores sugerem que as características granulométricas não determinam a distribuição dessa espécie (Melo, 1996; Fransozo *et al.*, 2013).

Apesar da correlação entre a salinidade e a abundância de alguns braquiúros ter sido constatada no presente estudo, alguns autores sugerem que este fator ambiental é importante na distribuição, principalmente, dos portunídeos. Durante seus ciclos de vida, as espécies *A.*

cribrarius, *Callinectes danae* e *C. ornatus*, as quais são consideradas eurialinas, toleram grandes variações de salinidade (Negreiros-Fransozo & Fransozo, 1995; Pinheiro *et al.* 1996; Chacur & Negreiros-Fransozo, 2001). A menor ou a não ocorrência destes siris (como *C. danae*), na Ilha das Couves ocorreu, provavelmente, ao fato desta ilha ser mais afastada da enseada e, conseqüentemente, não receber influência do aporte de água doce proveniente da descarga de rios. Já a Ilha do Mar Virado, por estar mais próxima da enseada, comparada a Ilha das Couves, apresentou abundância relativamente alta de *C. ornatus* e apenas 5 indivíduos referentes a *C. danae*, ao contrário do observado em outros estudos feitos na mesma região, onde esta espécie foi bastante abundante (Negreiros-Fransozo & Fransozo, 1995; Mantelatto & Fransozo, 2000; Bertini *et al.*, 2010; Furlan *et al.*, 2013; Antunes *et al.*, 2015). Esta grande ocorrência de *C. danae* observada em outros estudos pode estar relacionada ao fato de que estes siris foram coletados em locais rasos e áreas próximas a estuários, onde a influência dos rios ocasiona oscilações na salinidade, além de facilitar a entrada desses organismos ao estuário, que migram para este local nos estágios iniciais do desenvolvimento e se estabelecem até o início da fase puberal.

Em relação a distribuição sazonal dos braquiúros, há espécies que foram mais abundantes em estações do ano marcadas por menores valores de temperatura, e espécies que foram mais encontradas em estações caracterizadas por maiores valores de temperatura.

Apesar de ter sido abundante em todas as estações do ano, *C. ornatus* foi mais abundante no outono/1998 na Ilha das Couves (51), e no outono/1999 em Mar Virado (438). Provavelmente, a maior ocorrência deste portunídeo no outono de ambas as ilhas está relacionada à retração da ACAS. De acordo com Bertini & Fransozo (2004) e com o resultado da CCA encontrado no presente trabalho (correlação diretamente proporcional entre a abundância e a temperatura de fundo), esta espécie é abundante em temperaturas mais elevadas. Além do mais, a diferença constatada no presente trabalho entre os outonos na Ilha das Couves

ocorreu, também, devido a abundância de *C. ornatus*. No primeiro ano de estudo foram coletados 106 indivíduos, dos quais 51 corresponderam a esta espécie (*C. ornatus*); enquanto no segundo ano de estudo, o total de caranguejos coletados nesta estação foi de 13, sendo 5 representados pelo siri azul. Tanto em 1998 quanto em 1999 a abundância dessa espécie correspondeu a 48,1% e 38,5%, respectivamente, do total de braquiúros coletados nesta estação, porém, em 1998 sua abundância foi dez vezes maior do que no segundo ano. Provavelmente, este resultado também está associado a retração da massa de água fria (ACAS) somado ao fato de que no primeiro ano de estudo, os reflexos dessa massa de água na região foram menores, devido ao fenômeno do El Niño, como já explicado anteriormente. Em contraste, a maior abundância de *A. spinicarpus* (129) na Ilha das Couves pode ser decorrente da intrusão e maiores reflexos da ACAS nessa ilha. Segundo Pires-Vanin *et al.* (1993) e De Léo & Pires-Vanin (2006), a intrusão dessa massa de água na plataforma interna do litoral norte paulista ocasiona mudanças ambientais na região e desaloja espécies de água quente, empurrando-as para a região costeira, tornando-as mais suscetíveis à predação pelo *A. spinicarpus*. Sendo assim, por se tratar de um carnívoro generalista que se alimenta essencialmente de grupos epifaunais predominantes na área nessa ocasião (tais como crustáceos, bivalves e poliquetas suspensívoros), estes siris se beneficiam de uma maior quantidade de recursos alimentares disponíveis (Pires, 1992).

Segundo Bertini *et al.* (2010) o domínio de certas espécies em um determinado habitat pode ser explicado por duas hipóteses, de acordo com McNaughton & Wolf (1970). A primeira é que as espécies dominantes estão adaptadas a várias condições ambientais, e, normalmente, não encontram fatores ambientais limitantes, podendo ser classificadas como generalistas. A segunda hipótese é que as espécies dominantes são especialistas e estão adaptadas a uma ou poucos aspectos do seu habitat.

Neste estudo, a ocorrência de *Callinectes ornatus* e *Hepatus pudibundus* nas duas ilhas e durante todas as estações ou quase todas, pode indicar que estas espécies podem ser generalistas e não estão restritas a certo tipo de substrato, como observado, também, por Bertini *et al.* (2010). Ademais, Mantelatto *et al.* (1995a) ao estudarem a distribuição de *Hepatus pudibundus* na Enseada de Fortaleza, verificaram que pequenas variações nos fatores químicos e físicos não são decisivos para influenciar o padrão de distribuição desta espécie. O mesmo comportamento foi observado para *Callinectes ornatus* por Negreiros-Fransozo & Fransozo (1995) e Mantelatto (1999), os quais indicaram que a distribuição de *C. ornatus* parece ser determinado por seu limite de tolerância a um conjunto de fatores ambientais, alguns apresentando-se mais fortes do que outros, dependendo do estágio do ciclo de vida individual (Bertini *et al.*, 2010). Assim, a combinação de fatores bióticos e abióticos existentes nas áreas de estudo torna o ambiente bastante propício para o desenvolvimento e a proliferação, principalmente, das espécies consideradas constantes, as quais ocorreram durante todas as estações do ano.

Coletas realizadas próximas a costões rochosos, como a do presente estudo, podem resultar na amostragem de uma variedade de espécies que usualmente habitam o substrato consolidado ou vivem em associação a bancos de algas, como *M. nodifrons*, *A. violaceus*, *N. brasiliensis*, *S. seticornis*, *P. reticulatus* e *C. hellerii* (Mantelatto & Fransozo 2000; Bertini *et al.* 2004). A ocorrência dessas espécies pode ter sido determinada por movimentos ocasionais da ação de ondas (Bertini *et al.*, 2004), visto a baixa ocorrência nas áreas amostrais. Ademais, algumas espécies amostradas durante o presente estudo podem ser consideradas acidentais, uma vez que possuem o hábito de viverem em profundidades maiores que 20m, como os braquiúros *H. parasítica*, *C. antillensis*, *L. spinosa*, *N. brasiliensis*, *H. lapidea*, *S. pourtalesii*, *P. reticulatus*, *P. spinosissimus* e *A. spinicarpus* (Bertini & Fransozo, 2004; Braga *et al.*, 2005).

As áreas amostradas neste estudo demonstraram ser importantes para o estabelecimento e manutenção de muitas espécies de Brachyura. Embora as ilhas estejam muito próximas em

escala geográfica (33 km), as condições ambientais são distintas e, conseqüentemente, as espécies responderam de maneiras diferentes a tais fatores, de acordo com suas preferências e restrições. Embora neste estudo a temperatura da água e o tipo de sedimento ofereçam uma explicação mais convincente para os padrões de abundância destes crustáceos decápodos, é importante ressaltar que os fatores bióticos, tais como a relação intra e interespecífica, em conjunto com os fatores abióticos, afetam concomitantemente a ocorrência das espécies. Assim, estudos como este, com foco na conservação, são extremamente importantes, uma vez que os ecologistas têm indicado que as comunidades bentônicas são potenciais indicadores ecológicos de distúrbios naturais e/ou antropogênicos, como poluição ambiental e destruição de habitats (Olgard & Gray, 1995). Adicionalmente, os estudos do grupo de pesquisadores do NEBECC, que opera no sudeste brasileiro há mais de 30 anos, têm fornecido informações de suporte para a implementação das Áreas de Proteção Ambiental (APA), como a criação do setor de Cunhambebe no litoral norte de São Paulo, em 2008 (proclamação nº. 53525, 8 de outubro, 2008), um local que ainda é objeto de estudos sobre biodiversidade.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A.N. 1955. Contribuição à geomorfologia do litoral paulista. *Revista Brasileira de Geografia*, 17(1): 3-48.
- AIDAR, E.; GAETA, S.A.; GIANESELLA-GALVAO, S.M.F.; KUTNER, M.B.B. & TEIXEIRA, C. 1993. Ecossistema costeiro subtropical: nutrientes dissolvidos, fitoplâncton e clorofila-*a* e suas relações com as condições oceanográficas na região de Ubatuba, SP. *Publicação especial do Instituto Oceanográfico*, 10: 9-43.
- ALMEIDA, A.C.; HIYODO, C.M.; COBO, V.J.; BERTINI, G.; FRANSOZO, V. & TEIXEIRA, G.M. 2013. Relative growth, sexual maturity, and breeding season of three species of the genus *Persephona* (Decapoda: Brachyura: Leucosiidae): a comparative study. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93: 1581–1591.
- ALVES, D.F.R.; BARROS-ALVES, S.P. & COBO, V.J. 2011. Composition and abundance of porcellanid crabs (Crustacea: Decapoda: Anomura) from rocky bottoms off Vitória Island, southeast coast of Brazil. *Zoologia*, 28(2): 214-218.
- ALVES, D.F.R.; BARROS-ALVES, S.P.; COBO, V.J.; LIMA, D.J.M. & FRANSOZO, A. 2012. Checklist of the brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) in the rocky subtidal of Vitória Archipelago, southeast coast of Brazil. *Check List*, 8(5): 940-950.
- ANTUNES, M.; FRANSOZO, V.; BERTINI, G.; TEIXEIRA, G. M. & FRANSOZO, A. 2015. Abundance and distribution of the swimming crab *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Decapoda, Portunidae) in the Ubatuba region, southeastern Brazil. *Marine Biology Research*, 11(9), 920-932.
- AYRES, M.; AYRES JUNIOR, M.; AYRES, D.L. & SANTOS, A.S. BioEstat 5.0. 2007. *Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas*. 5ª Ed. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, 364p.
- BERTINI, G. & FRANSOZO, A. 2004. Bathymetric distribution of brachyuran crab (Crustacea, Decapoda) communities on coastal soft bottoms off southeastern Brazil. *Marine Ecology Progress Series*, 279: 193–200.
- BERTINI, G.; FRANSOZO, A. & COSTA, R.C. 2001. Ecological distribution of three species of *Persephona* (Brachyura: Leucosiidae) in the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Nauplius*, 9 (1): 31-42.
- BERTINI, G.; FRANSOZO, A. & MELO, G.A.S. 2004. Biodiversity of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from non-consolidated sublittoral bottom in the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Biodiversity Conservation*, 13: 2185-2207.

- BERTINI, G.; FRANSOZO, A. & NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. 2010. Brachyuran soft-bottom assemblage from marine shallow waters in the southeastern Brazilian littoral. *Marine Biodiversity*, 40(4): 277-291.
- BERTNESS, M.D. 1999. *The ecology of Atlantic shorelines*, 1st edn. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc.
- BRAGA, A.A.; FRANSOZO, A.; BERTINI, G. & FUMIS, P.B. 2005. Composição e abundância dos caranguejos (Decapoda, Brachyura) nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba, litoral norte paulista, Brasil. *Biota Neotropica*, 5(2): 45-78.
- BRAGA, A.A.; FRANSOZO, A.; BERTINI, G. & FUMIS, P.B. 2007. Bathymetric distribution and recruitment of the spider crab *Libinia spinosa* H. Milne Edwards 1834 in the Ubatuba and Caraguatatuba regions, northern coast of Sao Paulo, Brazil (Crustacea, Brachyura, Majoidea, Pisidae). *Senckenbergiana biologica*, 87: 7–16.
- CASTILHO, A.L.; PIE, M.R.; FRANSOZO, A.; PINHEIRO, A.P. & COSTA, R.C. 2008. The relationship between environmental variation and species abundance in shrimp community (Crustacea: Decapoda: Penaeoidea) in south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88(1): 119-123.
- CASTRO, P. & HUBER, M.E. 2010. *Marine Biology*. The McGraw-Hill Companies, 8ª ed., New York: 461p.
- CASTRO-FILHO, B.M.; MIRANDA, L.B. & MIYAO, S.Y. 1987. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 35(2): 135-151.
- CHACUR, M.M. & NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. 2001. Spatial and seasonal distributions of *Callinectes danae* (Decapoda, Portunidae) in Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, 21(2): 414-425.
- CHACUR, M.M.; MANSUR, C.B. & NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. 2000. Distributional patterns, seasonal abundance and moult cycle of *Callinectes danae* Smith, 1869 in the Ubatuba region, Brazil. *Nauplius*, 8(2): 215-226.
- COSTA, R.C.; FRANSOZO, A. & NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. 2005. Ecology of the rock shrimp *Sicyonia dorsalis* Kingsley, 1878 (Crustacea: Sicyoniidae) in a subtropical region of Brazil. *Gulf Caribbean Research*, 17: 49-56.
- COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; FREIRE, F.A.M. & CASTILHO, A.L. 2007. Abundance and ecological distribution of the “setebarbas” shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862)

- (Decapoda: Penaeoidea) in three bays of the Ubatuba region, South-eastern Brazil. *Gulf Caribbean Research*, 19: 33-41.
- COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; MANTELATTO, F.L. M. & CASTRO, R.H. 2000. Occurrence of shrimp species (Crustacea: Decapoda: Natantia: Penaeidea and Caridea) in Ubatuba Bay, Ubatuba, SP, Brazil. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 113(3): 776–781.
- DE LÉO, F.C. & PIRES-VANIN, A.M.S. 2006. Benthic megafauna communities under the influence of the South Atlantic Central Water intrusion onto the Brazilian SE shelf: a comparison between an upwelling and a non-upwelling ecosystem. *Journal of Marine Systems*, 60(3-4): 268-284.
- DEMPSTER, A.P. 1969. *Elements of continuous multivariate analysis*. Addilson-Wesley Publishing Company, London, 338p.
- FLEMING, L.E.; BROAD, K.; CLEMENT, A.; DEWAILLY, E.; ELMIR, S. & KNAP, A. 2006. Oceans and human health: emerging public health risks in the marine environment. *Mar Pollut Bull*, 53: 545-560.
- FRAMESCHI, I.F.; ANDRADE, L.S.; TADDEI, F.G.; FRANSOZO, V. & FERNANDES-GÓES, L.C. 2014. Assemblage of hermit crabs near coastal islands in southeastern Brazil. *Neotropical Biology and Conservation*, 9(1): 9-19.
- FRANSOZO, A.; BERTINI, G.; BRAGA, A.A. & NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. 2008. Ecological aspects of hermit crabs (Crustacea, Anomura, Paguroidea) off the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Aquatic Ecology*, 42: 437-448.
- FRANSOZO, A.; COSTA, R.C.; MANTELATTO, F.L. M.; PINHEIRO, M.A.A. & SANTOS, S. 2002. Composition and abundance of shrimp species (Penaeidea and Caridea) in Fortaleza Bay, Ubatuba, São Paulo, Brazil. *Modern Approaches of the Study on Crustacea*. Kluwer Academic Publishers, 17:117-123.
- FRANSOZO, A.; FERNANDES-GÓES, L.C.; FRANSOZO, V.; GÓES, J.M.; COBO, V.J.; TEIXEIRA, G.M. & GREGATI, R.A. 2011. Marine Anomurans (Decapoda) from the non-consolidated sublittoral bottom at the Southeastern coast of Brazil. *Crustaceana*, 84(4): 435–450.
- FRANSOZO, A.; FURLAN, M.; FRANSOZO, V.; BERTINI, G.; COSTA, R.C.; FERNANDES-GÓES, L.C. 2012 Diversity of decapod crustaceans at the interface of unconsolidated seabed areas and rocky shores in tropical/subtropical Brazil. *African Journal of Marine Science*, 34(3): 361-371.

- FRANSOZO, A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M.L.; MANTELATTO, F.L.M.; PINHEIRO, M.A.A. & SANTOS, S. 1992. Composição e distribuição dos Brachyura (Crustacea, Decapoda) do sublitoral não consolidado na Enseada da Fortaleza, Ubatuba (SP). *Revista Brasileira de Biologia*, 52: 667-675.
- FRANSOZO, A.; SOUZA, A.N.; RODRIGUES, G.F.B.; TELLES, J.N.; FRANSOZO, V. & NEGREIROS-FRANSOZO M.L. 2016. Decapod crustaceans captured along with the sea-bob shrimp fisheries on non-consolidated sublitoral from northern coast of São Paulo, Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42(2): 369-386.
- FRANSOZO, A; MANTELATTO, F.L.M.; BERTINI, G.; FERNANDES-GÓES, L.C. & MARTINELLI, J.M. 1998. Distribution and assemblages of anomuran crustaceans in Ubatuba Bay, North coast of São Paulo State, Brazil. *Acta Biologica Venezuelica*, 18:17–25.
- FRANSOZO, V.; SILVA, T.E.; FUMIS, P.B.; BERTINI, G. & LIMA, P.A. 2013. Ecological distribution and population structure of *Acantholobulus schmitti* (Rathbun, 1930) (Crustacea, Decapoda, Xanthoidea) on the southeastern Brazilian coast. *Brazilian Journal of Oceanography*, 61: 277–287.
- FURLAN, M.; CASTILHO, A.L.; FERNANDES-GÓES, L.C.; FRANSOZO, V.; BERTINI, G. & COSTA, R.C. 2013. Effect of environmental factors on the abundance of decapod crustaceans from soft bottoms off southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 85(4): 1345-1356.
- FURTADO, V.V. & MAHIQUES, M.M.D. 1990. Distribuição de sedimentos em regiões costeiras e plataforma continental norte do Estado de São Paulo. *Publicação da Academia de Ciências do Estado de São Paulo*, 1: 20–29.
- FURTADO, V.V.; BONETTI-FILHO, J.; RODRIGUES, M. & BARCELLOS, R.L. 1998. Aspectos da sedimentação no canal de São Sebastião. *Relatórios Técnicos do Instituto Oceanográfico*, 43: 15-31.
- GAETA, J. C., FARIA JÚNIOR, E., AGUIAR, M. M., & FREIRE, A. S. 2011. The use of a non-destructive method to estimate the abundance of brachyuran crabs (Crustacea, Decapoda) in coastal islands of a marine protected area. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 6(4), 264-272.
- GROSSEL, M. & WALSH P.J. 2006. Benefits from the sea: sentinel species and animal models of human health. *Oceanography*, 19(2): 126-133.

- HAKANSON, L. & JANSSON, M. 1983. *Principles of lake sedimentology*. Germany: Springer-Verlag.
- HEBLING, N.J.; MANTELATTO, F.L.M.; NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. & FRANSOZO, A. 1994. Levantamento e distribuicao de braquiuros e anomuros (Crustacea, Decapoda) dos sedimentos sublitorais da regio da Ilha Anchieta, Ubatuba (SP). *Boletim do Instituto de Pesca* 21 (unico): 1-9.
- IBAMA 2008. Normative Instruction nº 189. *Diário Oficial da União*, 24 de setembro de 2008. Seção 1, Brasília. Available at: <http://www.jusbrasil.com.br/DOU/2013/09/24>. Accessed on: 24/06/2019.
- JACK D. 1998. Combining the oceans for new therapeutic agents. *Lancet*, 352(9130): 794-795.
- KLÔH A.S. & DI BENEDITTO A.P.M. 2010. Estrutura populacional do siri-baú, *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) no Norte do Estado do Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, 10: 463-67.
- KRUSKAL, W.H. & WALLIS, W.A. 1952. Use of ranks on one criterion variance analysis. *Annals of Mathematical Statistics*, 30: 271-294.
- LEVENE, H. 1960. Robust Tests for Equality of Variances. *Contributions to Probability and Statistics*. (Edited by I. Olkin, et al.) Stanford: Stanford University Press, United States. Chapter 25: 278-292.
- LIMA, D.J.M.; ALVES, D.F.R. & COBO, V.J. 2018. Composition, density, and shell use hermit crabs (Crustacea: Paguroidea) from subtidal boulder fields in southeastern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 46(1): 72-82.
- LIMA, P.A.; FRANSOZO, V.; ANDRADE, L.S.; ALMEIDA, A.C.; FURLAN, M. & FRANSOZO, A. 2014. Distribution and population structure of the flecked box crab *Hepatus pudibundus* (Decapoda, Brachyura) in the western South Atlantic. *Marine Biology Research*, 10(6), 589-600.
- MAHIQUES, M.M. 1995. Dinâmica sedimentar atual nas enseadas da região de Ubatuba, Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 43(2): 111-122.
- MANTELATTO, F.L.M. & FRANSOZO, A. 1999. Characterization of the physical and chemical parameters of Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo State, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 59(1): 23-31.

- MANTELATTO, F.L.M. & FRANSOZO, A. 2000. Brachyuran community in Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo State, Brazil. *Journal of Shellfish Research*, 19(2): 701–709.
- MANTELATTO, F.L.M. & PETRACCO, M. 1997. Natural diet of the crab *Hepatus pudibundus* (Brachyura: Calappidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba (SP), Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, 17(3): 440-46.
- MANTELATTO, F.L.M. 1999. Allocation of the portunid crab *Callinectes ornatus* (Decapoda: Brachyura) in the Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo State, Brazil. In: Klein JCVV, Schram FR (eds) *The biodiversity crisis and crustacea, Crustacean Issues*, vol 12. A.A. Balkema, Rotterdam: 431–443.
- MANTELATTO, F.L.M.; BIAGI, R.; FARIA, F.C.R.; MEIRELES, A.L. & MELO, G.A.S. 2004. Checklist on brachyuran fauna (Decapoda) from infralittoral rocky/sandy bottom of Anchieta Island, São Paulo State, Brazil. *Nauplius*, 12(2): 135-142.
- MANTELATTO, F.L.M.; FRANSOZO, A. & NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. 1995a. Distribuição do caranguejo *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea, Decapoda, Brachyura) na Enseada de Fortaleza, Ubatuba (SP), Brasil. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 43(1): 51-61.
- MANTELATTO, F.L.M.; FRANSOZO, A. & NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. 1995b. Population-structure of *Hepatus pudibundus* (Decapoda, Calappidae) in Fortaleza Bay, Brazil. *Revista de Biologia Tropical/Internacional Journal of Tropical Biology and Conservation*, 43(1): 265-270.
- MCNAUGHTON, S.J. & WOLF, L.L. 1970. Dominance and the niche in ecological systems. *Science* 167:131–139.
- MELO, G.A.S. 1996. Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro. São Paulo, Plêiade/ FAPESP, 604p.
- MORRISON, D.F. 1976. *Multivariate Statistical Methods*. 2ª ed., McGraw-Hill Kogakusha Ltd., London, 259-263.
- MOURA, J. F. D.; CARDOZO, M.; BELO, M. S. D. S. P.; HACON, S. & SICILIANO, S. 2011. A interface da saúde pública com a saúde dos oceanos: produção de doenças, impactos socioeconômicos e relações benéficas. *Ciencia & saude coletiva*, 16, 3469-3480.

- NAKAGAKI, J.M.; NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. & FRANSOZO, A. 1995. Composição e abundância de camarões marinhos (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) na Enseada de Ubatuba, Ubatuba SP. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 38: 583–591.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1999. *From monsoons to microbes: understand the ocean's whole in human health*. Washington: National Academic Press.
- NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. & FRANSOZO, A. 1995. On the distribution of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 and *Callinectes danae* Smith, 1869 (Brachyura, Portunidae) in the Fortaleza Bay, Ubatuba, Brazil. *Iheringia*, Serie Zoologia, 79: 13-25.
- NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. & NAKAGAKI, J.M. 1998. Differential benthic occupation by crabs in the Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil. *Journal of Shellfish Research*, 17(1): 293-297.
- NEGREIROS-FRANSOZO, M.L.; FRANSOZO, A.; MANTELATTO, F.L.M.; PINHEIRO, M.A.A. & SANTOS, S. 1997. Anomuran species (Crustacea, Decapoda) and their ecological distribution at Fortaleza Bay sublittoral, Ubatuba, São Paulo, Brazil. *Iheringia*, 83(1): 187-194.
- NEGREIROS-FRANSOZO, M.L.; FRANSOZO, A.; PINHEIRO, M.A.A.; MANTELATTO, F.L.M. & SANTOS, S. 1991. Caracterização física e química da Enseada de Fortaleza, Ubatuba, SP. *Revista Brasileira de Geociências*, 21(2): 114-120.
- ODEBRECHT, C. & CASTELLO, J.P. 2001. The convergence ecosystem in the Southwest Atlantic. *Ecological Studies*, 144: 147-165.
- OLIVEIRA J.S. & FREITAS J.C. 2001. Produtos naturais marinhos: características dos envenenamentos alimentares e substâncias de interesse farmacológico. *Hig Aliment*, 15(20): 22-33.
- OLSGARD, F. & GRAY, J.S. 1995. A comprehensive analysis of the effects of oil and gas exploration and production on the benthic communities of the Norwegian continental shelf. *Marine Ecology Progress Series*, 122:77–306.
- PAULY D. & CHRISTENSEN V. 1995 Primary production required to sustain global fisheries. *Nature*, 374: 255–257.
- PAULY D.; CHRISTENSEN V.; GUE´NETTE S.; PITCHER T.J.; SUMAILA U.R.; WALTERS C.J.; WATSON R. & ZELLER D. 2002 Towards sustainability in world fisheries. *Nature*, 418: 689–695.

- PAULY, D.; WATSON, R. & ALDER, J. 2005. Global trends in world fisheries: impacts on marine ecosystems and food security. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1453): 5-12.
- PEREZ, J.A.A. 2009. Biodiversidade marinha: uma herança ameaçada? *Ciência e Cultura*, 62(3): 42-44.
- PIANTKOSKI, E.L. 2019. *Interação entre a Oscilação Sul-El Niño e massas de água na estrutura da comunidade de camarões Penaeoidea (Decapoda) no Sudeste do Brasil (Oceano Atlântico Sudoeste)*. Instituto de Biociências, Bauru, SP, UNESP, 88p. (Dissertação de Mestrado).
- PINHEIRO, M.A.A.; FRANZOZO, A. & NEGREIROS-FRANZOZO, M.L. 1996. Distribution patterns of *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba (SP), Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 56: 705-716.
- PINHEIRO, M.A.A.; FRANZOZO, A. & NEGREIROS-FRANZOZO, M.L. 1997. Dimensionamento e sobreposição de nichos dos portunídeos (Decapoda, Brachyura), na Enseada da Fortaleza, Ubatuba, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 14 (2): 371-378.
- PIRES, A.M.S. 1992. Structure and dynamics of benthic megafauna on the continental shelf offshore of Ubatuba, southeastern, Brazil. *Marine Ecology Progress Series*, 86: 63-76.
- PIRES-VANIN, A.M.S. & MATSUURA, Y. 1993. Estrutura e função do ecossistema de plataforma continental da região de Ubatuba, Estado de São Paulo: uma introdução. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 10: 1-8.
- PIRES-VANIN, A.M.S.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B.; AIDAR, E.; MESQUITA, I.S.L.; SOARES, L.S.H.; KATSURAGAWA, M. & MATSUURA, Y. 1993. Estrutura e função do ecossistema de plataforma continental da região de Ubatuba, Estado de São Paulo: uma introdução. *Publicação Especial Instituto Oceanográfico*, 10: 217-231.
- POLETO, C.R.B. & BATISTA, G.T. 2008. Sensibilidade ambiental das ilhas costeiras de Ubatuba, SP, Brasil. *Revista Ambi-Água*, Taubaté, 3(2): 106-121.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2017. R: *A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <http://www.R-project.org>. ISBN 3-900051-07-0.
- RAKOCINSKI, C.F.; LYCZKOWSKI-SHULTZ, J. & RICHARDSON, S.L. 1996. Ichthyoplankton assemblage structure in Mississippi sound as revealed by canonical correspondence analysis. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 43: 237-257.

- SANTOS, S.; NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. & FRANSOZO, A. 1994. The distribution of the swimming crab *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea Brachyura, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba, SP. Brazil. *Atlântica* 16: 125-141.
- SCHAFER, W. 1954. Fonn and Funktion der Brachyurenschere. *Abhandkl. Sencokenberg. Naturforsch. Ges.*, 489: 1-66.
- SHAPIRO, S.S. & WILK, M.B. 1965. An analysis of variance test for normality. *Biometrika*, 52 (3): 591-611.
- SHIRLEY, M.A.; HINES, A.H. & WOLCOTT, T.G. 1990. Adaptive significance of habitat selection by molting adult blue crabs *Callinectes sapidus* (Rathbun) within a subestuary of central Chesapeake Bay. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 140(1): 107-119.
- SILVA, T.E.D.; FRAMESCHI, I.F.; ALMEIDA, A.C.; FRANSOZO, V.; BERTINI, G., & TADDEI, F.G. 2017b. Ecological distribution and population features of *Hexapanopeus paulensis* Rathbun, 1930 (Crustacea: Decapoda: Xanthoidea) caught by bottom trawling in the southeastern coast of Brazil: implications for its population structure. *Nauplius*, 25.
- SILVA, T.E.; ANDRADE, L.S.; FRANSOZO, V.; FREIRE, F.A.D.M. & FRANSOZO, A. 2017a. Population parameters and distribution of *Arenaeus cribrarius* (Crustacea, Portunoidea), in southeastern brazilian coast. *Boletim do Instituto de Pesca*, 1-9.
- SOUSA, A.N.; BERTINI, G.; TADDEI, F.G.; COSTA, R.C.; SILVA, T.E. & FRANSOZO, A. 2018. Modulating factors of the abundance and distribution of *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) (Decapoda, Portunoidea), a fishery resource, in Southeastern Brazil. *PeerJ*, 6:e5720.
- SUGUIO, K. 1973. *Introdução à Sedimentologia*. Edgard Blucher: EDUSP.
- SUMIDA, P.Y.G. & PIRES-VANIN, A.M.S. 1997. Benthic associations of the shelf break and upper slope off Ubatuba-SP, south-eastern Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44(6): 779-784.
- TUCKER, M. 1988. *Techniques in sedimentology*. Melbourne: Blackwell Scientific Publications.
- VEGA-PÉREZ, L.A. 1993. Estudo do zooplankton da região de Ubatuba, Estado de São Paulo. *Publicação Especial do Instituto Oceanográfico*, 10: 65-84.

- VIANNA, M. & ALMEIDA, T. 2005. Bony fish bycatch in the southern Brazil pink shrimp (*Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis*) fishery. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48(4): 611-623.
- WENTWORTH, C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30: 377-392.
- WILLIAMS, A. B. 1984. *Shrimps, lobsters and crabs of the Atlantic coast of the eastern United States, Maine to Florida*. Washington, DC, Smithsonian Institution Press. XVIII + 550 p.
- ZANARDI, E. 1996. Hidrocarbonetos no Canal de São Sebastião e Plataforma Interna Adjacente – influência do derrame de maio de 1994. Tese de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 112 p.