UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ZOOLOGIA

TESE DE DOUTORADO

COMPOSIÇÃO, DISTRIBUIÇÃO BATIMÉTRICA E ESTRUTURA DA ASSEMBLEIA DE ERMITÕES (CRUSTACEA, ANOMURA) EM UMA ÁREA DO LITORAL SUDESTE BRASILEIRO INFLUÊNCIADA PELO FENÔMENO DA RESSURGÊNCIA

Israel Fernandes Frameschi de Lima

Orientador: Profº. Dr. Adilson Fransozo

Botucatu – SP
2015

COMPOSIÇÃO, DISTRIBUIÇÃO BATIMÉTRICA E ESTRUTURA DA ASSEMBLEIA DE ERMITÕES (CRUSTACEA, ANOMURA) EM UMA ÁREA DO LITORAL SUDESTE BRASILEIRO INFLUÊNCIADA PELO FENÔMENO DA RESSURGÊNCIA

Israel Fernandes Frameschi de Lima

Orientador: Profº. Dr. Adilson Fransozo

Tese apresentada ao curso de pós-graduação em Ciências Biológicas: Zoologia, do Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Botucatu, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas – Área de Concentração: Zoologia.

Botucatu - SP

2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Frameschi, Israel Fernandes de Lima.
Composição, distribuição batimétrica e estrutura da assembleia de ermitões (Crustacea, Anomura) em uma área do litoral sudeste brasileiro influenciada pelo fenômeno da ressurgência / Israel Fernandes de Lima Frameschi. - Botucatu, 2015

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu
Orientador: Adilson Fransozo
Capes: 20406002

1. Crustáceo - Distribuição geográfica. 2. Ressurgência (Oceanografia). 3. Diversidade genética. 4. Macaé, Rio, Bacia(RJ).

Palavras-chave: Distribuição; Ermitões; Macaé; Porcelanídeos ; Ressurgência.

Agradecimentos

À Deus, que me deu forças, saúde e proteção, me confortando nos momentos difíceis.

Ao Prof. Dr. Adilson Fransozo, pela amizade, confiança, e por ter aberto as portas do seu laboratório e se dispor em ser meu orientador. Por ter me dado a oportunidade de conhecer e ter contato com animais fantásticos como os ermitões e me ensinado sobre eles. Por ter tido paciência ao longo de todo período de convivência.

À Profa. Dra. Maria Lucia Negreiros Fransozo, pelo exemplo de profissionalismo e por todo conhecimento transmitido.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela bolsa concedida durante todo meu doutorado.

Ao Núcleo de Estudos em Biologia, Ecologia e Cultivo de Crustáceos (NEBECC), por toda infraestrutura de laboratórios e materiais utilizados ao longo da identificação dos animais.

À FINEP, Financiadora de estudos e Projetos, à FAPERJ, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, ao Prof. Dr. Rogério Caetano da Costa e Prof. Dr. Adilson Fransozo, pelo financiamento das coletas.

Ao amigo e companheiro de pesquisa Dr. Gustavo S. Sancinetti, e todos envolvidos, pelo esforço nas coletas dos animais em Macaé – RJ.

A todos integrantes do NEBECC e funcionários envolvidos, que de alguma forma contribuíram para a execução do projeto. Aos amigos que estão ou passaram pelo NEBECC desde a minha chegada.

À minha mãe, que sempre me apoiou, incentivou e orou por mim.

Ao meu irmão Raony, que me apoia e sempre me ajuda a tomar decisões.

À minha avó Mafalda, que sempre ajudou na minha educação e me incentivou a estudar.

À minha esposa Prof. Dr. Luciana Segura de Andrade, por estar ao meu lado, e me suportar, discutindo comigo sobre minhas ideias.

Ao Rayan e à Laís de Andrade e Andrade, por compartilharem comigo seus momentos de alegria.

Índice

CONSIDERAÇÕES INICIAIS 01

Referências 06

CAPÍTULO I: "Espécies de Anomura (Crustacea, Decapoda) provenientes do sublitoral não consolidado de uma região do sudeste brasileiro influenciada pelo fenômeno da ressurgência"

Resumo 09

Introdução 10

Material e Métodos 12

Resultados 14

Discussão 21

Referências 25

CAPÍTULO II: "Estrutura da assembleia de ermitões Paguroidea em uma região influenciada pela ressurgência no sudeste do brasileiro"

Resumo 31

Introdução 32

Material e Métodos 34

Resultados 40

Discussão 55

Referências 61

CAPÍTULO III: "Dinâmica populacional do ermitão endêmico do Atlântico Sul *Pagurus exilis* (Decapoda, Anomura) em uma região do litoral do Rio de Janeiro influenciada pelo fenômeno da ressurgência"

Resumo 69

Introdução 70

Material e Métodos 72

Resultados 77

Discussão 86

Referências 90

CONSIDERAÇÕES FINAIS 96

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A ordem Decapoda é uma das mais ricas entre os Crustacea, reunindo mais de 17.650 espécies conhecidas, das quais mais de 14.650 fazem parte da fauna atual e cerca de 3.000 espécies com apenas registro fóssil (De Grave et al. 2009). Os crustáceos decápodos se encontram divididos em duas grandes subordens, os Dendrobranquiata, representados pelos camarões Peneoidea e Sergestoidea, e a subordem Pleocyemata, que reúne os animais das infraordens Achelata, Anomura, Astacidea, Axiidea, Brachyura, Caridea, Gebiidea, Glypheidea, Polychelida e Stenopodidea (De Grave et al. 2009). Os Anomura MacLeay, 1838 representam um grupo altamente significativo entre os crustáceos marinhos, com cerca de 2.451 espécies conhecidas, subdivididas em sete superfamílias (De Grave et al. 2009). Juntas, as superfamílias Galatheoidea Samouelle, 1819 e Paguroidea Latreille, 1802 representam 89% das espécies de Anomura registradas em todo mundo (De grave et al. 2009; Mclaughlin et al. 2010), sendo que para o litoral brasileiro há registro de aproximadamente 80 espécies descritas para estas superfamílias (Melo, 1999; Nucci & Melo, 2003), as quais apresentam uma ampla distribuição ecológica, explorando regiões do sublitoral consolidado, não consolidado, e regiões intertidais do litoral Brasileiro (Mantelatto & Garcia 2002; Nucci & Melo, 2007; Fransozo et al. 2011; Alves et al. 2013).

Os representantes da superfamília Paguroidea são distinguidos dos demais Anomura pela presença do abdome nu, não segmentado e usualmente curvado, tipicamente protegido por uma concha de Gastropoda vazia e espiralada para a direita, uma vez que a maioria das conchas são dextrógiras (Hazlett, 1981). Cerca de 1100 espécies de ermitões são encontradas no mundo

todo, distribuídos em 120 gêneros (McLaughlin et al. 2010). No litoral brasileiro há registro de aproximadamente 50 espécies descritas (Nucci & Melo, 2003).

O sudeste/sul do Brasil costa é uma área de transição hidrológica e faunística, com uma combinação de características físicas, biológicas e de espécies oriundas das regiões tropicais, subtropicais e subantárticas (Sumida & Pires-Vanin, 1997; Boschi, 2000). Estudos relativos à composição e distribuição de crustáceos foram conduzidos no sudeste do Brasil (De Léo & Pires-Vanin, 2006; Bertini et al. 2010; Fransozo et al. 2008), especialmente sobre litoral de São Paulo. No entanto, este tipo de estudos são escassos na costa do Rio de Janeiro, uma região com características peculiares devido à dinâmica das massas de água e evento de ressurgência que proporciona um aumento da concentração de nutrientes na água e, portanto, aumenta a produtividade primária (De Léo & Pires-Vanin, 2006).

Recentemente alguns estudos foram realizados, focando diretamente a assembleia de crustáceos decápodos bentônicos como dos caranguejos Portunoidea, realizado por Andrade et al. (2015), e também para os camarões Penaeoidea e Caridea, realizado por Silva et al. (2014) e Pantaleão et al. (2015); no entanto, até o momento ainda não há registro de estudos sobre os Anomura habitantes da região. Este tipo de estudo fornece uma base para a compreensão dos processos que afetam o equilíbrio destas comunidades, bem como os ecossistemas (Bertini et al. 2004), e na região de Macaé, revelar o real impacto da ressurgência na distribuição das espécies no ambiente raso costeiro (Sancinetti et al. 2014; Andrade et al. 2014). Tais estudos auxiliam de forma direta ou indireta na identificação de padrões que são modificados por

estratégias que visam obtenção do “fitness” populacional em regiões que são constantemente alteradas.

Uma dessas alterações do ambiente pode ser decorrente da pesca camaroeira, a qual promove alterações no sedimento que perturbam a comunidade bentônica, afetando principalmente os crustáceos, elasmobrânquios e cefalópodes (Wassenberg & Hill, 1989). Além das modificações causadas pelo aumento da pesca de arrasto no sudeste do brasileiro (Costa et al. 2000), deve-se ressaltar que as zonas costeiras dessa região são ambientes dinâmicos, sujeitos às influências continentais, atmosféricas e oceânicas, sendo classificada por Boschi (2000) como uma área de transição hidrológica e faunística, a qual abriga uma mistura de faunas provenientes de regiões tropicais, subtropicais e subantárticas (Sumida & Pires-Vanin, 1997). Essa instabilidade também age sobre a comunidade bentônica determinando padrões de densidade e distribuição, além de direcionar relações tróficas entre as espécies (Santos & Pires-Vanin, 2004).

Considerando as particularidades existentes nesta região do Brasil, uma área de transição, bem como as ocasionadas pelo fenômeno da ressurgência de Cabo Frio, como a alta na concentração de nutrientes da água e a diminuição na temperatura da água que influenciam a região de Macaé, foi realizado um estudo que apresentasse as espécies da infra ordem dos Anomura existentes na região, e as possíveis influencias que este ambiente distinto na região sudeste sobre este grupo. Para tanto, abordamos no primeiro capítulo a composição dos Anomura capturados nesta região. No segundo capítulo foi realizada a estruturação da assembleia de ermitões em relação à distribuição espaço temporal, os padrões de diversidade, e também a influência de fatores

ambientais sobre as espécies encontradas. No terceiro capítulo, a espécie mais representativa, *Pagurus exilis*, foi analisada quanto aos seus aspectos populacionais, incluindo sua estrutura populacional, proporção sexual, a variação espaço-temporal na abundância e a relação entre as variáveis ambientais e a distribuição dos grupos de interesse.

REFERÊNCIAS

Alves, D.F., Barros-Alves, S.P., Lima, D.J., Cobo, V.J., & Negreiros-Fransozo, M.L. 2013. Brachyuran and anomuran crabs associated with Schizoporella unicornis (Ectoprocta, Cheilostomata) from southeastern Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 85(1), 245-256.

Andrade, L. S., Frameschi, I. F., Castilho, A. L., Costa, R. C., & Fransozo, A. 2014. Can the pattern of juvenile recruitment and population structure of the speckled swimming crab Arenaeus cribrarius (Decapoda: Brachyura) be determined by geographical variations? Marine Ecology. DOI: 10.1111/maec.12188

Andrade, LS; Frameschi, IF; Costa, RC; Castilho, AL & 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.

Bertini, G., Fransozo, A., & Melo, G.A.S. 2004. Biodiversity of brachyuran crabs (Crustacea:Decapoda) from non-consolidated sublittoral bottom on 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. Species of decapod crustaceans and their distribution in the marine zoogeographic provinces. Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero. 13: 7-136.

Da 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, 776-781.

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.

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 nonupwelling ecosystem. Journal of Marine Systems, 60: 268-284.

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 Sao Paulo State, Brazil. Aquatic Ecology, 42: 437-448.

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 sublitoal bottom at southeastern coast of Brazil. Crustaceana, 1: 435-450.

Hazlett, B.A. 1981. The behavioral ecology of hermit crabs. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 12(1): 1-22.

Mantelatto, F.L. & Garcia, R.B. 2002. Hermit crab fauna from the infralitoral area of Anchieta Island (Ubatuba, Brazil). In: Briones, E.E. and Alvarez, F. (eds.) Modern Approaches to the Studies of Crustacean. New York, Kluwer. Pp. 137-144.

McLaughlin, P.A., Komai, T., Lemaitre, R., & Rahayu, D. L. 2010. Annotated checklist of anomuran decapod crustaceans of the world (exclusive of the Kiwaoidea and families

Chirostylidae and Galatheidae of the Galatheoidea) Part I–Lithodoidea, Lomisoidea and Paguroidea. The Raffles Bulletin of Zoology, 23, 131-137.

Melo, G.A.S. 1999. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda do litoral Brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuridea e Astacidea. São Paulo, Editora Plêiade, I+551p.

Nucci, P. R., & De Melo, G. A. S. (2003). A new species of Pagurus (Decapoda: Anomura: Paguridae) from Brazil. Journal of the Marine Biological Association of the UK, 83(02), 351-353.

Nucci, P.R. & Melo, G.A.S. 2007. Hermit crabs from Brazil. Family Paguridae (Crustacea: Decapoda: Paguroidea): Genus *Pagurus*. Zootaxa 1406: 47-59.

Pantaleão, JAF; Carvalho-Batista, A; Fransozo, A & Costa, RC. 2015. The influence of upwelling on the diversity and distribution of marine shrimp (Penaeoidea and Caridea) in two tropical coastal areas of southeastern Brazil. Hydrobiologia, 1-15. DOI 10.1007/s10750-015-2429-4

Sancinetti, GS; Azevedo, A; Castilho, AL; Fransozo, A. & Costa, RC. 2014. How marine upwelling influences the distribution of Artemesia longinaris (Decapoda: Penaeoidea)?. Latin American Journal of Aquatic Research, 42(2).

Santos, M.F.L.D. & Pires-Vanin, A.M.S. 2004. Structure and dynamics of the macrobenthic communities of Ubatuba Bay, southeastern Brazilian coast. Brazilian Journal of Oceanography, 52(1): 59-73.

Silva, E. R. D., Sancinetti, G. S., Fransozo, A., Azevedo, A., & Costa, R. C. D. 2014. Biodiversity, distribution and abundance of shrimps Penaeoidea and Caridea communities in a region the vicinity of upwelling in Southeastern of Brazil. Nauplius, 22(1): 1-11.

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. Estuar. Coast. Shelf Sci., 44: 779–784.

Sumida, PYG. & Pires-Vanin, AMS. 1997. Benthic associations of the shelf break and upper slope off Ubatuba-SP, south-eastern Brazil. Estuar. Coast. Shelf Sci., 44: 779–784.

Wassenberg, T.J. & Hill, B.J. 1989. The effect of trawling and subsequent handling on the survival rates of the by-catch of prawn trawlers in Moreton Bay, Australia. Fisheries Research, 7(1): 99-110.

CAPÍTULO I

Espécies de Anomura (Crustacea, Decapoda) provenientes do sublitoral não consolidado de uma região do sudeste brasileiro influenciada pelo fenômeno da ressurgência

RESUMO

Neste artigo são registradas espécies de crustáceos anomuros que habitam as águas rasas do sublitoral não consolidado na região de Macaé, Rio de Janeiro, uma área do litoral sudeste brasileiro influenciada pelo fenômeno da ressurgência. A área de estudo foi examinada mensalmente de julho/2008 a junho/2009, em profundidades de 5, 10, 15, 25, 35 e 45 metros. Foram realizados 72 arrastos que totalizaram na captura de 610 indivíduos, pertencentes a 5 espécies, 5 gêneros, 3 famílias e duas superfamílias. Nenhuma das espécies encontradas representa um novo registro para o fauna do estado, no entanto, trata do primeiro registro na região de Macaé. Dentre as espécies registradas, as duas mais abundantes, são endêmicas do Atlântico Sul *Pagurus exilis* e *Loxopagurus loxochelis*. Podemos inferir que esta região, apesar de apresentar características muito distintas do restante do litoral sudeste, oferece condições bióticas e abióticas favoráveis para o assentamento e a manutenção de espécies de anomuros já registrados.

INTRODUÇÃO

Informações sobre a composição de espécies são a base para a compreensão dos processos que afetam o equilíbrio das comunidades ou ecossistemas. Neste sentido, a identificação prévia de assembleias de espécies muitas vezes é crucial para uma interpretação adequada de eventos de perturbação antrópica ou natural (Bertini *et al.* 2004).

Estudos em pequenas áreas costeiras, como baías e estuários geram conhecimentos básicos sobre fenômenos naturais ou sobre a influência do ser humano nestas regiões. Tais áreas oferecem excelentes condições para o estabelecimento de espécies com interesse comercial ou ecológico (Bertini and Fransozo 1999). Os Anomura MacLeay, 1838 representam um grupo altamente significativo entre os crustáceos marinhos, com cerca de 2451 espécies conhecidas, subdivididas em sete superfamílias (De Grave *et al*. 2009). Juntas, as superfamílias Galatheoidea Samouelle, 1819 e Paguroidea Latreille, 1802 representam 89% das espécies de Anomura registradas em todo mundo (De grave *et al*. 2009; Mclaughlin *et al*. 2010). No litoral brasileiro há registro de aproximadamente 80 espécies descritas para estas superfamílias (Melo, 1999; Nucci & Melo 2003), apresentando uma ampla distribuição ecológica, as quais exploram regiões do sublitoral consolidado, não consolidado, e regiões intertidais (Mantelatto and Garcia 2002; Nucci and Melo 2007; Fransozo *et al*. 2011; Alves *et al.* 2013). De acordo com Fransozo *et al*. (1998), estes organismos representam um importante papel na cadeia trófica marinha, caracterizando o melhor exemplo de “detritívoros” nesses ambientes, sendo que a grande amplitude do comportamento alimentar parece ter contribuído como um fator

essencial no sucesso adaptativo do grupo (Schembri 1982; Achituv and Pedrotti 1999).

A zona de ressurgência do litoral norte do estado do Rio de Janeiro (o que inclui Macaé é considerada uma importante área para pesquisa dos organismo bentônicos (De léo and Pires-Vanin 2006; Andrade *et al*. 2014, 2015), principalmente os crustáceos, uma vez que é considerada uma região de transição faunística, com espécies características da região tropical, sub-tropical e oriundas das regiões subantárticas (Boschi 2000). As informações disponíveis sobre a riqueza e a composição de decápodes marinhos no ambiente consolidado tem aumentado consideravelmente (Mantelatto and Garcia 2002; Alves Coelho *et al*. 2007; Alves *et al*. 2012), todavia poucos estudos que abrangem as regiões rasas de substrato não consolidado no Brasil são encontrados, com destaque para, Pires (1992), Bertini *et al.* (2004), Braga *et al.* (2005), Fransozo *et al.* (2008; 2011) e Boos *et al.* (2012).

Apesar de seu interesse comercial e zoogeográfico, estudos que abrangem a fauna dos fundos rasos das regiões influenciadas pela ressurgência são escassos. As características ambientais distintas, ocasionadas pela intrusão da ACAS, encontrada na região de Cabo Frio e, possivelmente, em áreas adjacentes como Macaé podem proporcionar modificações na composição de espécies. Esforços anteriores para quantificar a diversidade de espécies na região de ressurgência, como o estudo de De Léo and Pires-Vanin (2006), avaliaram a composição da megafauna bentônica na região de Cabo Frio, porém a captura ocorreu a partir dos 100 m de profundidade, demonstrando que esta região necessita de estudos contínuos que auxiliem as políticas de conservação mais eficazes para a região. Assim, este presente estudo descreve a composição

e abundância dos crustáceos anomuros de fundos rasos não consolidado na região de Macaé, litoral norte do estado do Rio de Janeiro.

MATERIAL & MÉTODOS

No município de Macaé, localizado no litoral norte do estado do Rio de Janeiro, está situada a APA do Arquipélago de Santana, composta pelas Ilhas de Santana, do Francês, Ponta das Cavalas, Ilhote Sul e demais rochedos e lajes. A origem da região remonta ao Cretáceo, sendo formada por rochas gnaisses, granitoides e podendo estar cobertas por depósitos de diversas fases de sedimentação do Pleistoceno (Projeto RADAM 1983).

O vento de Nordeste (NE) é dominante durante o verão, e dada à orientação particular do litoral fluminense, o mesmo afasta a Água Costeira em direção ao alto mar favorecendo a aproximação e afloramento da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), uma massa de água fria e rica em nutrientes, que se origina do giro subtropical, fluindo para o sul da costa brasileira, alcançando a península conhecida como Cabo de São Tomé (22º S) durante o verão e primavera **(**Stramma and England 1999; Silveira *et al.* 2000). Durante o inverno, os ventos de Sudoeste dominam e as águas costeiras assumem sua posição usual por sobre a plataforma continental (Gonzalez-Rodrigues *et al.* 1992).

As coletas foram realizadas mensalmente no período de julho/2008 a junho/2009, em profundidades de 5, 10, 15, 25, 35 e 45 metros (Figura 1). Tais transectos estão localizados paralelamente à linha da costa, entre a Praia da Barra (41º37’ W e 22º17’ S) e a Praia Campista (41º40’ W e 22º27’ S). As amostragens foram efetuadas com uma embarcação de pesca camaroeira, equipada com uma rede de arrasto de fundo do tipo “otter-trawl”, com abertura

de 4.5 m, 20 mm entre-nós na panagem e 15 mm no ensacador. Os arrastos foram realizados por um período de 15 min/transecto com o barco em velocidade constante de 2.1 milhas/náuticas por cerca de 1 km de extensão.

Na embarcação, os indivíduos de interesse foram mantidos em sacos plásticos, devidamente marcados, e acondicionados com gelo picado. Em laboratório, os ermitões (Paguroidea) foram removidos de suas conchas, e o comprimento do escudo cefalotorácico (CEC) foi medido com um paquímetro (0.01 mm). Para os anomuros Galatheoidea, a largura da carapaça foi medida (CC). Todas as superfamílias, famílias e espécies capturadas em cada profundidades na área de estudo, com as respectivas faixas de tamanho e distribuições geográficas foram baseadas em Young (1998) e Melo (1999). Exemplares dos anomuros coletados foram depositados na coleção científica do Núcleo de Estudos em Biologia, Ecologia e Cultivo de Crustáceos (NEBECC), Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, campus Botucatu.

Inicialmente, os pressupostos de homocedasticidade (Levene, 1960) e normalidade (Shapiro & Wilk, 1965) foram testados. A riqueza (S'), foi representada pelo número de espécies presentes na amostra (Krebs, 1989). A diversidade (H') dos ermitões foi estimada através do índice de Shannon-Wiener (Pielou, 1966), expresso pela fórmula: H'. = ΣSi = 1 (Pi) (ln.Pi), tendo em conta a riqueza e abundância relativa das espécies, onde Pi é o resultado do número de indivíduos de espécies "i" na amostra, dividido pelo número total de indivíduos. A equitabilidade foi estimada pela equação: J '= H' / log2s indicados por Pielou (1975). A análise de variância (ANOVA one way) foi realizada para verificar a

diferença na abundância espaço-temporal das espécies, complementada por um teste de Tukey (Zar, 1996).

RESULTADOS

Durante o período de amostragem de um ano, foram realizados 72 arrastos, sendo coletado um total de 610 indivíduos pertencentes a 5 espécies, 5 gêneros, 3 famílias e duas superfamílias (Tab. 1). Na ocorrência ao longo do ano, os números mais elevados de abundância ocorreram nas estações do verão e inverno, com 366 indivíduos (Tab. 1; Fig. 2a), porém o número de indivíduos capturados não diferiu significativamente na composição temporal (ANOVA, gl. = 3, F = 0.635; p = 0.613).

No total, a abundância das espécies oscilou entre os transectos (Tab. 2; Fig. 2b). A maior abundância foi registrada nos transectos de maiores profundidades (ANOVA, gl. = 5, F = 4.281; p = 0.004), com 88.83% dos indivíduos capturados, sendo da espécie *Pagurus exilis*, a mais abundante, durante todo o período (ANOVA, gl. = 5, F = 6.163; p = 0.001) (Fig. 2b). Nos transectos mais rasos (5, 10 e 15 m) a espécie mais capturada foi *Loxopagurus loxochelis*, e representou 81.84% dos indivíduos coletados nestes transectos (Fig. 2b). Em relação a diversidade e equitabilidade, os maiores valores foram encontrados na estação da primavera, porém os maiores valores de riqueza foram observados no verão (Fig. 3a). Estes índices também foram maiores qual na profundidade de 15 m, e a maior riqueza foi encontrada no transecto de 45 m (Fig. 3b). Este último resultado ocorreu devido ao alto número de indivíduos de *P. exilis* em relação às demais espécies, especificamente nestes pontos onde os índices foram mais elevados.

Superfamília PAGUROIDEA Latreille, 1803

Família DIOGENIDAE Ortmann, 1892

Gênero *Dardanus* Paulson, 1875

Dardanus insignis (Saussure, 1858)

Descrição: Saussure, 1858: 453; Williams, 1984: 197.

Sinonímia: Hebling & Rieger, 1986: 73.

Faixa de tamanho (CEC): Machos = 4.1 – 18.7 mm; Fêmeas = 4.0 – 10.5 mm.

Profundidade de ocorrência no presente estudo: 15, 25, 35 e 45 m

Distribuição geográfica: Atlântico Ocidental: Leste dos Estados Unidos, Golfo do México, Antilhas, Brasil (do Rio de Janeiro ao Rio Grande do Sul), Uruguai e Argentina.

Gênero *Loxopagurus* Forest, 1964

Loxopagurus loxochelis (Moreira, 1901)

Descrição**:** Moreira 1901: 24; Forest 1964: 281; Hebling & Rieger 1986: 72.

Faixa de tamanho (CEC): Machos = 3.1 – 8.2 mm; Fêmeas = 3.0 – 5.8 mm.

Profundidade de ocorrência no presente estudo: 5, 10, 15, 25 e 35 m

Distribuição geográfica: Atlântico Ocidental: Brasil (da Bahia ao Rio Grande do Sul), Uruguai e Argentina.

Gênero *Petrochirus* Stimpson, 1858

Petrochirus diogenes (Linnaeus, 1758)

Descrição: Linnaeus 1758: 631; Williams 1984: 198.

Faixa de tamanho (CEC): Macho = 5.7 mm.

Profundidade de ocorrência no presente estudo: 45 m

Distribuição geográfica: Atlântico Ocidental: Carolina do Norte (Estados Unidos) ao Golfo do México, Brasil (da Bahia ao Rio Grande do Sul), Uruguai e Argentina.

Família PAGURIDAE Latreille, 1803

Gênero *Pagurus* Fabricius, 1775

Pagurus exilis (Benedict, 1892)

Descrição: Benedict 1892: 6; Barattini & Ureta 1960: 53; Forest & de Saint Laurent 1967: 135; Boschi 1979: 138.

Sinonímia: Benedict 1892: 6; Barattini & Ureta 1960: 53.

Faixa de tamanho (CEC): Machos = 1.7 – 6.5 mm; Fêmeas = 2.6 – 6.0 mm.

Profundidade de ocorrência no presente estudo: 5, 15, 25, 35 e 45 m

Distribuição geográfica: — Atlântico Ocidental: Brasil (do Rio de Janeiro ao Rio Grande do Sul), Uruguai e Argentina.

Superfamília GALATHEOIDEA Samouelle, 1819

Família PORCELLANIDAE Haworth, 1825

Gênero *Porcellana* Lamarck, 1801

Porcellana sayana (Leach, 1820) (Fig. 3e)

Descrição: Silva *et al.* 1989: 139; Williams, 1984: 182

Sinonímia: Haig, 1966: 354; Veloso, 1993: 245.

Faixa de tamanho (CC): Machos = 2.0 –7.0 mm.

Profundidade de ocorrência no presente estudo: 15, 25, 35 e 45 m.

Distribuição geográfica: — Atlântico Ocidental: Carolina do Norte e Sul, Geórgia, Flórida, Bahamas, Golfo do México, Antilhas, América Central, Colômbia, Venezuela, Guianas, Brasil (do Amapá ao Rio Grande do Sul), e Uruguai.

Tabela 1. Composição e abundância de espécies de Anomura em cada estação do ano do sublitoral não consolidado na região de Macaé, litoral Sudeste do Brasil (julho de 2008 a junho de 2009).

Familía/Espécies	Estações				Total
	Inv.	Pri.	Ver.	Out.	
DIOGENIDAE Ortmann, 1892					
Dardanus insignis (Saussure, 1858)	27	7	13	2	49
Loxopagurus loxochelis (Moreira, 1901)	12	32	4	33	81
Petrochirus diogenes (Linnaeus, 1758)	-	-	1	-	1
PAGURIDAE Latreille, 1803					
Pagurus exilis (Benedict, 1892)	134	58	172	96	460
PORCELLANIDAE Haworth, 1825					
Porcellana sayana (Leach, 1820)	5	-	9	5	19

Tabela 2. Composição e abundância de espécies de Anomura em cada transecto do sublitoral não consolidado na região de Macaé, litoral Sudeste do Brasil (julho de 2008 a junho de 2009).

Família / Espécies	Transectos						Total
	5m	10m	15m	25m	35m	45m	
DIOGENIDAE Ortmann, 1892							
Dardanus insignis (Saussure, 1858)	-	-	2	13	8	26	49
Loxopagurus loxochelis (Moreira, 1901)	14	28	13	9	17	-	81
Petrochirus diogenes (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	1	1
PAGURIDAE Latreille, 1803							
Pagurus exilis (Benedict, 1892)	3	-	6	148	187	116	460
PORCELLANIDAE Haworth, 1825							
Porcellana sayana (Leach, 1820)	-	-	-	5	4	10	19

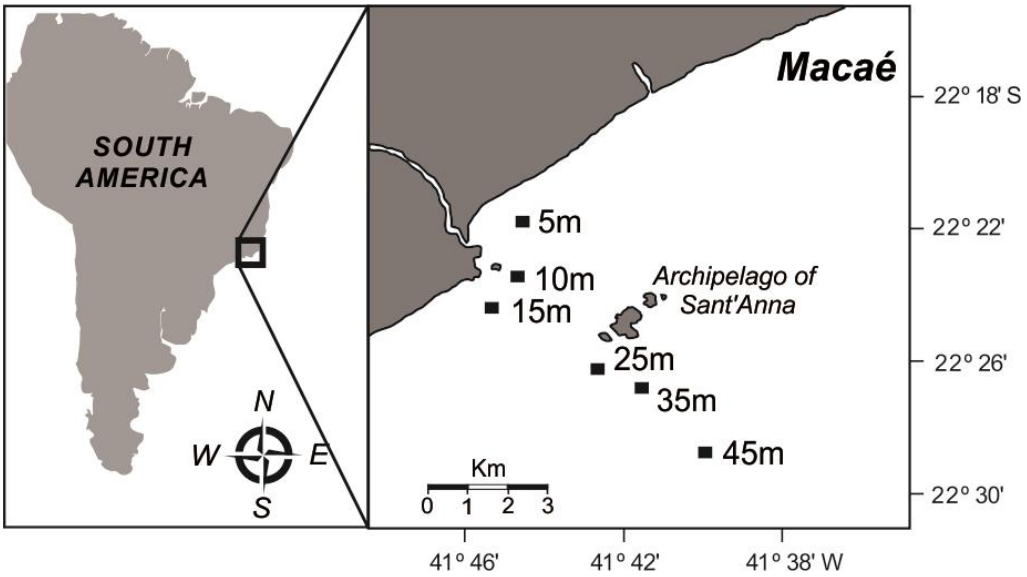


Figura 1. Região de Macaé, litoral norte do estado do Rio de Janeiro, indicando as profundidades amostradas.

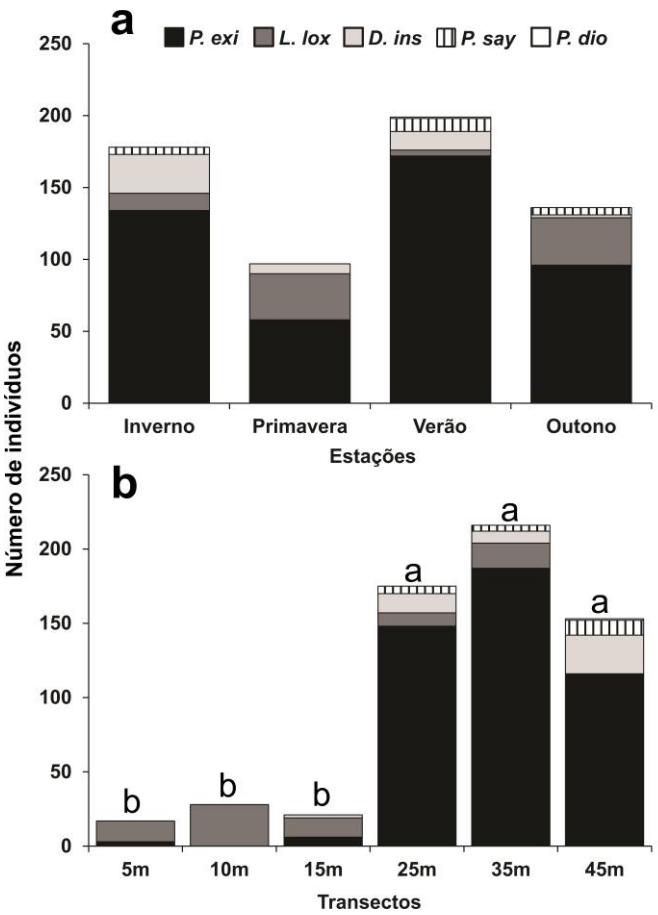


Figura 2. Número de indivíduos coletados por estação (a), e por transectos (b), do sublitoral não consolidado na região de Macaé, litoral Sudeste do Brasil (julho de 2008 a junho de 2009), e os resultados do teste de ANOVA, em que letras diferentes diferem significativamente (Tukey, $p < 0.05$). *P. exi* = *Pagurus exilis*; *L. lox* = *Loxopagurus loxochelis*; *D. ins* = *Dardanus insignis*; *P. say* = *Porcelana sayana*; *P. dio* = *Petrochirus diogenes.*

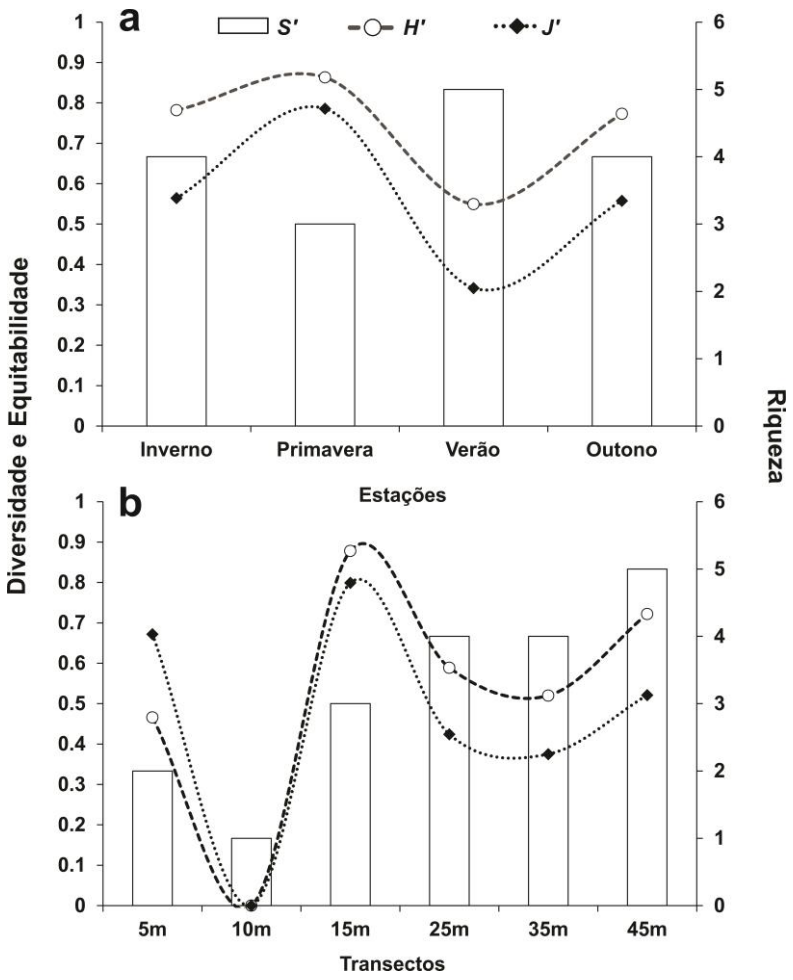


Figura 3. Oscilação da diversidade (*H'*), equitabilidade (*J'*) e riqueza (*S'*) por estação (a), e por transectos (b), durante o período de estudo no sublitoral não consolidado na região de Macaé, litoral Sudeste do Brasil (julho de 2008 a junho de 2009).

DISCUSSÃO

Este trabalho representa o primeiro levantamento de espécies de anomuros na região de Macaé, uma região particularmente distinta de outras partes do litoral brasileiro devido à influência do fenômeno da ressurgência (Odebrecht & Castello, 2001; Stech & Lorenzzetti, 1992; De Léo & Pires Vanin, 2006).

As superfamílias Paguroidea e Galathoidea têm registradas 16 espécies para o sublitoral não consolidado no estado do Rio de Janeiro (Melo 1999), distribuindo-se desde a região entre marés, às regiões mais profundas do talude continental. Entretanto, apenas cinco foram registradas neste estudo, sendo duas endêmicas do Atlântico Sul. A literatura sobre decápodes do litoral brasileiro é muitas vezes limitada a áreas restritas, não trazendo informações sobre as espécies que ocorrem ao longo de toda a costa brasileira. Tais informações são necessárias para entender a ocorrência e ecologia da comunidade bentônica (Hendrickx & Harvey 1999).

A maior riqueza e abundância de anomuros ocorreu nos transectos de maiores profundidades, que oferece boas condições para assentamento e sobrevivência dos ermitões. Isto porque nessas profundidades há um maior acumulo de matéria orgânica, em ralação aos transectos mais rasos (Sancinetti *et al.* 2014). O alto número de indivíduos coletados na região mais profunda, deve-se à alta abundância do ermitão endêmico do Atlântico Sul *Pagurus exilis*, espécie característica de águas frias (Meireles *et al*. 2006; Terossi *et al*. 2010), que encontra em Macaé um habitat ideal, devido às baixas temperaturas que predominam na região influenciada pelo fenômeno da ressurgência. Em regiões mais ao sul, onde não há características que descrevem o fenômeno da ressurgência, esta espécie é pouco capturada, ou nem mesmo registrada,

ocorrendo somente durante a predominância da massa de água fria, proveniente de águas sub-antárticas (Palacio, 1982; Spivak, 1997) como descrito nos estudos de Meireles *et al*. (2006) e Terossi *et al*. (2010).

Estas características ambientais na região de Macaé também possibilitam a presença de outra espécie endêmica do Atlântico Sul, *L. loxochelis*, que tem preferência por águas mais frias, apresentando ocorrência restrita até os 30 metros, e exibindo uma afinidade por sedimentos constituídos principalmente por areia, não sendo capturado no lodo (Bertini *et al.* 2004). Tal espécie foi capturada em maior abundância principalmente nos transectos de 5, 10 e 15 metros. De acordo com Mantelatto *et al.* (2004), *L. loxochelis* tem seu limite de distribuição norte até o estado de São Paulo, no entanto nossos resultados que demonstram a ocorrência desta espécie com considerável abundância, no litoral norte do estado do Rio de Janeiro, e que corrobora com a distribuição apontada por Melo (1999), onde a espécie foi registrada até o litoral do estado da Bahia.

Os ermitões *D. insignis* e *P. diogenes* apresentaram uma distribuição geográfica mais ampla em comparação às outras duas espécies endêmicas, com registros ao longo de todo litoral do Atlântico Ocidental (Willians, 1984); e possuem características de espécies tropicais, como a reprodução nos meses mais quentes do ano (Spivak, 1997; Bertini & Fransozo, 2002; Frameschi *et al*. 2015). O número pouco expressivo destes espécimes ao longo do período de estudo pode ser justificado pelas baixas temperaturas encontradas em Macaé, devido à influência do fenômeno da ressurgência, quando comparado com regiões onde estas espécies são registradas com maior abundância (Pires, 1992; De Léo & Pires-Vanin, 2006; Melo, 1999).

Já o porcelanídeo *P. sayana*, é uma das poucas espécies da família Porcellanidae encontradas no sublitoral não consolidado (Fransozo *et al.* 2011), tendo em vista que a grande maioria dos porcelanídeos registrados no litoral brasileiro estão restritos a ambientes rochosos (Alves *et al*. 2011; 2013). Esta espécie de porcelanídeo desenvolve associações simbióticas (De Bary, 1879) com várias espécies de ermitões (Gore & Abele, 1982), sendo que no Brasil, seus registros estão associados principalmente às espécies de ermitões que são características do substrato não-consolidado, como *D. insignis* e *P. diogenes* (Meireles & Mantelatto, 2008; Baeza *et al*. 2013). Todos os *P. sayana* capturados neste estudo estavam associados ao ermitão *D. insignis*, fato que justifica sua ampla distribuição geográfica e batimétrica, sendo capturado desde a região entre marés até os 100 m de profundidade (Willians, 1984; Melo, 1999).

As espécies *L. loxochelis*, *P. exilis*, *D. insignis* e *P.sayana* foram representadas por um número de indivíduos considerável. De acordo com Negreiros-Fransozo *et al*. (1997) e Fransozo *et al*. (1998), a frequente presença de espécies abundantes sugere que eles realizam todos ou a maioria do seu ciclo de vida na área de estudo, que no caso dos ermitões está diretamente relacionado à disponibilidade e ocupação de conchas de gastrópodos (Hazlett, 1981). De acordo com Floeter & Soares-Gomes (1999), que definiram os padrões de distribuição biogeográfica de Gastropoda ao longo de toda costa Atlântico Sul Ocidental, a província paulista (desde o sul do Espírito Santo e norte do Rio de Janeiro, até o limite sul do Rio Grande do Sul e Uruguai) é apontada como a mais rica em relação à abundância e número de espécies de gastrópodos, justificando a constante ocorrência e o número de ermitões na

região de Macaé, sendo que a maior variedade de espécies de conchas de gastrópodos determina diretamente a presença de ermitões (Hazlett, 1981).

A grande riqueza de espécies de gastrópodos também é apontada como principal razão da presença dos anomuros, no litoral norte do Estado de São Paulo por diversos estudos, como de Hebling *et al*. (1994) na ilha de Anchieta, de Negreiros-Fransozo *et al*. (1997) na Enseada de Fortaleza, de Fransozo *et al*. (1998) e (2011) na Enseada de Ubatuba, e por Frameschi *et al.* (2014) nas ilhas das Couves e do Mar Virado.

Listas regionais sobre a composição de espécies apresentam relevante importância para o conhecimento da biodiversidade marinha e províncias zoogeográficas em habitat específicos. A região de Macaé é apontada como uma localidade importante para a colonização, assentamento e sobrevivência de muitas espécies de crustáceos como camarões (Silva *et al*. 2014), caranguejos (Andrade *et al*. 2015) e também para as espécies de anomuros. O presente estudo oferece informações básicas para o monitoramento dos anomuros da região, de modo que contribui na definição de meios de manutenção e conservação da biodiversidade costeira do estado do Rio de Janeiro.

REFERÊNCIAS

Achituv, Y. & Pedrotti, M.L. 1999. Costs and gains of porcelain crab suspension feeding in different flow conditions. Marine Ecology Progress Series, 184: 161-169.

Alves, D.F., Barros-Alves, S.P., Lima, D.J., Cobo, V.J., & Negreiros-Fransozo, M.L. 2013. Brachyuran and anomuran crabs associated with Schizoporella unicornis (Ectoprocta, Cheilostomata) from southeastern Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 85(1), 245-256.

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 zone of Vitória Archipelago, southeast coast of Brazil. Check List, 8(5): 940-950.

Andrade, L.S., Frameschi, I.F., Castilho, A.L., Costa, R.C., & Fransozo, A. 2014. Can the pattern of juvenile recruitment and population structure of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Decapoda: Brachyura) be determined by geographical variations? Marine Ecology. doi: 10.1111/maec.12188.

Andrade, LS; Frameschi, IF; Costa, RC; Castilho, AL & 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.

Baeza, J.A., Furlan, M., Almeida, A. C., Barros-Alves, S.P., Alves, D.F. & Fransozo, V. 2013. Population dynamics and reproductive traits of the ornamental crab *Porcellana sayana*: implications for fishery management and aquaculture. Sexuality and Early Development in Aquatic Organisms, 1: 1-12.

Barattini, L.P. & Ureta, E.H. 1960. La fauna de las costas uruguayas del Este (Invertebrados). Museo Damaso Antonio Larrañaga. Publicaciones de Divulgacion Científica, Montevideo: 1-298, pls. 1-52.

Benedict, J.E. 1892. Preliminary descriptions of thirty-seven species of hermit crabs of the genus Eupagurus in the U. S. National Museum. Proceedings of the United States National Museum 15: 1-26.

Bertini, G. & Fransozo, A. 1999. Spatial and seasonal distribution of *Petrochirus diogenes* (Anomura, Diogenidae) in the Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil. Iheringia, 86: 145-150.

Bertini, G., Fransozo, A., & Melo, G.A.S. 2004. Biodiversity of brachyuran crabs (Crustacea:Decapoda) from non-consolidated sublittoral bottom on the northern coast of São Paulo State, Brazil. Biodiversity Conservation, 13: 2185-2207.

Boos, H., Buckup, G.B., Buckup, L., Araujo, P.B., Magalhães, C., Almerão, M.P., Santos, R.A. & Mantelatto, F.L. 2012. Checklist of the Crustacea from the state of Santa Catarina, Brazil. Check List, 8(6): 1020-1046.

Boschi, E.E. 1979. Geographic distribution of argentinian marine decapod crustaceans. Bulletin of the Biological Society of Washington 3: 134-143.

Boschi, E.E. 2000. Species of decapod crustaceans and their distribution in the marine zoogeographic provinces. Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero. 13: 7-136.

Braga, A.A., Fransozo, A., Bertini, G. & Fumis, P.B. 2005. Composition and abundance of the crabs (Decapoda, Brachyura) of Ubatuba and Caraguatatuba, northern coast of São Paulo, Brazil. Biota Neotropica, 5(2) [at http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/en/abstract?article+BN00205022005].

Bray, J.R. & Curtis, J.T. 1957. An ordination of the upland forest communities in southern Wisconsin. Ecological Monographs, 27: 325-349.

Castro-Filho, B.M. & Miranda, L.B.D. 1998. Physical oceanography of phytoplankton bloom in the upwelling ecossystem of Cabo Frio (Brazil). Ecological Modelling, 116: 135-148.

Coelho, P.A., Almeida, A.O., Bezerra, L.E.A. & Souza-Filho, J.F. 2007. An updated checklist of decapod crustaceans (infraorders Astacidea, Thalassinidea, Polychelida, Palinura, and Anomura) from the northern and northeastern Brazilian coast. Zootaxa, 1519:1-16.

De Bary, A. 1879. Die Erscheinung der Symbiose: Vortrag gehalten auf der Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte zu Cassel Strassburg. Verlag von Karl J. Trübner, Strasburg.

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.

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 nonupwelling ecosystem. Journal of Marine Systems, 60: 268-284.

Floeter, S.R., & Soares-Gomes, A. 1999. Biogeographic and species richness patterns of Gastropoda on the southwestern Atlantic. Revista Brasileira de Biologia, 59(4): 567-575.

Forest, J. & Saint-Laurent, M. 1967. Campagne de la Calypso au large des côtes Atlantiques de l'Amérique du Sud (1961-1962). I. 6. Crustacés Décapodes: Pagurides. Annalés de l'Institut Océanographique, Paris 45(2): 47-169.

Forest, J. 1964. Sur un nouveau genre de Diogenidae (Crustacea Paguridea) de l'Atlantique sud-amérian, *Loxopagurus* gen. nov., établi pour *Pagurus loxochelis* Moreira. Zoologische Mededeelingen 39: 279-296.

Franchito, S.H., Oda, T.O., Rao, V.B., & Kayano, M.T. 2008. Interaction between coastal upwelling and local winds at Cabo Frio, Brazil: an observational study. Journal of applied meteorology and climatology, 47(6), 1590-1598.

Fransozo, A., Mantelatto, F.L., 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 (4): 17-25.

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 Sao Paulo State, Brazil. Aquatic Ecology, 42: 437-448.

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 sublitoal bottom at southeastern coast of Brazil. Crustaceana, 1: 435-450.

Gonzales-Rodriguez, E., Valentin, J.L., Andre, D.L. & Jacob, S.A. 1992. Upwelling and pownwelling at Cabo Frio (Brazil): comparision of biomass and primary production responses. Journal of Plancton Research, 14(2): 289-306.

Gore, R.H. & Abele, L.G. 1976. Shallow water porcelain crabs from the Pacific coast of Panama and adjacent Caribbean waters (Crustacea: Anomura: Porcellanidae). Smithson Contrib Zool 237: 1−30.

Haig, J. 1966. Porcellanid crabs (Crustacea, Anomura). Resultats Scientifique des Campagnes de la "Calypso" 7(2): 351-358.

Hazlett, B.A. 1981. The behavioral ecology of hermit crabs. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 12(1): 1-22.

Hebling, N.J. & Rieger, P.J. 1986. Os ermitões (Crustacea, Decapoda: Paguridae e Diogenidae) do litoral do Rio Grande do Sul, Brasil. Atlântica 8: 63-77.

Hebling, N.J., Mantelatto, F.L.M., Negreiros-Fransozo, M.L., & Fransozo, A. 1994. Levantamento e distribuição de braquiúros e anomuros (Crustacea, Decapoda) dos sedimentos sublitorais da região da Ilha Anchieta, Ubatuba (SP). Boletim do Instituto de Pesca, 21: 1-9.

Hendrickx, M.E. & Harvey, A. W. 1999. Checklist of anomuran crabs (Crustacea: Decapoda) from the eastern tropical Pacific. Belgian Journal of Zoology, 129, 363-389.

Krebs, C.J. 1989. Ecological Methodology. Harper & Row, New York

Levene, H. 1960. Robust tests for equality of variances. Contributions to probability and statistics: Essays in honor of Harold Hotelling, 2: 278-292.

Linnaeus, C. 1758. Systema Naturae Per Regna Tria Naturae, Secundum Classes, Ordines, Genera, Species. Cum Characteribus, Differentiis, Synonymis, Locis, 10ed., 1: i-iii, 1-824.

Mantelatto, F.L. & Garcia, R.B. 2002. Hermit crab fauna from the infralitoral area of Anchieta Island (Ubatuba, Brazil). In: Briones, E.E. and Alvarez, F. (eds.) Modern Approaches to the Studies of Crustacean. New York, Kluwer. Pp. 137-144.

Mantelatto, F.L.; Martinelli, J.M. & Fransozo, A. 2004. Temporal-spatial distribution of the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Decapoda, Anomura, Diogenidae) from Ubatuba Bay, São Paulo State, Brazil. Revista de Biologia Tropical, 51 (4): 47-55.

McLaughlin, P.A., Komai, T., Lemaitre, R., & Rahayu, D. L. 2010. Annotated checklist of anomuran decapod crustaceans of the world (exclusive of the Kiwaoidea and families Chirostylidae and Galatheidae of the Galatheoidea) Part I–Lithodoidea, Lomisoidea and Paguroidea. The Raffles Bulletin of Zoology, 23, 131-137.

Meireles, A.L. & Mantelatto, F.L. 2008. Biological features of a puzzling symbiotic association between the hermit crab *Dardanus insignis* and the porcellanid crab *Porcellana sayana* (Crustacea). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 362(1): 38-42.

Meireles, A.L.; Terossi, M.; Biagi, R. & Mantelatto, F.L. 2006. Spatial and seasonal distribution of the hermit crab *Pagurus exilis* (Benedict, 1892) (Decapoda: Paguridae) in the southwestern coast of Brazil. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 41(1): 87-95.

Melo, G.A.S. 1999. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda do litoral Brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuridea e Astacidea. São Paulo, Editora Plêiade, I+551p.

Moreira, C. 1901. Contribuições para o conhecimento da fauna brasileira. Crustáceos do Brazil. Archivos do Museu Nacional 11: i-iv, 1-151.

Negreiros-Fransozo, M.L., Fransozo, A., Mantelatto, F.L.M., Pinheiro, M.A.A. & Santos, S. 1997. Anomuran species (Crustacea, Decapoda) in their ecological distribution at Fortaleza Bay sublittoral, Ubatuba, São Paulo, Brazil. Iheringia, 83: 187-194.

Negreiros-Fransozo, ML; Fransozo, A; Mantelatto, FLM; Pinheiro, MAA & Santos, S. 1997. Anomuran species (Crustacea, Decapoda) and their ecological distribution at Fortaleza Bay sublitoal, Ubatuba, São Paulo, Brazil. Iheringia, 83: 187-194.

Nucci, P.R. & Melo, G.A.S. 2003. A new species of Pagurus (Decapoda: Anomura: Paguridae) from Brazil. Journal of the Marine Biological Association of the UK, 83(2): 351-353.

Nucci, P.R. & Melo, G.A.S. 2007. Hermit crabs from Brazil. Family Paguridae (Crustacea: Decapoda: Paguroidea): Genus *Pagurus*. Zootaxa 1406: 47-59.

Odebretch, C. & Castello, J.P. 2001. The convergence ecosystem in the southwest Atlantic. In: Seeliger, U. and Kerjve, B. (eds). Coastal Marine Ecosystems of Latin America. Springer: 147-165.

Palacio, F.J. 1982. Revisión zoogeográfica marina del sur del Brasil. Boletim do Instituto Oceanográfico, 31(1):69-92.

Peterson, R.G. & Stramma, L. 1991. Upper-level circulation in the South Atlantic Ocean. Progress in Oceanography, 26(1): 1-73.

Pielou, E.C. 1975. Ecological diversity. John Wiley & Son–Interscience, New York.

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(1): 63-76.

Projeto RADAM, 1983. Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia, v. 32, 775 p.

Sancinetti, G.S., Azevedo, A., Castilho, A.L., Fransozo, A. & Costa, R.C. 2014. How marine upwelling influences the distribution of *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea)?. Latin American Journal of Aquatic Research, 42(2).

Saussure, H. de 1858. Mémoire sur divers Crustaces noveaux des Antilles et du Mexique. Mémoires de la Société d`Histoire Naurelle Genève 14: 417-496.

Scheltema, R.S. 1986. On dispersal and planktonic larvae of benthic invertebrates: an eclectic over view and summary of problems. Bulletin of Marine Science, 39(2): 290-322.

Schembri, P.J. 1982. Feeding behaviour of fifteen species of hermit crabs (Crustacea: Decapoda: Anomura) from the Otago region, southeastern New Zealand. Journal of Natural History, 16(6): 859-878.

Shapiro, S.S & Wilk, M.B. 1965. An analysis of variance for normality (complete samples). Biometrika, 52: 591−611.

Silva, B.M.G., Braga A.C. & D'Incao, F. 1989. Porcellanidae (Decapoda, Anomura) de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia, 69: 131-146.

Silva, E.R.D., Sancinetti, G.S., Fransozo, A., Azevedo, A., & Costa, R.C.D. 2014. Biodiversity, distribution and abundance of shrimps Penaeoidea and Caridea communities in a region the vicinity of upwelling in Southeastern of Brazil. Nauplius, 22(1): 1-11.

Silveira, I.C.A., Schmidt, A.C.K., Campos, E.J.D., Godoi, S.S., & Ikeda, Y. 2000. A corrente do Brasil ao largo da costa leste brasileira. Revista Brasileira de Oceanografia, 48(2): 171-183.

Spivak, E.D. 1997. Los crustáceos decápodos del Atlántico sudoccidental (25º-55ºS): distribución y ciclos de vida. Investigaciones Marinas, 25: 69-91.

Stech, J.L. & Lorenzzetti, J. A. 1992. The response of the South Brazil Bight to the passage of wintertime cold fronts. Journal of Geophysical Research: Oceans (1978–2012), 97: 9507-9520.

Stramma, L. & England, M. 1999. On the water masses and mean circulation of the South Atlantic Ocean. Journal of Geophysical Research: Oceans (1978–2012), 104(C9), 20863-20883.

Terossi, M.; Torati, L.S.; Miranda, I.; Scelzo, M.A., & Mantelatto, F.L. 2010. Comparative reproductive biology of two southwestern Atlantic populations of the hermit crab Pagurus *exilis* (Crustacea: Anomura: Paguridae). Marine Ecology, 31: 584-591.

Valentin, J.L. 1984 Analyses des parameters hydrobiologiques dans la remontée de Cabo Frio (Brésil). Marine Biology, 82: 259-276.

Veloso, V.G. & Melo, G.A.S. 1993. Taxonomia e distribuição da família Porcellanidae (Crustacea, Decapoda, Anomura) no litoral brasileiro. Iheringia, 75: 171-186.

Williams, A.B. 1984. Shrimps, Lobsters, and Crabs of the Atlantic Coast of the Eastern United States, Maine to Florida. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C, 550pp.

Young, P.S. 1998. Catalogue of crustacea of Brazil. P. S. Young (Ed.). Rio de Janeiro: Museu Nacional. 717p.

Zar, JH. 1996. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, New Jersey. 662.

CAPITULO II

Estrutura da assembleia de ermitões Paguroidea em uma região influenciada pela ressurgência no sudeste do brasileiro

RESUMO

Os fatores ambientais podem limitar a permanência de ermitões no ambiente, sendo que alguns índices ecológicos podem revelar as condições da assembleia. Este estudo avalia a assembleia de ermitões na região de Macaé, influenciada pela ressurgência de Cabo Frio. Os ermitões foram coletados mensalmente, no período de julho de 2008 a junho de 2009. Os fatores ambientais também foram registrados mensalmente. Índices ecológicos como riqueza, diversidade, equitabilidade e dominância foram calculados. Foram capturados 591 ermitões, pertencentes a quatro espécies: *Pagurus exilis* (Benedict, 1892), *Loxopagurus loxochelis* (Moreira, 1901), *Dardanus insignis* (Saussure, 1858) e *Petrochirus diogenes* (Linnaeus, 1758). A maior riqueza foi registrada na profundidade de 45 m. Todos os fatores ambientais mensurados foram reduzidos em dois eixos principais, explicando 71.4% da variabilidade total, e foi evidenciado pela ordenação a distinção ambiental espacial entre as profundidades amostradas, em duas áreas, “interna” e “externa. Os índices ecológicos foram diretamente influenciados pela grande dominância da espécie *P. exilis*. Segundo a análise de redundância, há uma forte relação entre as espécies de ermitões e temperatura de fundo, teor de matéria orgânica e as frações mais finas do sedimento. O baixo número de espécies encontradas na região de Macaé, quando comparado com outras regiões do Brasil, deve-se principalmente as características ambientais, que são influenciadas pela ressurgência de Cabo Frio.

INTRODUÇÃO

As características tropicais e subtropicais dominam todo o litoral brasileiro, embora fenômenos regionais definam as condições físicas e biológicas, deixando impressões distintas sobre a biodiversidade (Amaral & Jablonski, 2005). Tal biodiversidade desempenha um papel fundamental na função dos ecossistemas marinhos, mesmo quando são críticos para a sobrevivência humana e bem-estar (Palumbi *et al*. 2001). Dentro desses ecossistemas, a coexistência entre as comunidades depende de um zoneamento faunístico, que é encontrado principalmente nos habitats marinhos de substrato não-consolidado, e sempre está relacionado com alterações nos fatores ambientais, que alteram suas características tanto no tempo quanto no espaço (Schaff *et al*. 1992).

Os efeitos dos distúrbios ambientais na biodiversidade marinha chama atenção para a necessidade de examinar os potenciais impactos sobre a distribuição das espécies (Parmesan *et al*., 2005), especialmente quando as mudanças são causados pela pesca predatória, liberação de produtos químicos tóxicos, destruição de habitat físico, eutrofização, e transporte de espécies exóticas (Norse, 1993). A pesca predatória de camarões na região sudeste e sul do Brasil é apontada como o principal agente perturbador do ambiente bentônico (Keunecke *et al*.2007), devido à grande quantidade de organismos capturados como fauna acompanhante (Voultsiadou *et al*. 2011).

Os representantes da superfamília Paguroidea são distinguidos dos demais Anomura pela necessidade de se proteger ocupando uma concha de gastrópodo vazia (Hazlett, 1981; Lancaster, 1988). Cerca de 1100 espécies de ermitões são encontradas no mundo todo, distribuídos em 120 gêneros

(McLaughlin *et al*. 2010). No litoral brasileiro há registro de aproximadamente 50 espécies descritas (Nucci & Melo, 2007; 2015), com uma ampla distribuição ecológica, explorando regiões do sublitoral consolidado e não consolidado, desde região do entre-marés até grandes profundidades (Melo, 1999; Fransozo *et al*. 2008; Frameschi *et al*. 2014a).

A costa da região sul/sudeste do Brasil é uma área de transição hidrológica e faunística, com uma combinação de características físicas, biológicas e de espécies oriundas das regiões tropicais, subtropicais e subantárticas (Sumida & Pires-Vanin, 1997; Boschi, 2000). Diversos estudos relativos à composição e à distribuição de crustáceos foram conduzidos no sudeste do Brasil (De Léo & Pires-Vanin, 2006; Bertini *et al*. 2010; Fransozo *et al*. 2008, 2012; Frameschi *et al*. 2014a), especialmente sobre litoral de São Paulo. No entanto, esses estudos são escassos na costa do Rio de Janeiro, uma região com características peculiares devido à dinâmica das massas de água e evento de ressurgência que proporcionam um aumento da concentração de nutrientes na água e, portanto, aumenta a produtividade primária (De Léo & Pires-Vanin, 2006).

Recentemente alguns estudos foram realizados, focando diretamente a assembleia de crustáceos decápodos bentônicos como dos caranguejos Portunoidea, realizado por Andrade *et al*. (2015), e também para os camarões Penaeoidea e Caridea realizado por (Silva *et al*. 2014). No entanto, até o momento ainda não há registro de estudos sobre os ermitões habitantes da região. Este tipo de estudo fornece uma base para a compreensão da processos que afetam o equilíbrio destas comunidades, bem como dos ecossistemas (Bertini *et al*. 2004b), e, realizado na região de Macaé, pode revelar o real

impacto da ressurgência na distribuição das espécies no ambiente raso costeiro (Sancinetti *et al*. 2014; Andrade *et al*. 2014).

Considerando as particularidades ocasionadas pelo fenômeno da ressurgência de Cabo Frio, como a elevada concentração de nutrientes da água e a diminuição na temperatura de fundo em certos períodos do ano, este estudo objetivou estruturar a assembleia de ermitões em relação à distribuição espacial e temporal, bem como os índices ecológicos e a influência de fatores ambientais sobre as populações de Paguroidea.

MATERIAL & MÉTODOS

Área de estudo

A cidade de Macaé, localizada no litoral norte do estado do Rio de Janeiro, é conhecida como “capital nacional do Petroléo”, e devido à sua proximidade com a Bacia de Campos, concentra as principais atividades de exploração e produção, sendo que nesta está localizada a base da Petrobrás (praia de Imbetiba). A Bacia de Campos é a maior província petrolífera do Brasil, responsável por mais de 80% da produção nacional de petróleo, além de possuir as maiores reservas provadas já identificadas e classificadas no Brasil. Essas características, além de impactar diretamente a vida marinha, causam um drástico aumento na população em um curto período, acarretando sérias consequências para o ambiente costeiro. A formação de favelas na região litorânea também pode gerar uma constante poluição decorrente do enriquecimento orgânico oriundo do despejo de resíduos humanos sem tratamento.

No município de Macaé também está situada a área de proteção ambiental (APA) do Arquipélago de Santana, composta pelas Ilhas de Santana,

Ilha do Francês, Ponta das Cavalas, Ilhote Sul e demais rochedos e lajes. A origem da região remonta ao Cretáceo, sendo formada por rochas gnaisses, granitoides e podendo estar cobertas por depósitos de diversas fases de sedimentação do Pleistoceno (Projeto RADAM, 1983).

O vento de Nordeste (NE) é dominante durante o verão, e em decorrência da orientação particular do litoral fluminense, o mesmo afasta a Água Costeira em direção a alto mar, favorecendo a aproximação e afloramento da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), uma massa de água fria e rica em nutrientes, que se origina do giro subtropical fluindo para o sul da costa brasileira e alcançando a península conhecida como Cabo de São Tomé (22º S). Tal fenômeno é denominado ressurgência costeira e ocorre durante o verão e primavera **(**Stramma & England, 1999; Silveira *et al.* 2000). Durante o inverno, os ventos de Sudoeste dominam e as águas costeiras assumem sua posição usual sobre a plataforma continental (Gonzalez-Rodrigues *et al.* 1992).

Amostragem biológica

As coletas foram realizadas mensalmente no período de julho/2008 a junho/2009, em profundidades de 5, 10 e 15 metros de profundidade (denominado neste trabalho como região “inside”), e 25, 35 e 45 metros de profundidade (região “outside”) (Figura 1). Tais transectos estão localizados paralelamente à linha da costa de Macaé, entre a Praia da Barra (41º 37’ W e 22º 17’ S) e a Praia Campista (41º 40’ W e 22º 27’ S). As amostragens foram efetuadas com uma embarcação de pesca camaroeira, equipada com rede de arrasto de fundo do tipo “otter-trawl”, com abertura de 4.5 m, 20 mm entre-nós na panagem e 15 mm no ensacador. Os arrastos foram realizados por um

período de 15 min/transecto com o barco em velocidade constante de 2.1 milhas/náuticas por cerca de 1 km de extensão.

Depois de cada arrasto, todo o material coletado foi triado, congelado, e transportado para o laboratório, onde foram mantidos até a análise. Os ermitões foram identificados de acordo com Melo (1999). Todos os indivíduos foram contados, removidos manualmente de suas conchas e mensurados quanto ao comprimento do escudo cefalotorácico (CEC) com um paquímetro (0.10 mm).

Amostragem dos fatores ambientais

No início de cada transecto foram coletadas amostras de água de superfície e de fundo utilizando-se uma garrafa de Van Dorn. A temperatura (ºC) foi medida com um termômetro simples de mercúrio e a salinidade por meio de um refratômetro óptico. A profundidade foi determinada por meio de uma corda graduada em metros, presa à garrafa de Van Dorn.

Também foram coletadas amostras de sedimento utilizando um pegador do tipo Van Veen (0,05m^2), em cada ponto de coleta e em todas as estações do ano. Cada amostra foi devidamente etiquetada e congelada até o momento das análises. No laboratório calculou-se para cada transecto amostrado o teor de matéria orgânica e a textura do sedimento. Para determinar o teor de matéria orgânica, cada amostra obtida de sedimento inicialmente foi descongelada e submetida posteriormente na estufa por 72 horas para secagem. Após este período retirou-se 10g de cada amostra para a análise do teor de matéria orgânica. Cada amostra foi acondicionada em cadinho de porcelana e incinerada a uma temperatura de 500 ºC em uma mufla por 3 horas. A quantidade de matéria orgânica presente em cada amostra correspondeu à diferença entre os

pesos inicial e final. Os valores de matéria orgânica foram expressos em porcentagem (Mantelatto & Fransozo, 1999).

Para avaliação da textura do sedimento, cada amostra foi descongelada e submetida a uma estufa à 70ºC por 72 horas. Após este período, retirou-se três sub amostras de 100g nas quais se adicionou 250ml de uma solução de NaOH 0,2N por cerca de uma hora a fim de que o silte e a argila se separassem do restante dos grãos. Posteriormente, o sedimento foi lavado em uma peneira de malha 0,063mm, eliminando os dois componentes. Depois de retirar essa porção de sedimento, cada amostra foi levada novamente à estufa onde permaneceu por mais 24 horas à 60ºC para a evaporação total da água existente. Posteriormente, as amostras foram submetidas à técnica do peneiramento diferencial que consiste na passagem do sedimento por uma sequência de seis peneiras. Os diâmetros das malhas das peneiras seguem a escala proposta por Wentworth (1922), onde o sedimento retido foi classificado como: fragmentos biodetríticos (>2mm); areia muito grossa (1[--2mm); areia grossa (0.5[--1mm); areia média (0.25[--0.5mm); areia fina (0.125[--0,25 mm); areia muito fina (0.0625[--0,125mm), e menores partículas classificadas como silte+argila (<0,0625mm).

As porções retidas em cada peneira foram pesadas em balança analítica (0,0001g) determinando assim a porcentagem de cada fração granulométrica. A porcentagem total de silte e argila de cada sub-amostra foi a diferença entre o peso inicial (100 g) e o somatório das demais frações calculadas no peneiramento em cada amostra. Em seguida, para cada fração granulométrica calculou-se uma média referentes às 3 sub-amostras. Em seguida, a partir das porcentagens médias de cada ponto, calculou--se a medida de tendência central

do sedimento (phi), a qual determina a fração granulométrica mais frequente no sedimento (Suguio, 1973). Tais valores foram calculados com base nos dados extraídos graficamente de curvas acumulativas de distribuição de frequência das amostras do sedimento e, em seguida, aplicada à fórmula M= Φ16 + Φ 50 + Φ 84/3. As classes de tamanho do grão (Phi) são convertidas a partir das escalas de Wentworth (1922) aplicando-se -log2, obtendo deste modo as seguintes classes: areia muito grossa (-1 [-- 0); areia grossa (0 [-- 1); areia média (1 [-- 2); areia fina (2 [-- 3); areia muito fina (3 [-- 4) e silte + argila (> 4) (Tucker, 1988).

Analises estatísticas

Inicialmente a análise dos dados, os pressupostos de homocedasticidade (Levene, 1960) e normalidade (Shapiro & Wilk, 1965) foram testados. A riqueza (*S'*) foi representada pelo número de espécies presentes na amostra (Krebs, 1989). A diversidade (*H'*) dos ermitões foi estimada através do índice de Shannon-Wiener (Pielou, 1966), expresso pela fórmula: H'. = ΣSi = 1 (Pi) (ln.Pi), tendo em conta a riqueza e abundância relativa das espécies, onde Pi é o resultado do número de indivíduos de espécies "i" na amostra, dividido pelo número total de indivíduos. Equitabilidade (J') foi estimada pela equação: J' = H' / log2s indicados por Pielou (1975). A Dominância foi determinada pelo índice de Berger-Parker (Magurran, 1988).

A abundância total de cada espécie, para os meses do ano e transectos, foi organizada em uma tabela de contingência de dois fatores, a fim de realizar uma análise de correspondência (CA). As associações observadas de ambas as variáveis (espécies de ermitões *vs.* distribuição temporal e espacial) foram resumidas pela frequência de cada célula da tabela e, em seguida, colocado em um espaço dimensional geométrico. A significância estatística dos valores e

proporção foi avaliada usando o teste do qui-quadrado (χ^2), com p-valor (com base em 2000 permutações). A CA foi realizada através da rotina "CA" do pacote "CA" (Nenadic & Greenacre, 2007; Greenacre, 2010). O teste de permutação baseada na análise de variância multivariada (PerMANOVA; Anderson, 2001) testou as diferenças na abundância entre os meses do ano (análise temporal) e entre os transectos (análise espacial), utilizando 2000 permutações dos dados. A análise de variância (ANOVA) foi utilizada para comparar o tamanho médio (CEC) entre as espécies de ermitões, seguido por um teste a posteriori de Tukey (Zar, 1996).

Uma Análise de Componentes Principais (PCA) foi utilizada para extrair os padrões subjacentes das variáveis ambientais para cada transecto, utilizando uma matriz de correlação com base nos valores médios dos dados. Para determinar quais os componentes principais seriam utilizados, foi usada a hipótese de aleatoriedade obtida a partir do modelo de Broken Stick (Peres-Neto *et al*. 2005). As variáveis ambientais com componente de carga ≥ 0.5 foram retidas na descrição dos componentes principais (McCune & Grace, 2002; Maliao *et al*. 2008). A Análise de Redundância (RDA) foi utilizada para detectar possíveis relações entre as variações na abundância dos grupos demográficos e as variáveis ambientais mensuradas. A RDA produz escores finais de coordenação que resumem a relação linear entre as variáveis explicativas e de resposta (Jongman *et al*. 1995). O teste de permutação (teste de Monte Carlo, 2000 permutações), forneceu os valores de p, verificando a validade dos eixos na PCA, e para verificar a relação linear entre a resposta e matrizes explicativas, e associação entre os escores da primeira e segunda matriz na análise de ordenação RDA (McArdle & Anderson, 2001). Os valores de p dos testes de

permutação indicam o nível de confiança nas previsões (Peck, 2010). Para realização da PerMANOVA, PCA e RDA foi utilizado o pacote “vegan” (Oksanen *et al*. 2013). Todas as análises multivariadas foram feitas utilizando o software estatístico R (R Development Core Team, 2013).

RESULTADOS

Variáveis ambientais

Todos os fatores ambientais mensurados foram reduzidos em dois eixos principais (PC´s), explicando 71.4% da variabilidade total dos dados, sendo que a ordenação evidenciou a distinção ambiental espacial entre as duas áreas amostradas na região: “interna” e “externa” (Fig. 2). O teste de permutação de Monte Carlo indicou que a variação capturada pelas regressões e eixos da PCA foi significativa (Tab. 1). O PC 1 capturou principalmente a variação espacial tendo correlacionando-se positivamente com a temperatura de fundo e as frações mais grosseiras do sedimento (AF, AM, AG, AMG e BDF), enquanto as frações mais finas (AMF e S+A), matéria orgânica e o tamanho médio do grão (Phi) correlacionaram-se negativamente com o mesmo eixo (Tab. 1). Em relação ao segundo eixo (PC 2), este relacionou-se positivamente somente com a temperatura de superfície, e negativamente com a salinidade de fundo e de superfície (Tab. 1). Analisando-se a ordenação gerada pela PCA (Fig. 2) é possível notar a formação de dois grupos, considerando um gradiente de profundidade. Em tal gradiente, os transectos mais profundos (área externa), apresentaram uma homogeneidade ambiental considerável em relação à área interna, apresentando valores estáveis de S+A, AMF, MO e Phi ao longo do

tempo e entre as profundidades (Fig. 3). Já área interna apresenta grandes oscilações temporais e espaciais, principalmente na temperatura de fundo e nas frações do sedimento mais grosseiras (areia fina, média, grossa, muito grossa e fragmentos biodetríticos) (Fig. 2), sendo as principais oscilações temporais registradas durante as estações do verão e outono (Fig. 2; Fig. 4). A distinção evidenciada na PCA, foi também capturada pela PerMANOVA, tendo em vista que todos os fatores ambientais diferiram entra as áreas (Tab. 2). Temperatura e salinidade de superfície diferiram em relação às estações do ano, enquanto Phi, MO, SF e as frações do sedimento diferiram em relação às profundidades. O único fator ambiental que foi diferente entre o tempo e a batimetria foi a temperatura de fundo (Tab. 2; Fig. 4).

Relação entre a assembleia e variáveis ambientais

O teste de permutação da RDA revelou que os autovalores observados para a análise foram significativos, o que nos permite rejeitar a hipótese nula da existência de nenhuma estrutura entre as matrizes, indicando que os padrões de associação foram identificados (Tab. 3). Os dois primeiros eixos de RDA representaram 52.6 % da variação das espécies da assembleia (Fig. 5). As correlações entre as variáveis ambientais e os eixos da ordenação mostram que a TF, MO e as frações do sedimento apresentaram maior relação com a distribuição das espécies e com o RDA 1. Em contrapartida, SS foi o único fator a se relacionar com o RDA 2 (Tab. 3). Na ordenação é possível observar preferencias distintas entre as espécies de ermitões que compõe a assembleia, mesmo com todas relacionando-se com o RDA 1 (Fig. 5), a espécie *L. loxochelis* demonstra uma relação direta com AF, e outra inversa ao S+A e AMF, enquanto

D. insignis apresenta uma maior relação com MO e AMG. Já a ocorrência do ermitão *P. exilis* respondeu principalmente as variações da TF (Fig. 5).

Abundância: a variação espaço-temporal

Após 72 arrastos, foram capturados 591 ermitões, pertencentes a quatro espécies: *P. exilis* (Benedict, 1892), *L. loxochelis* (Moreira, 1901), *D. insignis* (Saussure, 1858) e *Petrochirus diogenes* (Linnaeus, 1758) (Tab. 4). A espécie mais abundante foi *P. exilis* (PerMANOVA; df = 3; MS = 4355.4; F = 17.038; P = 0.001) seguido sem significância por *L. loxochelis* e *D. insignis*. Em relação a abundancia temporal não houve diferença entre os meses (df = 11; MS = 586.53; F = 0.56029: P = 0.677), porém em relação a distribuição batimétrica a abundancia diferiu entre as profundidades amostradas (df = 5; MS = 626.56; F = 3.8913; P = 0.004) (Tab. 4), corroborando com a diferença encontrada entre as áreas (df = 1; MS = 2926.1; F = 18.907; P = 0.001). Os índices ecológicos oscilaram de acordo com a espécie que foi mais dominante *P. exilis*, devido à sua abundância consideravelmente maior (Tab. 4).

A análise de correspondência (CA) para a assembleia evidenciou a maior abundancia da espécie *P. exilis* em relação às demais. Todavia demonstrou também uma segregação espacial, onde *P. exilis* e *D. insignis*, ocorreram principalmente nos transectos de 25, 35, 45 m, que correspondem a área externa, enquanto *L. loxochelis* habitou principalmente os transectos mais rasos 5, 10, 15 m, ou seja, a parte interna da enseada (Fig. 6a). Em relação à análise temporal a CA mostrou uma maior ocorrência de *P. exilis*, principalmente nos meses do outono e verão, enquanto *D. insignis* foi mais capturado durante o inverno e *L. loxochelis* teve sua maior ocorrência ao longo da primavera (Fig. 6b).

Tamanho

Em relação ao tamanho das espécies (Fig. 7), o maior indivíduo capturado foi representado pela espécie *D. insignis* (CEC = 18.9 mm), enquanto o menor foi da espécie *P. exilis* (CEC = 1.6 mm). Em relação ao tamanho médio das espécies, *D. insignis* foi maior, seguida por *L. loxochelis* e consequentemente a espécie *P. exilis* (Fig. 7).

Tabela 1. Resumo do resultado da Análise de Componentes Principais (PCA). Números em negrito indicam maior correlação.

	Componentes	
	PC 1	**PC 2**
Resumo da Análise		
Porcentagem de variação explicada	57.49	13.91
Teste de Monte Carlo (p-value)	0.001	0.005
Variáveis ambientais		
Temperatura de fundo (BT)	**0.689**	-0.073
Temperatura de superfície (ST)	0.482	**0.664**
Salinidade de superfície (SS)	-0.511	**-0.725**
Salinidade de fundo (BS)	-0.374	**-0.817**
% de matéria orgânica (OM)	**-0.855**	0.244
Phi	**-0.878**	0.151
Fragmentos biodetríticos (BDF)	**0.361**	-0.091
Areia muito grossa (VCS)	**0.856**	-0.117
Areia grossa (CS)	**0.948**	-0.107
Areia média (MS)	**0.933**	-0.139
Areia fina (FS)	**0.892**	-0.077
Areia muito fina (VFS)	**-0.812**	0.034
Silte e argila (S+C)	**-0.884**	0.1633

Tabela 2. Resultados da análise MANOVA baseada no teste de permutação não paramétrico (PerMANOVA) das variáveis ambientais por ano, estações, área e transectos. Os números em negrito indicam que diferiram estatisticamente ($p < 0.05$). (d.f. = grau de liberdade; SS = soma dos quadrados; MS = média dos quadrados ; F = pseudo-F)

Variação analisada	d.f.	SS	MS	F	p	d.f.	SS	MS	F	p
	Temperatura de superfície					Temperatura de fundo				
Estação	3	5.23E-02	1.74E-02	20.084	**0.001**	3	1.71E-02	5.70E-03	3.4211	**0.026**
Transectos	5	1.08E-02	2.15E-03	1.4104	0.21	5	8.9905	1.7981	33.431	**0.001**
Area	1	8.58E-03	8.58E-03	5.8364	**0.015**	1	7.2221	7.2221	95.059	**0.001**
	Salinidade de superfície					Salinidade de fundo				
Estação	3	4.93E-02	1.64E-02	4.0215	**0.01**	3	8.23E-03	2.74E-03	1.972	0.123
Transectos	5	4.44E-02	8.87E-03	2.0725	0.068	5	71.773	14.355	3.4722	**0.006**
Area	1	3.91E-02	3.91E-02	9.523	**0.004**	1	6.66E-03	6.66E-03	4.8493	**0.022**
	Tamanho médio do grão (Phi)					Matéria orgânica				
Estação	3	0.22167	7.39E-02	0.7507	0.565	3	0.9422	0.31407	1.9584	0.093
Transectos	5	4.3131	0.86261	21.882	**0.001**	5	7.4023	1.4805	21.982	**0.001**
Area	1	3.7467	3.7467	82.784	**0.001**	1	6.7802	6.7802	93.665	**0.001**
	Frações do sediment									
Estação	3	0.29306	9.77E-02	0.54238	0.736					
Transectos	5	8.9905	1.7981	33.431	**0.001**					
Area	1	7.2221	7.2221	95.059	**0.001**					

Tabela 3. Resumo do resultado da Análise de Redundância (RDA) para cada espécie de ermitão. Valores dos eixos são as correlações entre as variáveis e o eixo de ordenação. Valores em negrito indicam alta correlação.

	Eixos		**p** (Permutação de Monte-Carlo)
	RDA1	RDA2	
Resumo dos resultados estatísticos dos eixos de ordenação			
Autovalor (inércia total = 0.524)	0.219	0.266	0.008
Variação explicada acumulativa (%)	41.8	52.6	
Correlação entre espécies selecionadas	0.74	0.51	0.008
D. insignis	**0.548**	0.016	
L. loxochelis	**-0.719**	**-0.657**	
P. exilis	**1.081**	-0.458	
Temperatura de fundo (BT)	**-0.775**	0.244	
Salinidade de fundo (BS)	-0.077	**-0.274**	
% de matéria orgânica (OM)	**0.832**	0.137	
Fragmentos biodetríticos (BDF)	**-0.166**	0.091	
Areia muito grossa (VCS)	**-0.835**	0.118	
Areia grossa (CS)	**-0.917**	-0.061	
Areia média (MS)	**-0.913**	-0.253	
Areia fina (FS)	**-0.844**	-0.322	
Areia muito fina (VFS)	**0.591**	**0.467**	
SSilte e argila (S+C)	**0.697**	0.301	

Tabela 4 – Valores mensais e batimétricos dos índices ecológicos e da abundância da assembleia de ermitões coletados durante o período de estudo (Julho/2008 a Julho/2009) na região de Macaé.

		Indices ecológicos				**Abundância de ermitões**				
Meses		Riqueza	Diversdade	Equitabilidade	Dominância	*D. insignis*	*L. loxochelis*	*P. diogenes*	*P. exilis*	Total
2008	Julho	2	0.46	0.79	0.83	8			38	46
	Agosto	2	0.30	0.68	0.91	4			40	44
	Setembro	3	0.85	0.78	0.67	15	12		56	83
	Outubro	3	0.85	0.78	0.54	2	22		17	41
	Novembro	2	0.20	0.61	0.95		1		19	20
	Dezembro	3	0.92	0.84	0.61	5	9		22	36
2009	Janeiro	3	0.35	0.47	0.91	7	3		103	113
	Fevereiro	2	0.39	0.74	0.87	3			20	23
	Março	4	0.40	0.37	0.91	3	1	1	49	54
	Abril	3	0.69	0.67	0.66	1	29		58	88
	Maio	3	0.44	0.52	0.88	1	1		15	17
	Junho	2	0.36	0.72	0.88		3		23	26
	Total	4	0.68	0.50	0.78	49	81	1	460	591
Transectos										
Interna	5m	2	0.466	0.7968	0.8235	-	14	-	3	17
	10m	1	0	1	1	-	28	-	-	28
	15m	3	0.8788	0.8026	0.619	2	13	-	6	21
Externa	25m	3	0.4728	0.5348	0.8706	13	9	-	148	170
	35m	3	0.4367	0.5159	0.8821	8	17	-	187	212
	45m	3	0.5144	0.5575	0.8112	26	-	1	116	143
	Total	4	1.04	0.56	0.71	49	81	1	460	591

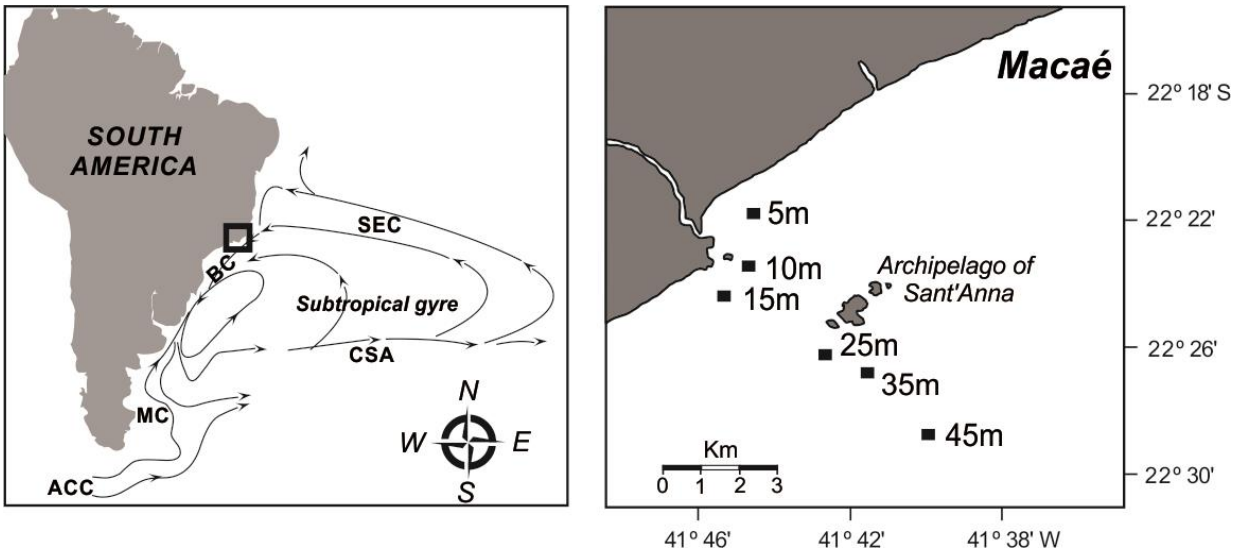


Figura 1. Área de estudo evidenciando a região de ressurgência e área de amostragem. Localização das estações (5 - 45 m de profundidade) e as principais correntes oceânicas do Atlântico Sul. ACC: Corrente Circumpolar Antártica, MC: Corrente das Malvinas, CSA: Corrente Atlântico Sul, SEC: Corrente Sul Equatorial, BC: Corrente brasileira (Modificado de Peterson & Stramma, 1991).

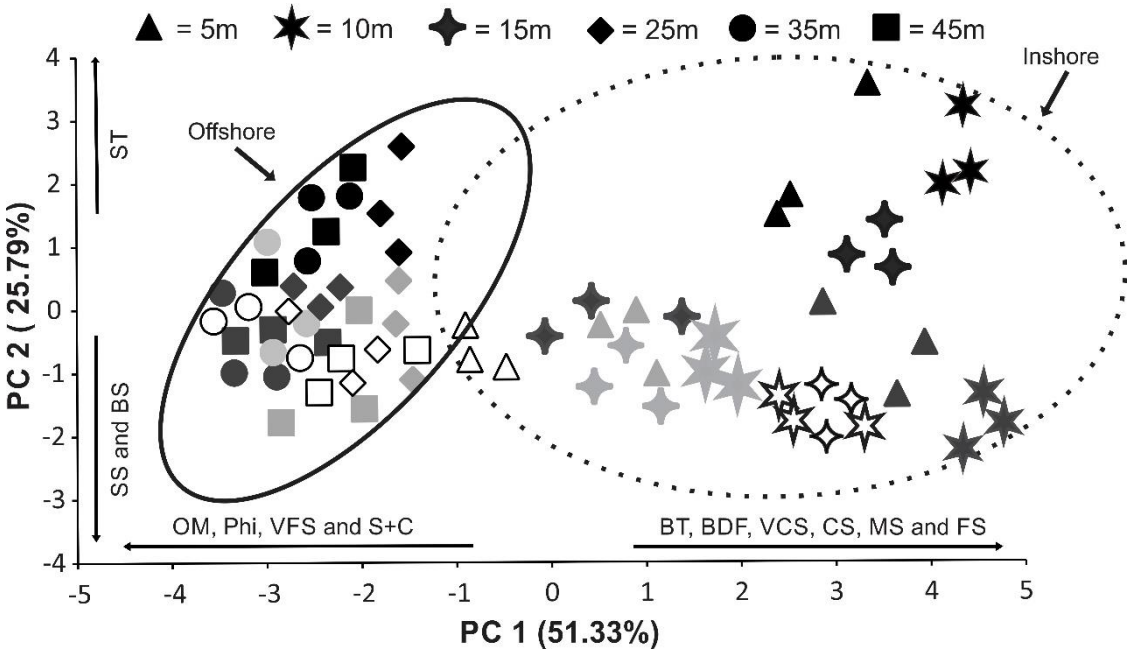


Figura 2. Análise de Componentes Principais relacionando os fatores ambientais de cada transecto e cada estação do ano. As cores dos símbolos indicam as estações (Preto = verão; Cinza escuro = outono; Cinza claro = inverno; Branco = Primavera). Tomar como referência a Tabela 1 para códigos de cada variável ambiental.

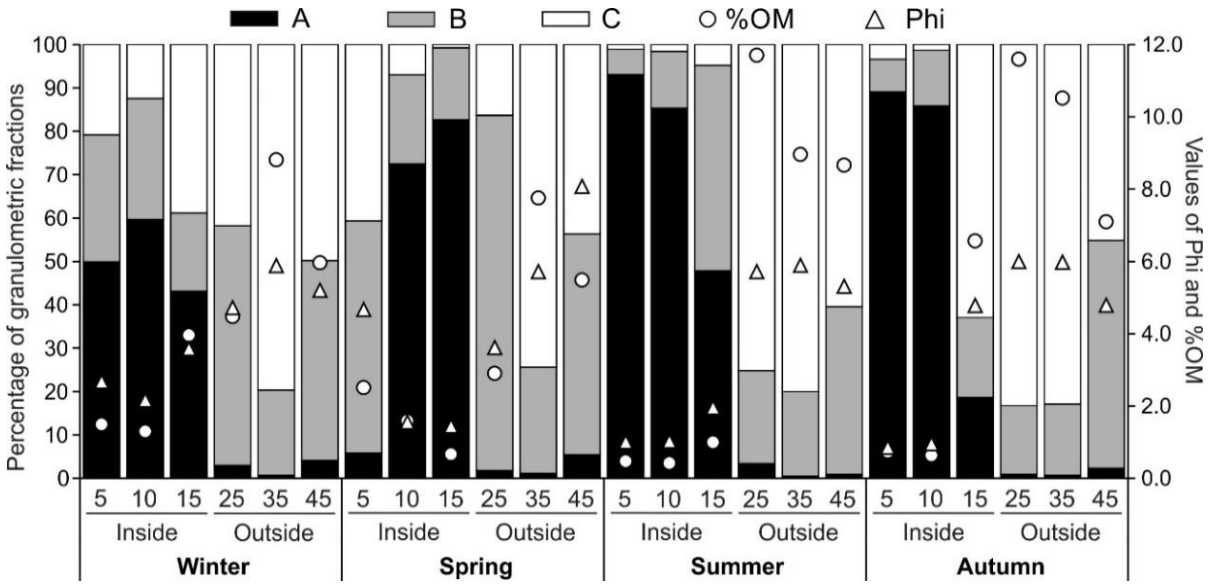


Figura 3. Caracterização dos transectos por estação do ano de acordo com as proporções das classes granulométricas (A, B, C), tamanho médio do grão (Phi), e media de teor de matéria orgânica (% OM). A = cascalho, areia muito grossa, grossa e média; B = areia fina e muito fina; C = silte + argila.

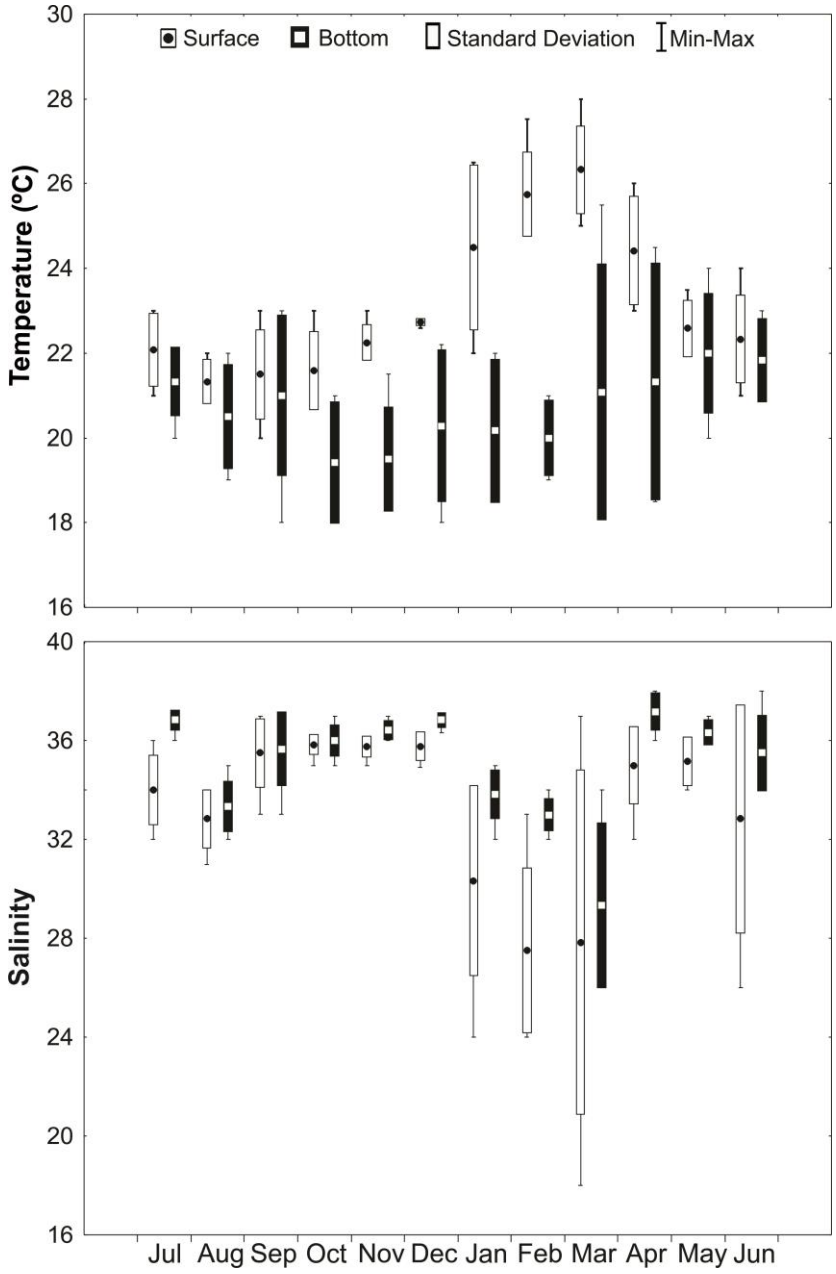


Figura 4. Valores mínimos, máximos, média e desvio padrão das temperaturas de fundo, superfície e salinidade mensais coletadas na região de Macaé.

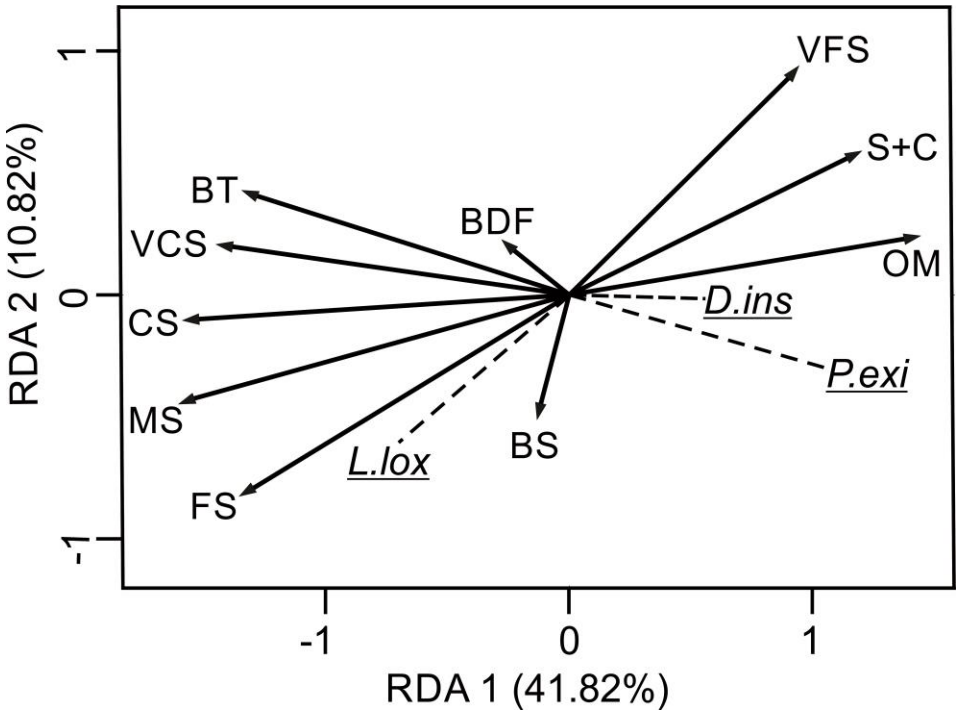


Figura 5. Biplot da Análise de Redundância (RDA) das variações dos fatores ambientais (indicado por setas sólidas) e espécies de ermitões. Referir à Tabela 3 para códigos de cada espécie e variáveis ambientais.

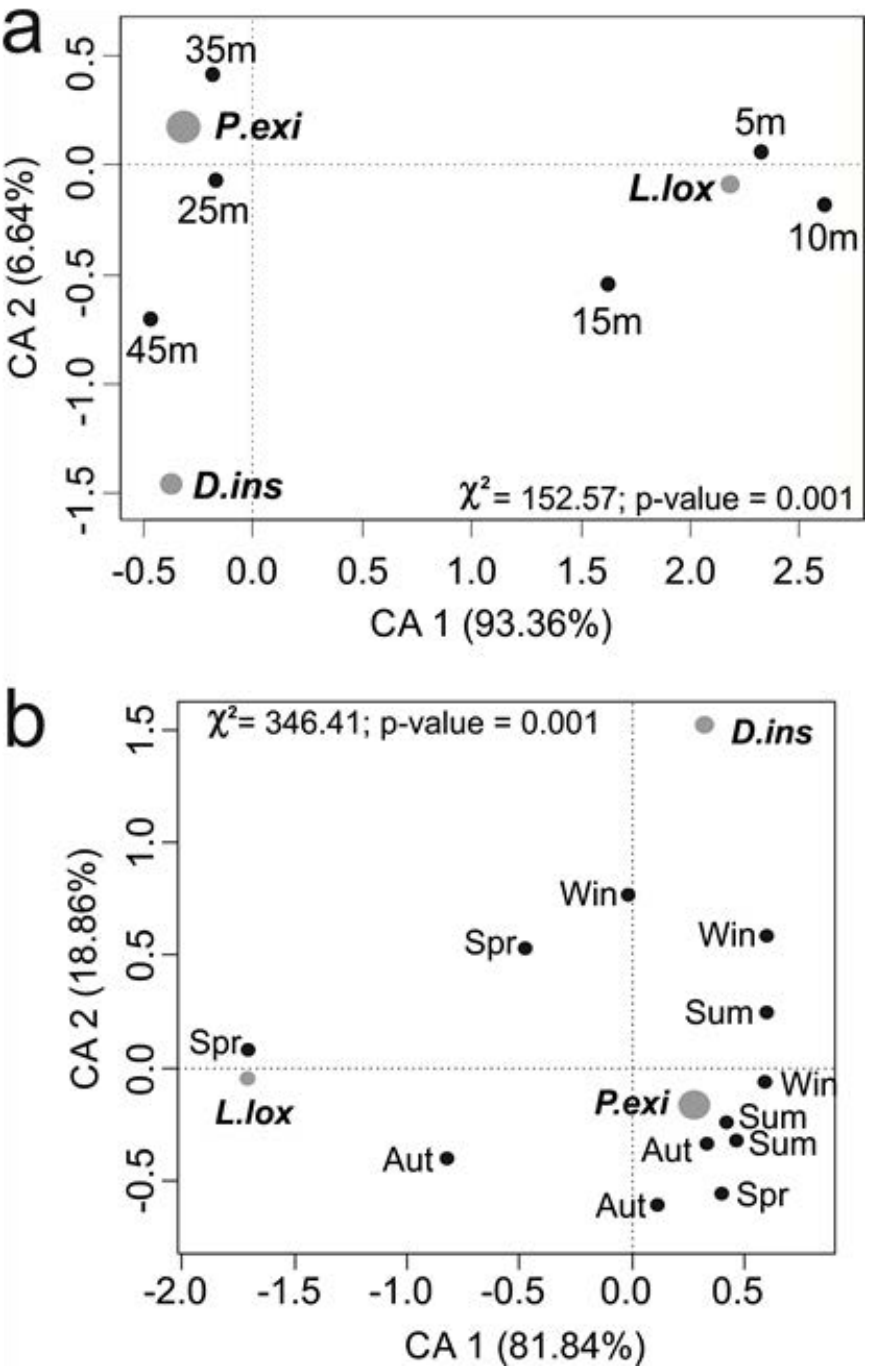


Figura 6. Análise de Correspondência (CA) para a abundância **(a)** mensal e **(b)** batimétrica das espécies de ermitões capturados na região de Macaé. Os valores de χ^2 encontrados em cada figura indicam o resultado da CA e a significância estatística das proporções. Win = inverno; Spr = primavera; Sum = verão; Aut = outono. *D. ins* = *D. insignis*; *L. lox* = *L. loxochelis*; *P. exi* = *P. exilis*; *P. dio* = *P. diogenes*.

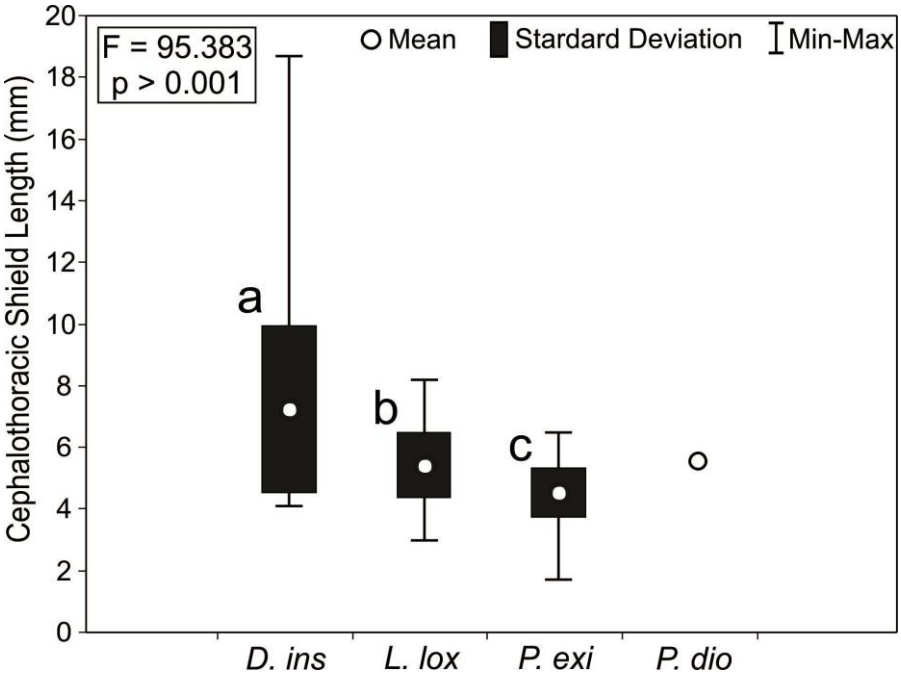


Figura 7. Tamanho mínimo, máximo, média e desvio padrão dos indivíduos de cada espécie de ermitão capturados na região de Macaé. F = resultado do teste de anova. Letras diferentes indicam diferença significativa entre os tamanhos Segundo o teste à posteriori de Tukey ($p < 0.01$). *D. ins* = *D. insignis*; *L. lox* = *L. loxochelis*; *P. exi* = *P. exilis*; *P. dio* = *P. diogenes*.

DISCUSSÃO

Vários autores apontam que variáveis ambientais como temperatura, salinidade e composição de substrato, desempenham um papel importante na estruturação ecológica de muitos crustáceos decápodes (Pires, 1992; Fransozo *et al.* 2002; Bertini & Fransozo, 2004; De Léo & Pires-Vanin, 2006; Fransozo *et al.* 2008; Muñoz *et al*. 2008). As variações temporais observadas na composição e abundância, bem como na distribuição batimétrica dos ermitões na região de Macaé, refletem um fenômeno ambiental regional, que afeta diferentemente cada espécie. Segundo Sumida & Pires-Vanin (1997), as mudanças na fauna bentônica ao longo de um gradiente latitudinal no sudeste do Brasil é devido a estabilidade dos sedimentos e das massas de água. Como observado, os dois eixos interpretados da PCA realizada por transectos e meses, explicaram mais do que 70% da variância dos fatores ambientais, e evidenciou as maiores variações ambientais durante as estações do verão e outono (veja Fig. 2), principalmente na temperatura da água e no aumento nos valores de matéria orgânica. A região de Macaé está exposta a ação constante dos ventos, fazendo com que as oscilações sazonais entre os fenômenos de ressurgência e subsidência, bem como os instáveis aportes de nutrientes inorgânicos (Purcell, 2005), influenciem a estrutura biológica da região. A temperatura de fundo é uma das influências mais fortes sobre essa estrutura porque se mantem abaixo de 20 °C durante parte do ano, a salinidade também apresenta valores acima de 36, chegando a 38 durante os meses de outono. De acordo com De Léo & Pires-Vanin (2006), estas características decorrem da elevação térmica, respondendo a entrada e saída de ACAS e de

distúrbios mecânicos gerados por ondas de entrada e frentes frias. Além disso, a chegada dessa massa d'água eleva a produção primária, aumentando a biomassa bentônica.

A heterogeneidade de habitats, que se alteram em escalas temporais e espaciais, determinam a complexidade e consequentemente a composição do sedimento, influenciando a formação dos micro-habitats, que sustentam uma alta diversidade nos organismos, principalmente quando exclusivamente bentônicos como alguns decápodos (Pires, 1992; Pires-Vanin & Sumida, 1997; Arasaki *et al*. 2004; De Léo & Pires-Vanin, 2006; Fransozo, *et al*. 2008; Frameschi *et al*. 2014a; Andrade *et al*. 2015). A falta de heterogeneidade num habitat e nos recursos nele encontrados limitam o número de nichos disponíveis, causando diminuição na composição e abundância dos organismos bentônicos (De Grave & Barnes, 2001; Leite *et al*. 1998; Turra & Leite, 2000). Da mesma maneira, restringem a ocupação de espécies a pequenas áreas que atendem suas exigências ecológicas. No presente estudo as espécies de ermitões ocuparam áreas distintas e bem definidas, diminuindo não só a competição por território, como principalmente a disputa intra e interespecífica por conchas de gastrópodos (Frameschi *et al*. 2013a; 2014). De acordo com Pardo *et al*. (2007) o dimorfismo no tamanho apresentado pelas espécies que compõe a assembleia aqui estudada auxilia na coexistência, fazendo com que a riqueza e a abundância seja estável na região, uma vez que a competição por conchas será mais intensa somente nas fazes inicias, diminuindo de acordo com o estágio de desenvolvimento ontogenético de cada espécie. A presença de

conchas vazias de gastrópodes é limitante para o estabelecimento e a coexistência entre estes organismos (Bertness, 1980; Hazlett, 1981)

Por ser uma área de afloramento, as oscilações na composição do sedimento na região de Macaé são intensas, caracterizando uma alta taxa de sedimentação (Mahiques *et al*. 2002). Neste estudo foi observado a formação de duas áreas distintas (interna e externa), que mesmo estando próximas, apresentam uma composição de sedimento completamente distintas, tendo em vista a existência do Arquipélago de Sant'Anna no centro da enseada (veja Fig. 1), o qual impede a chegada da sedimentação e matéria orgânica proveniente de regiões profundas até a área interna da enseada. Além disso, as mudanças na topografia da costa e os ventos induzem a ressurgência e agem sobre a dinâmica das massas de água e, por isso, causam altas taxas de deposição de matéria orgânica e de sedimentos finos (Mahiques *et al*. 2002).

Recentemente, Andrade *et al*. (2015) avaliaram a estrutura da assembleia de Portunídeos em três regiões do litoral brasileiro, afetadas por diferentes fenômenos ambientais, e encontraram mudanças abruptas na riqueza e abundância de espécies-chave das assembleias, especialmente na região de Macaé. Os referidos autores justificam tais mudanças às alterações na composição do sedimento, temperatura e salinidade, principalmente no verão e outono, como o registrado ao longo do período de estudo da assembleia de ermitões. Ainda de acordo com estes autores houve um aumento no número de espécies nessas estações em Macaé, devido principalmente a temperatura fria da água, causada pela entrada da ressurgência e da ACAS, no verão e outono.

Os estudos que quantificam e avaliam a estrutura da assembleia de ermitões são escassos, principalmente quando considerando o substrato não consolidado. De Grave & Barnes (2001) avaliaram a composição da assembleia de ermitões tropicais nas ilhas Quirimbas em Moçambique, no oceano índico, e registraram 10 espécies coexistentes. Estes autores atribuíram o alto número de espécies à segregação espacial e à disponibilidade de micro-habitats. Em consonância a este relato, estudo de Fransozo *et al*. (2008) registrou a presença de 13 espécies de ermitões no substrato não consolidado em Ubatuba, região subtropical do Brasil, sendo que estes autores também atribuíram a alta diversidade na região à proteção fornecida pelo baixo hidrodinamismo dentro das enseadas, à temperatura da água, e à proteção fornecida por costões rochosos, o que aumentao o número de refúgios e diminui a influência do mar aberto. O mesmo foi encontrado para braquiúrus e camarões Dendobranchiata, na mesma região, por Bertini *et al*. (2004b), Braga *et al*. (2005) e Costa *et al*. (2000).

Segundo Barnes *et al*. (2007), regiões fora do âmbito tropical e subtropical sofrem com uma baixa diversidade, atribuindo este fator à temperatura. Ao avaliar os ermitões na costa ocidental de Spitsbergen (arquipélago de Svalbard) e noroeste da Noruega, os autores supracitados registraram apenas 3 espécies, sendo apenas *Pagurus pubescens* Krøyer, 1838 com ampla distribuição e grande abundância. Esta *característica* foi registrada para a assembleia estudada, onde uma única espécie, *P. exilis,* apresentou ocorrência constante e alta abundância. Para este caso é possível inferir que a temperatura altera as condições em Macaé, limitando a chegada e permanência de espécies de águas mais quentes, como *D. insignis*,

que é a espécie mais capturada no substrato não consolidado do sudeste e sul do litoral brasileiro (De Léo & Pires-Vanin, 2006; Fransozo *et al*. 1998; 2008; 2011; Frameschi *et al*. 2014). Este ermitão é a espécie mais abundante nos estudos de levantamento da fauna bentônica do sudeste brasileiro (Hebling *et al*. 1994; Negreiros-Fransozo *et al.* 1997; Ayres-Peres *et al.* 2008) e ocorre em quase todo o Atlântico ocidental, desde a Carolina do Norte (EUA) até a Argentina. No Brasil, ele é distribuído do Rio de Janeiro ao Rio Grande do Sul, ao longo de um gradiente de ampla profundidade, variando de 5 a 500m (Melo, 1999). Um único exemplar de *P. diogenes* foi capturado, esta espécie distribui-se no Atlântico Ocidental, desde a Carolina do Norte até o golfo do México, Antilhas, Venezuela, Suriname, Brasil (do Amapá até o Rio Grande do Sul) e Uruguai (Melo, 1999).

As espécies mais abundantes e representativas nesta assembleia foram *P. exilis* e *L. loxochelis,* ambas são endêmicas do sudoeste do Atlântico, e ocorrem no Brasil (Rio de Janeiro ao Rio Grande do Sul), Uruguai e Mar Plata (Argentina). De acordo com Melo (1999) e Boschi (2000), menos de 6% dos crustáceos decápodos são endêmicos no Atlântico Sul. Estudos que avaliaram a distribuição ecológica de *L. loxochelis* (Mantelatto *et al*. 2004; Bertini *et al*. 2004) e *P. exilis* (Meireles *et al*. 2006; Terossi *et al*. 2010), apontaram o sedimento e a temperatura da água como fatores limitantes para sua ocorrência. A relação que observamos entre *L. loxochelis* e o sedimento (areia muito fina) pode ser explicada pelo comportamento de se enterrar, e também como um recurso alimentar, sendo que esta espécie é considera "filtradora", ou seja, se alimenta de partículas suspensas na água (Fransozo *et al.*, 1998; Mantelatto *et al.* 2004). A afinidade de *P. exilis* com a temperatura de fundo

também foi reportada por Scelzo & Boschi (1973), que registraram na costa Argentina a ocorrência de *P. exilis* entre 8 e 25º C de temperatura de fundo. De acordo com Terossi *et al.* (2010), populações desta espécie sofrem alterações quanto ao tamanho e estratégias reprodutivas devido alterações na temperatura.

O número de espécies que constituem a assembleia de ermitões do substrato não consolidado, na região de Macaé, pode ser considera reduzida quando comparado a outras regiões tropicais e subtropicais. Entretanto, tal região apresenta características distintas devido a influência do fenômeno da ressurgência, principalmente na temperatura da água, sendo este um fator limitante na distribuição de muitas espécies.

Levando em consideração que a região aqui estudada explora exclusivamente o ambiente marinho e possui grande importância para a economia regional e nacional, estudos de levantamento da fauna são primordiais para identificar a presença de espécies endêmicas. As informações aqui apresentadas, como a coexistência entre os ermitões, aliados a estudos já realizadas na região de Macaé, induzem a preservação da biodiversidade marinha, focando na conservação e criação de áreas de proteção.

REFERÊNCIAS

Amaral, ACZ. & Jablonski, S. 2005. Conservation of Marine and Coastal Biodiversity in Brazil. Conservation Biology, 19(3): 625–631.

Anderson, MJ. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. Aust. Ecol., 26, 32–46.

Andrade, L. S., Frameschi, I. F., Castilho, A. L., Costa, R. C., & Fransozo, A. 2014. Can the pattern of juvenile recruitment and population structure of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Decapoda: Brachyura) be determined by geographical variations? Marine Ecology. DOI: 10.1111/maec.12188

Andrade, LS; Frameschi, IF; Costa, RC; Castilho, AL & 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.

Arasaki, E; Muniz, P. & Pires-Vanin, AMS. 2004. A Functional Analysis of the Benthic Macrofauna of the São Sebastião Channel (Southeastern Brazil). Marine Ecology, 25(4): 249–263.

Ayres-Peres, L; Sokolowicz, CC; Kotzian, CB; Rieger, PJ. & Santos, S. 2008. Ocupação de conchas de gastrópodes por ermitões (Decapoda, Anomura) no litoral de Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia, 98(2): 218-24.

Barnes, DK; Kukliński, P. & Wlodarska-Kowalczuk, M. 2007. Richness, abundance and shell use of subarctic and arctic hermit crabs. Marine Biology, 152(5): 1133-1142.

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.

Bertini, G; Fransozo, A & Braga, AA. 2004a. Ecological distribution and reproductive period of the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Anomura, Diogenidae) on the northern coast of São Paulo State, Brazil. Journal of Natural History, 38(18): 2331-2344.

Bertini, G; Fransozo, A & Melo, GAS. 2004b. Biodiversity of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from nonconsolidated sublittoral bottom in the northern coast of Sao Paulo State, Brazil. Biodivers. Conserv., 13: 2185–2207.

Bertness, M.D. 1980. Shell preference and utilization patterns in littoral hermit crabs of the Bay of Panama. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 48(1): 1-16.

Boschi, EE. 2000. Species of decapod crustaceans and their distribution in the American marine zoogeographic provinces. Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero, 13: 7-136.

Braga, AA; Fransozo, A; Bertini, G; Fumis, PB. 2005. Composition and abundance of the crabs (Decapoda, Brachyura) off Ubatuba and Caraguatatuba, northern coast of Sâo Paulo, Brazil. Biota Neotrop 5(2) http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/en/abstract?article+BN00205022005

Bray, JR. & Curtis, JT. 1957. An ordination of the upland forest communities in southern Wisconsin. Ecological Monographs, 27: 325-349.

Costa, RC; Fransozo, A; Mantellato, FLM & Castro, RH. 2000. Occurrence of shrimp species (Crustacea: Decapoda: Natantia: Penaeidea and Caridea) in Ubatuba Bay, Ubatuba, SP, Brazil. Proc. Biol. Soc. Wash., 113(3):776–781

De Grave, S. & Barnes, DKA, 2001. Ecology of tropical hermit crabs (Crustacea Decapoda) at Quirimba Island, Mozambique: a multivariate assemblage perspective. Tropical Zoology, 14(2): 197-209.

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 a upwelling and a non-upwelling ecosystem. Journal of Marine Systems, 60:268–284.

Frameschi, IF; Andrade, LS; Alencar, CERD; Fransozo, V; Teixeira, GM. & Fernandes-Goés, LC. 2013. Shell occupation by the South Atlantic endemic hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Moreira, 1901) (Anomura: Diogenidae). Nauplius, 21(2): 137-149.

Frameschi, IF; Andrade, LS; Taddei, FG; Fransozo, V. & Fernandes-Goés, LC. 2014a. Assemblage of hermit crabs near coastal islands in southeastern Brazil. Neotropical Biology and Conservation, 9(1): 9-19.

Frameschi, IF; Paula, BC; Fernandes-Goés, LC; Alencar, CERD; Fransozo, A. & Freire, FAM. 2014b. Gastropod shells used by *Dardanus insignis* (Decapoda, Anomura) near islands in the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. Biosci. J., 30(5): 1563-1572.

Fransozo, A; Bertini, G; Braga, AA. & Negreiros-Fransozo, ML. 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; Fernandes-Góes, LC; Fransozo, V; Góes, JM. & Cobo, VJ; Teixeira, GM. & Gregati, RA. 2011. Marine anomurans (Decapoda) from the nonconsolidated sublittoral bottom at the Southeastern of Brazil. Crustaceana, 84(4):435-450.

Fransozo, A; Mantelatto, FLM; Bertini, G; Fernandes-Góes, LC. & Martinelli, JM. 1998. Distribution and assemblages of anomuran crustaceans in Ubatuba Bay, North coast of São Paulo State, Brazil. Acta Biologica Venezuelica, 18:17-25.

Fransozo, A; Negreiros-Fransozo, ML; Mantelatto, FLM; Pinheiro, MAA. & Santos, S. 1992. Composição e distribuição dos Brachyura (Crustacea, Decapoda) do sublitoral não consolidado na Enseada da Fortaleza, Ubatuba (SP). Rev. Bras. Biol., 52(4):667–675

Gonzales-Rodriguez, E; Valentin, JL; Andre, DL. & Jacob, SA. 1992. Upwelling and pownwelling at Cabo Frio (Brazil): comparision of biomass and primary production responses. Journal of Plancton Research, 14(2): 289-306.

Greenacre, M. 2010. Correspondence analysis of raw data. Ecology, 91(4): 958-963.

Håkanson, L. & Jansson, M. 1983. Principles of Lake Sedimentology. Springer Verlag, Berlin. 177 p.

Hazlett BA, 1981. The behavioural ecology of hermit crabs. Annual Review of Ecology and Systematics, 12:1−22.

Hebling, NJ; Mantelatto, FLM; Negreiros-Fransozo, ML. & Fransozo, A. 1994. Levantamento e distribuição de braquiúros e anomuros (Crustacea, Decapoda) dos sedimentos sublitorais da região da Ilha Anchieta, Ubatuba (SP). Bol. Inst. Pesca, 21: 1-9.

Jongman, R; ter Braak, CJF. & Van Tongeren, O. 1995. Data Analysis in Community and Landscape Ecology. Cambridge University Press, Cambridge. 299 p.

Keunecke, KA; Vianna, M; Fonseca, DB. & D'Incao, F. 2007. The pink-shrimp trawling bycatch in the northern coast of São Paulo, Brazil, with emphasis on crustaceans. Nauplius, 15(2): 49-55.

Krebs, C.J. 1989. Ecological Methodology. Harper and Row, Publishers, New York, 654p.

Lancaster, I. 1988. *Pagurus bernhardus* (L.)—an introduction to the natural history of hermit crabs. Field Studies, 7, 189-238.

Leite, FPP: Turra, A. & Gandolfi, SM. 1998. Hermit crabs (Crustacea: Decapoda: Anomura), gastropod shells and environmental structure: their relationship in southeastern Brazil. Journal of Natural History, 32(10-11): 1599-1608.

Levene, H. 1960. Robust tests for equality of variances. Contributions to probability and statistics: Essays in honor of Harold Hotelling, 2: 278-292.

Magurran, AE. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton.

Mahiques, MM; Silveira, ICA; Sousa, SHM; & Rodrigues, M. 2002. Post-LGM sedimentation on the outer shelf–upper slope of the northernmost part of the São Paulo Bight, southeastern Brazil. Mar. Geol., 181(4): 387–400

Maliao RJ; Turingan, RG. & Lin, J. 2008. Phase-shift in coral reef communities in the Florida Keys National Marine Sanctuary (FKNMS), USA. Marine Biology, 154: 841–853.

Mantelatto, FLM. & 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, FLM; Martinelli, JM & Fransozo, A. 2004. Temporal-spatial distribution of the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Decapoda, Diogenidae) from Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil. Rev Biol Trop., 52(1):47−55

McArdle, BH. & Anderson, MJ. 2001. Fitting Multivariate Models to Community Data: A Comment on Distance-Based Redundancy Analysis. Ecology, 82: 290–297. http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658 (2001)082[0290: FMMTCD] 2.0.CO; 2

Mccune, B. & Grace, J.B. 2002. Analysis of ecological communities. MJM Software Design, Gleneden Beach. 284p.

McLaughlin, PA; Komai, T; Lemaitre, R; & Rahayu, DL. 2010. Annotated checklist of anomuran decapod crustaceans of the world (exclusive of the Kiwaoidea and families Chirostylidae and Galatheidae of the Galatheoidea) Part I – Lithodoidea, Lomisoidea and Paguroidea. Raffles Bulletin of Zoology 23: 5-107.

Meireles, AL; Terossi, M; Biagi, R & Mantelatto, FL. 2006. Spatial and seasonal distribution of the hermit crab *Pagurus exilis* (Decapoda: Paguridae) in the Southern coast of Brazil. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 41: 87-95.

Melo, GAS. 1999. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda do litoral brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuridea e Astacide. Editora Plêiade, São Paulo. 551p.

Muñoz, JEG; Manjón-Cabeza, ME. & Raso, JEG. 2008. Decapod crustacean assemblages from littoral bottoms of the Alborán Sea (Spain, west Mediterranean Sea): spatial and temporal variability. Scientia Marina, 72(3): 437–449.

Negreiros-Fransozo, ML; Fransozo, A; Mantelatto, FLM; Pinheiro, MAA & Santos, S. 1997. Anomuran species (Crustacea, Decapoda) and their ecological distribution at Fortaleza Bay sublitoal, Ubatuba, São Paulo, Brazil. Iheringia, 83: 187-194.

Nenadic, O. & Greenacre, M. 2007. Correspondence analysis in R, with two- and three dimensional graphics: The ca package. Journal of Statistical Software, 20(3):1−13.

Norse, EA. 1993. Global Marine Biological Diversity: A Strategy for Building Conservation into Decision Making. Charleston, Island Press, Center for Marine Conservation, 383 p.

Nucci, P. R., & DE MELO, G. A. S. (2015). Hermit crabs from Brazil: Family Diogenidae (Crustacea: Decapoda: Paguroidea), except Paguristes. Zootaxa, 3947(3): 327-346.

Nucci, PR.& Melo, GAS. 2007. Hermit crabs from Brazil. Family Paguridae (Crustacea: Decapoda: Paguroidea): Genus Pagurus. Zootaxa, 1406: 47-59.

Oksanen, J; Blanchet, FG; Kindt, R; Legendre, P; Minchin, PR; O'Hara, RB. & Imports, MASS. 2013. Package 'vegan'. Community ecology package, version, 2(9).

Palumbi, SR. 2001. The ecology of marine protected areas. In: Bertness, MD; Gaines, SD. & Hay, ME. (Eds). Marine Community Ecology. Sinauer Associates, Sunderland, pp 509–530.

Pardo, ML; Piraud, F; Mantelatto, FL. & Ojeda, PF. 2007. Ontogenetic pattern of resource use by the tiny hermit crab *Pagurus villosus* (Paguridae) from the temperate Chilean coast. J Exp Mar Biol Ecol., 353:68−79

Parmesan, C; Gaines, S; Gonzalez, L; Kaufman, DM; Kingsolver, J; Peterson, AT. & Sagarin, R. 2005. Empirical perspectives on species' borders: environmental change as challenge and opportunity. Oikos, 108(1):58-75.

Peck, JE. 2010. Multivariate analysis for community ecologists: step-by-step using PC-ORD. MjM Software Design, Gleneden Beach. 162p.

Peres-Neto, PR; Jackson, DA. & Somers, KM. 2005. How many principal components? Stopping rules for determining the number of non-trivial axes revisited. Computational Statistics & Data Analysis, 49(4): 974-997.

Pielou, E. C. (1966). The measurement of diversity in different types of biological collections. Journal of theoretical biology, 13, 131-144.

Pielou, EC. 1975. Ecological diversity. John Wiley & Son–Interscience, New York.

Pires, AMS. 1992. Structure and dynamics of benthic megafauna on the continental shelf offshore of Ubatuba, southeastern, Brazil. Marine Ecology Progress Series, 86: 63–76.

Projeto RADAM, 1983. Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia, v. 32, 775 p.

Purcell, JE. 2005. Climate effects on formation of jellyfish and ctenophore blooms. J. Mar. Biol. Ass. UK, 85: 461–476.

Sancinetti, GS; Azevedo, A; Castilho, AL; Fransozo, A. & Costa, RC. 2014. How marine upwelling influences the distribution of *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea)?. Latin American Journal of Aquatic Research, 42(2).

Scelzo, MA & Boschi, EE. 1973. Aportes al conocimiento de la distribución geográfica de los crustáceos decápodos anomura del Atlántico Sudoccidental, frente a las costas argentinas. Trabalhos do V Congresso Latinoamericano de Zoologia 1: 204-216.

Schaff, T; Levin, L; Blair, N; Demaster, D; Pope, R; Boehm, S. 1992. Spatial heterogeneity of benthos on the Carolina continental slope: Large (100 km)-scale variation. Mar. Ecol. Prog. Ser., 88:143–160

Shapiro, SS & Wilk, MB. 1965. An analysis of variance for normality (complete samples). Biometrika, 52:591−611.

Silva, E. R. D., Sancinetti, G. S., Fransozo, A., Azevedo, A., & Costa, R. C. D. 2014. Biodiversity, distribution and abundance of shrimps Penaeoidea and Caridea communities in a region the vicinity of upwelling in Southeastern of Brazil. Nauplius, 22(1): 1-11.

Silveira, I.C.A., Schmidt, A.C.K., Campos, E.J.D., Godoi, S.S., and Ikeda, Y. 2000. A corrente do Brasil ao largo da costa leste brasileira. Rev. Bras. Ocean., 48(2): 171-183.

Stramma, L. and England, M. 1999. On the water masses and mean circulation of the South Atlantic Ocean. Journal of Geophysical Research: Oceans (1978–2012), 104(C9), 20863-20883.

Suguio, K. 1973. Introdução à sedimentologia. Edgar Blücher, São Paulo.

Sumida, PYG. & Pires-Vanin, AMS. 1997. Benthic associations of the shelf break and upper slope off Ubatuba-SP, south-eastern Brazil. Estuar. Coast. Shelf Sci., 44: 779–784.

Terossi, M; Torati, LS; Miranda, I; Scelzo, MA. & Mantelatto, FL. 2010. Comparative reproductive biology of two southwestern Atlantic populations of the hermit crab *Pagurus exilis* (Crustacea: Anomura: Paguridae). Marine Ecology, 31: 584-591.

Tucker, M. 1988. Techniques in Sedimentology. Blackwell Scientific Publications, Boston. 394 p.

Turra, A. & Leite, FPP. 2000. Clustering behavior of hermit crabs (Decapoda, Anomura) in an intertidal rocky shore at São Sebastião, southeastern Brazil. Revista Brasileira de Biologia, 60(1): 39-44.

Voultsiadou, E; Fryganiotis, C; Porra, M; Damianidis, P; Chintiroglou, CC. 2011. Diversity of invertebrate discards in small and medium scale Aegean Sea fisheries. The Open Marine Biology Journal, 5:73-81.

Wentworth, W.C. 1922. Grade and class terms for clastic sediments. Journal of Geology, 30:377−392.

Zar, JH. 1996. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, New Jersey. 662.

CAPÍTULO III

Dinâmica populacional do ermitão endêmico do Atlântico Sul *Pagurus exilis* (Decapoda, Anomura) em uma região do litoral do Rio de Janeiro influenciada pelo fenômeno da ressurgência

RESUMO

Foram avaliadas as características da populacionais *Pagurus exilis*, provenientes de uma zona de transição e influenciada pelo fenômeno da ressurgência, com foco em sua distribuição espaço-temporal, estrutura populacional, período reprodutivo, razão sexual e relações com as variáveis ambientais. Amostragens biológicas e ambientais foram realizadas mensalmente, de julho de 2008 a junho de 2009, na região de Macaé, litoral norte do estado do Rio de Janeiro. Seis transectos paralelos à linha de costa (5, 10, 15, 25, 35 e 45 m de profundidade) foram levados em consideração. Um total de 460 indivíduos foram capturados, sendo 268 machos, 70 fêmeas não ovígeras e 122 fêmeas ovígeras. O ermitão *P. exilis* foi mais capturado no mês de janeiro, e nas profundidades de 25, 35 e 45 m. O período reprodutivo foi contínuo, com fêmeas ovígeras capturadas ao longo de todo o ano. A proporção sexual total 1:0.7 (M:F) favoreceu os machos. Os dois primeiros eixos da análise de redundância (RDA) representaram 95.6% da variação dos grupos de interesse de *P. exilis*. Machos e fêmeas não-ovígeras, apresentaram uma relação positiva com o teor de matéria orgânica no sedimento, o silte e argila e Phi, e as fêmeas ovígeras com a areia muito fina, cascalho e salinidade de fundo. A abundância de *P. exilis* foi considerável na região de Macaé, e a estabilidade da espécie na região deve-se a afinidade com os fatores ambientais, como o sedimento e a temperatura da água, mesmo sob a constante influência da ressurgência de Cabo Frio.

INTRODUÇÃO

Habitats bentônicos rasos são ambientes complexos estruturalmente, onde um grande número de fatores biológicos e ambientais determinam a qualidade do ambiente e geram diferentes níveis de estresse que determinam a estrutura e dinâmica das comunidades e populações (Pallas *et al*., 2006). Nas zonas costeiras marinhas rasas, a fauna do sublitoral não-consolidado é composta por um grande número de espécies com diferentes padrões de distribuição e dinâmica espaço-temporal (Van Hoey *et al.*, 2004). O litoral costeiro do sudeste do Brasil é composto de ambientes variáveis, diretamente sujeitos às influências continentais, atmosféricas e oceânicas. Desta maneira, a instabilidade destas regiões afetam a comunidade bentônica, determinando os padrões de distribuição, densidade e as relações tróficas entre as espécies (Sumida & Pires-Vanin, 2007; Frameschi *et al.* 2014).

A região sudeste do Brasil é influenciada pela corrente oceânica do Brasil (T > 20 ºC, S > 36) e Malvinas (T < 15º C, S < 34). Devido à confluência de ambas as correntes entre latitudes 25° S e 45° S do Atlântico Sul ocidental, observada em determinados períodos do ano, há a formação de uma frente, oriunda da massa de água chamada Água Central da Atlântico Sul (ACAS; T < 20 ºC, S < 36,4), responsável por parte da convergência do giro subtropical e a ressurgência em Cabo Frio, no estado do Rio de Janeiro, que se estende entre 23º E S 29º S (Silveira *et al.*, 2000). Este ressurgência é intensificada por ventos costeiros, bem como a queda brusca na profundidade da plataforma continental impulsionada pela corrente do Brasil (Castro-Filho & Miranda, 1998; Campos *et al.,* 2000). O resultado desse

encontro é um forte mecanismo capaz de transportar águas frias e ricas em nutrientes, como a ACAS, até a costa (Acha *et al.*, 2004), e alterar as condições físicas e a concentração de nutrientes na água, e consequentemente aumentar a produtividade primária da Plataforma Continental Sudeste do Brasil, particularmente em Cabo Frio, Rio de Janeiro (23 ° S) (De Léo & Pires-Vanin, 2006).

A maior parte das regiões de ressurgência costeira no mundo estão localizadas na costa oeste dos oceanos, como no Peru, Equador, Califórnia e Oregon (costa do Pacífico), e no Nordeste da África do Sul e Bengal no Oceano Atlântico. Por outro lado, a ressurgência de Cabo Frio ocorre na costa Oeste do Oceano Atlântico, sendo de fundamental importância para os organismos planctônicos e bentônicos (Lana *et al.*, 1996), uma vez que o enriquecimento e ciclagem de nutrientes determinam os estoques dos recursos pesqueiros e a biodiversidade bentônica na área (Franchito *et al*., 1998; Sancinetti *et al*. 2014; Andrade *et al*. 2015).

Os ermitão *Pagurus exilis* (Benedict, 1892) é uma das nove espécies de anomuros endêmicos da Província Argentina, que abrange a região de águas costeiras do Rio de Janeiro, Brasil (23° S) à Patagônia, na Argentina (43-44° S) (Boschi 2000). Esta espécie distribui-se geograficamente no Atlântico Ocidental desde o Rio de Janeiro, no Brasil, até Mar del Plata, na Argentina (Melo, 1999). Embora a informação sobre o ciclo de vida da referida espécie é escassa, alguns de seus aspectos biológicos foram analisados, como sua distribuição geográfica (Forest & Saint Laurent 1968), desenvolvimento larval em laboratório (Scelzo & Boschi, 1969), ocupação e seleção de conchas (Terossi *et al*. 2006; Mantelatto *et*

al. 2007c), distribuição espaço-temporal e estrutura da população em Caraguatatuba (Meireles *et al*. 2006; Mantelatto *et al*. 2007a; Fransozo *et al*. 2008), e padrões reprodutivos entre populações oriundas da Argentina e Brasil (Terossi *et al*. 2010).

No entanto, a escassez de estudos sobre a sua distribuição, bem como as relações espaço-temporais para as variáveis ambientais em regiões influenciadas por diferentes fatores ambientais e características geográficas de distintas, deixa uma lacuna a ser preenchida, que pode revelar padrões adaptativos, bem como estratégias que garantam a manutenção desta espécie endêmica ao longo da costa sudeste do Brasil, principalmente por esta região ser considerada o limite norte de distribuição desta espécie. Este estudo investigou o padrão de distribuição de *P. exilis* em uma zona de transição entre os domínios tropical e subtropical, influenciada pelo fenômeno da ressurgência. O estudo incluiu (a) estrutura populacional, (b) proporção sexual, (c) a variação espaço-temporal na abundância e (d) a relação entre as variáveis ambientais e a distribuição dos grupos de interesse de *P. exilis* na região de Macaé-RJ.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostragem dos dados

As coletas foram realizadas mensalmente no período de julho/2008 a junho/2009, em profundidades de 5, 10, 15, 25, 35 e 45 metros (Fig. 1). Tais transectos estão localizados paralelamente a linha da costa de Macaé, entre a Praia da Barra (41º 37’ W e 22º 17’ S) e a Praia Campista (41º40’ W e 22º27’ S). As

amostragens foram efetuadas com uma embarcação de pesca camaroeira, equipada com uma rede de arrasto de fundo do tipo “otter-trawl”, com abertura de 4.5 m, 20 mm entre-nós na panagem e 15 mm no ensacador. Os arrastos foram realizados por um período de 15 min/transecto com o barco em velocidade constante de 2.1 milhas/náuticas por cerca de 1 km de extensão.

Depois de cada arrasto, todo o material coletado foi triado, congelado, e transportado para o laboratório, onde foram mantidos até a análise. Os ermitões foram identificados de acordo com Melo (1999). Todos os indivíduos foram contados, identificados quanto ao sexo com base na posição dos gonóporos (na coxa do terceiro par de pereiópodos das fêmeas e no quinto para os machos), separados por grupos de interesse (machos, fêmeas não ovígeras e ovígeras) e mensurados com um paquímetro (0.01 mm) quanto ao comprimento do escudo cefalotorácico (CEC, medido entre a extremidade do rostro até a região mediana da sutura cervical).

Amostragem dos fatores ambientais

No início de cada transecto foram coletadas amostras de água de fundo utilizando-se uma garrafa de Van Dorn. A temperatura (^{o}C) foi medida com um termômetro simples de mercúrio e a salinidade por meio de um refratômetro óptico. A profundidade foi determinada por meio de uma corda graduada em metros presa à garrafa de Van Dorn.

Também foram coletadas amostras de sedimento utilizando um pegador do tipo Van Veen (0,05m^2) em cada ponto de coleta em todas as estações do ano.

Cada amostra foi devidamente etiquetada e congelada até o momento das análises. No laboratório calculou-se para cada transecto amostrado o teor de matéria orgânica e a textura do sedimento. Teor de matéria orgânica: cada amostra obtida de sedimento inicialmente foi descongelada e submetida posteriormente na estufa por 72 horas para secagem. Após este período retirou-se 10g de cada amostra para a análise do teor de matéria orgânica. Cada amostra foi acondicionada em cadinho de porcelana e incinerada a uma temperatura de 500 ºC em uma mufla por 3 horas. A quantidade de matéria orgânica presente em cada amostra correspondeu à diferença entre os pesos inicial e final. Os valores de matéria orgânica foram expressos em porcentagem (Mantelatto & Fransozo, 1999).

Textura do Sedimento: em laboratório, cada amostra de sedimento também foi descongelada e submetida a uma estufa à 70ºC por 72 horas. Após este período, retirou-se três sub amostras de 100g nas quais adicionou-se 250ml de uma solução de NaOH 0,2N por cerca de uma hora a fim de que o silte e a argila se separassem do restante dos grãos. Posteriormente, o sedimento foi lavado em uma peneira de malha 0,063mm, eliminando os dois componentes. Depois de retirar essa porção de sedimento, cada amostra foi levada novamente à estufa onde permaneceu por mais 24 horas à 60ºC para a evaporação total da água existente. Posteriormente, as amostras foram submetidas à técnica do peneiramento diferencial que consiste na passagem do sedimento por uma sequência de seis peneiras. Os diâmetros das malhas das peneiras seguem a escala proposta por Wentworth (1922), onde o sedimento retido foi classificado como: fragmentos biodetríticos (>2mm); areia muito grossa (1[--2mm); areia grossa (0.5[--1mm); areia média (0.25[--0.5mm); areia fina

(0.125[--0,25 mm); areia muito fina (0.0625[--0,125mm), e menores partículas classificadas como silte+argila (<0,0625mm).

As porções retidas em cada peneira foram pesadas em balança analítica (0,0001g) determinando assim a porcentagem de cada fração granulométrica. A porcentagem total de silte e argila de cada sub-amostra foi a diferença entre o peso inicial (100 g) e o somatório das demais frações calculadas no peneiramento em cada amostra. Em seguida, para cada fração granulométrica calculou-se uma média referentes às três sub-amostras. Em seguida, a partir das porcentagens médias de cada ponto, calculou--se a medida de tendência central do sedimento (phi), a qual determina a fração granulométrica mais frequente no sedimento (Suguio, 1973). Tais valores foram calculados com base nos dados extraídos graficamente de curvas acumulativas de distribuição de frequência das amostras do sedimento e, em seguida, aplicada à fórmula M= Φ16 + Φ 50 + Φ 84/3. As classes de tamanho do grão (Phi) são convertidas a partir das escalas de Wentworth (1922) aplicando-se -log2, obtendo deste modo as seguintes classes: areia muito grossa (-1 [-- 0); areia grossa (0 [-- 1); areia média (1 [-- 2); areia fina (2 [-- 3); areia muito fina (3 [-- 4) e silte + argila (> 4) (Tucker, 1988).

Análises estatísticas

Os dados foram avaliados quanto à normalidade por meio do teste de normalidade de Shapiro Wilk´s (Shapiro & Wilk, 1965) e homocedasticidade (Levene, 1960). Quando necessário, os dados foram transformados (log x+1) para se obter distribuições próximas da normalidade (Zar, 1996). Distribuições de frequência de tamanho foram analisadas adoptando um intervalo de 0.5 mm entre

as classes de acordo com a fórmula Sturges (1926). A análise de variância (ANOVA, one-way), complementada pelo teste de Tukey, testou as diferenças na abundância entre os meses do ano (análise temporal), entre os transectos (análise espacial), e na comparação do tamanho (CEC) entre os grupos de interesse (Zar, 1996). As diferenças na proporção mensal e sexual foram testadas quanto a diferença significativa da proporção esperada (1:1) por meio do teste binomial (Wilson & Hardy, 2002). O período reprodutivo da população foi expresso como a porcentagem de fêmeas que transportavam ovos (fêmeas ovígeras) em relação ao total de número de fêmeas coletadas mensalmente (Bertini & Fransozo, 2002; Macpherson & Raventos, 2004; Bertini *et al*. 2004; Frameschi *et al*. 2013a; 2015).

A Análise de Redundância (RDA) foi utilizada para detectar possíveis relações entre as variações na abundância dos grupos de interesse e as variáveis ambientais mensuradas. A RDA produz escores finais de coordenação que resumem a relação linear entre as variáveis explicativas e de resposta (Jongman *et al*. 1995). O teste de permutação (teste de Monte Carlo, 1999 permutações), forneceu os valores de P, verificando a relação linear entre a resposta e matrizes explicativas, e também a associação entre os escores da primeira e segunda matriz na análise de ordenação RDA (McArdle & Anderson, 2001). Os valores de P dos testes de permutação, indicam o nível de confiança nas previsões (Peck, 2010). Para todas as análises estatísticas foi adotado o nível de significância de 5% (Zar, 1996).

RESULTADOS

Estrutura da população

Um total de 460 indivíduos foram capturados, sendo 268 (58.3%) machos, 70 (15.2%) fêmeas não ovígeras e 122 (26.5%) fêmeas ovígeras. O tamanho médio da população foi de 4.31 ± 0.72 milímetros CEC; as fêmeas não ovígeras e ovígeras não diferiram, porém foram significativamente menores do que os machos, caracterizando dimorfismo sexual (Fig. 2).

Os histogramas de frequência de tamanho apresentaram uma distribuição não-normal (W = 0.959; P = 0.001) dos indivíduos e a maior quantidade de espécimes na quarta e sexta classe de tamanho (4.0 |− 4.5 e 5.0 |− 5.5 mm, respectivamente) (Fig. 3). A primeira desova ocorreu entre as fêmeas pertencendo a 3.0 |− 3.5 mm de classe de tamanho CEC (Fig. 3). As fêmeas foram capturadas ao longo de todo período de estudo, com maior ocorrência nos meses de agosto e setembro (Tab. I). A porcentagem de fêmeas ovígeras em relação ao total de fêmeas, diferiu significativamente a favor das fêmeas ovígeras nos meses de agosto, setembro e maio (Fig. 4). A proporção sexual total 1:0.7 (M:F) foi significativamente diferente do esperado 1:1 (teste binomial; P > 0.001) e favoreceu os machos nas maiores classes de tamanho de (5.0 |− 5.5; 5.5 |− 6.0; 6.0 |− 6.5 mm) (Fig. 5).

Dimorfismo sexual

Em relação ao tamanho médio, houve diferença no tamanho entre machos e fêmeas (tanto as ovígeras quanto as não-ovígeras), sendo os machos significativamente maiores que as fêmeas (Fig. 2). O dimorfismo sexual também foi evidenciado registrado pela presença de machos nas maiores classes de tamanho (Fig. 2).

Distribuição espaço-temporal: abundância e proporção sexual

A maior captura de *P. exilis* foi no mês de janeiro (Fig. 6a), em relação aos transectos, a maior abundância foi nos 25, 35 e 45 m (Fig. 6b). Em relação aos grupo de interesse, não houve diferença entre os meses ($F = 0.496$; $P = 0.613$) e os transectos ($F = 2.811$; $P = 0.955$). A variação temporal na proporção sexual foi favorável às fêmeas nos meses de julho, agosto, novembro e dezembro; o restante foi favorável aos machos, com significância somente ao longo dos meses do verão (Fig. 4).

Relação entre a abundância e variáveis ambientais

O teste de permutação de Monte Carlo revelou que os autovalores observados para a análise de redundância foram significativos, indicando que os padrões de associação foram identificados (Tab. 2). Os dois primeiros eixos de RDA representaram 95.6% da variação dos grupos de interesse de *P. exilis* (Fig. 6). As correlações entre as variáveis ambientais e os eixos da ordenação mostram que a matéria orgânica, Phi e silte+argila, apresentaram relação positiva com o eixo 1 da RDA. Em contrapartida, temperatura de fundo e areia fina, média e grossa correlacionaram-se negativamente com este mesmo eixo (Tab. 2; Fig. 7). Já em

relação ao eixo 2, a salinidade de fundo e areia muito fina foram os únicos fatores representativos e que correlacionaram-se negativamente (Tab. 2). As fêmeas ovígeras apresentaram altas relações com os dois eixos, sendo positivamente com o eixo 1 e negativamente com o eixo 2 (Tab. 2), demonstrando uma influência direta da areia muito fina e cascalho e salinidade de fundo na distribuição deste grupo (Fig. 7). Os machos e fêmeas não-ovígeras, relacionaram-se com maior importância ao eixo 1, (ver Tab. 2), evidenciando uma preferência positiva de ambos os sexos com a matéria orgânica, Phi e silte+argila, e uma resposta negativa à temperatura, e às frações intermediárias do sedimento (areia fina, média e grossa) (Fig. 7).

Tabela 1. Número e porcentagem de indivíduos de *P. exilis* capturados mensalmente (de julho/2008 a junho/2009) e por transectos (de 5 a 45 m), distribuídos de acordo com os grupos de interesse, na região de Macaé, estado do Rio de Janeiro.

Temporal	Machos	Fêmeas não-ovígeras	Fêmeas ovígeras	Total	%
Jul	18	8	12	38	8.3
Aug	15	2	23	40	8.7
Set	30	6	20	56	12.2
Out	11	1	5	17	3.7
Nov	8	4	7	19	4.1
Dez	10	4	8	22	4.8
Jan	72	17	14	103	22.4
Fev	14	4	2	20	4.3
Mar	38	7	4	49	10.7
Abr	32	13	13	58	12.6
Mai	6	1	8	15	3.3
Jun	14	3	6	23	5.0
Total	268	70	122	460	100.0
Espacial					
5m	0	2	1	3	0.7
10m	0	0	0	0	0.0
15m	3	1	2	6	1.3
25m	84	21	43	148	32.2
35m	117	32	38	187	40.7
45m	64	14	38	116	25.2
Total	268	70	122	460	100.0

Tabela 2. Resumo dos resultados da análise de redundância (RDA) para cada grupo de interesse de *P. exilis* na região de Macaé, estado do Rio de Janeiro. Os valores são correlações entre as respectivas variáveis com os eixos da ordenação. Valores em negrito indicam as maiores correlações.

	Eixos RDA1	RDA2	P (permutação de Monte-Carlo)
Resumo estatístico dos eixos da ordenação			
Autovalores (total inercia = 0.481)	0.132	0.035	0.05
% de explicação	75.4	20.2	
Correlação entre grupos e eixos	0.74	0.51	0.05
Grupos demográficos de *P. exilis*			
Machos (*M*)	**0.82**	0.25	
Fêmeas não-ovígeras (*F*)	**0.41**	0.04	
Fêmeas ovígeras (*FO*)	**0.47**	**-0.47**	
Variáveis ambientais			
Temperatura de fundo (TF)	**-0.39**	-0.34	
Salinidade de fundo (SF)	-0.09	**-0.56**	
Matéria orgânica (MO)	**0.60**	0.07	
Tamanho médio do grão (Phi)	**0.72**	-0.07	
Fragmentos biodetríticos (CA)	0.22	-0.13	
Areia muito fina (AMG)	-0.31	**-0.37**	
Areia grossa (AG)	**-0.48**	-0.25	
Areia média (AM)	**-0.52**	-0.16	
Areia fina (AF)	**-0.40**	-0.14	
Areia muito fina (AMF)	0.11	-0.15	
Silte e argila (SA)	**0.42**	0.12	

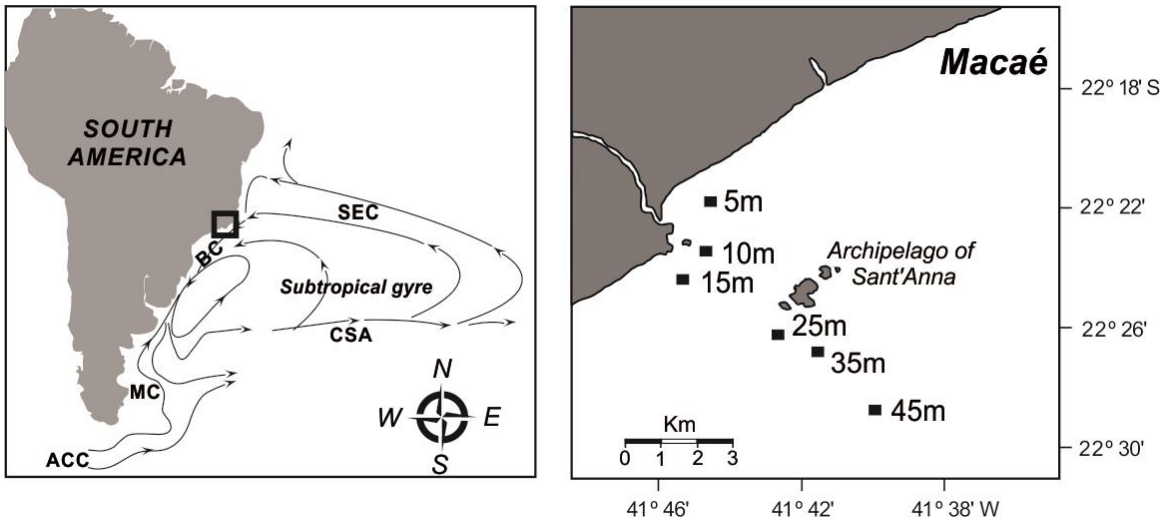


Figura 1. Área de estudo evidenciando a região de ressurgência e área de amostragem. Localização das estações (5 - 45 m de profundidade) e as principais correntes oceânicas do Atlântico Sul. AAC: Corrente Circumpolar Antártica, MC: Corrente das Malvinas, CSA: Corrente Atlântico Sul, SEC: Corrente Sul Equatorial, BC: Corrente brasileira (Modificado de Peterson & Stramma, 1991).

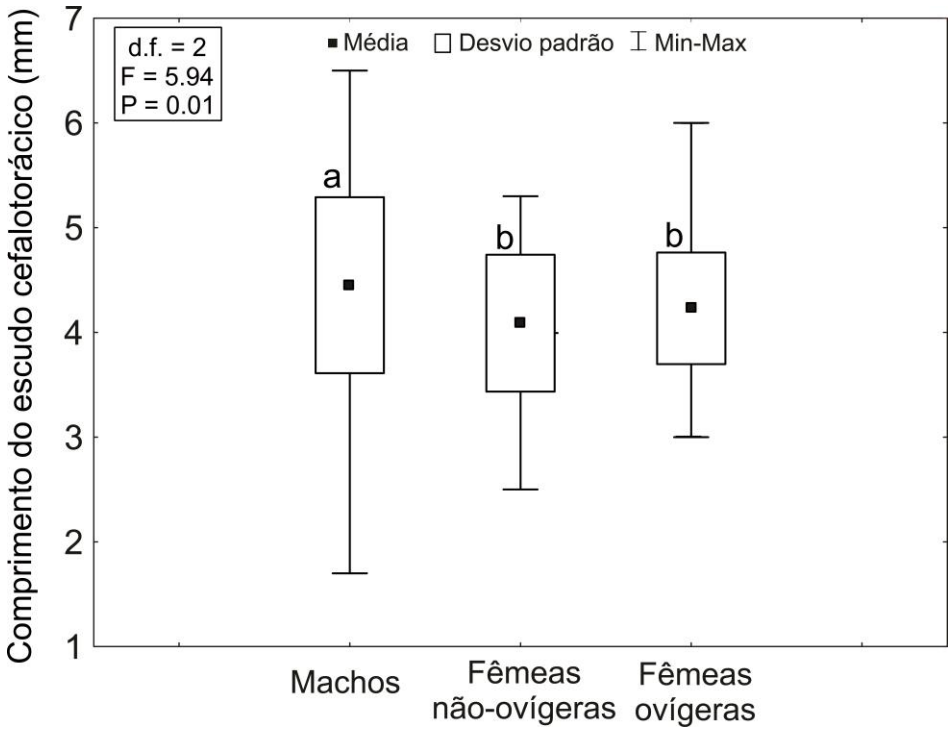


Figura 2. *P. exilis*. Valor médio, desvio padrão, mínimo (Min) e máximo (Max) de comprimento do escudo cefalotorácico (CEC) para cada grupo de interesse. Letras indicam diferença significativa entre os tamanhos médios (teste de ANOVA a posteriori Tukey; $P < 0.05$).

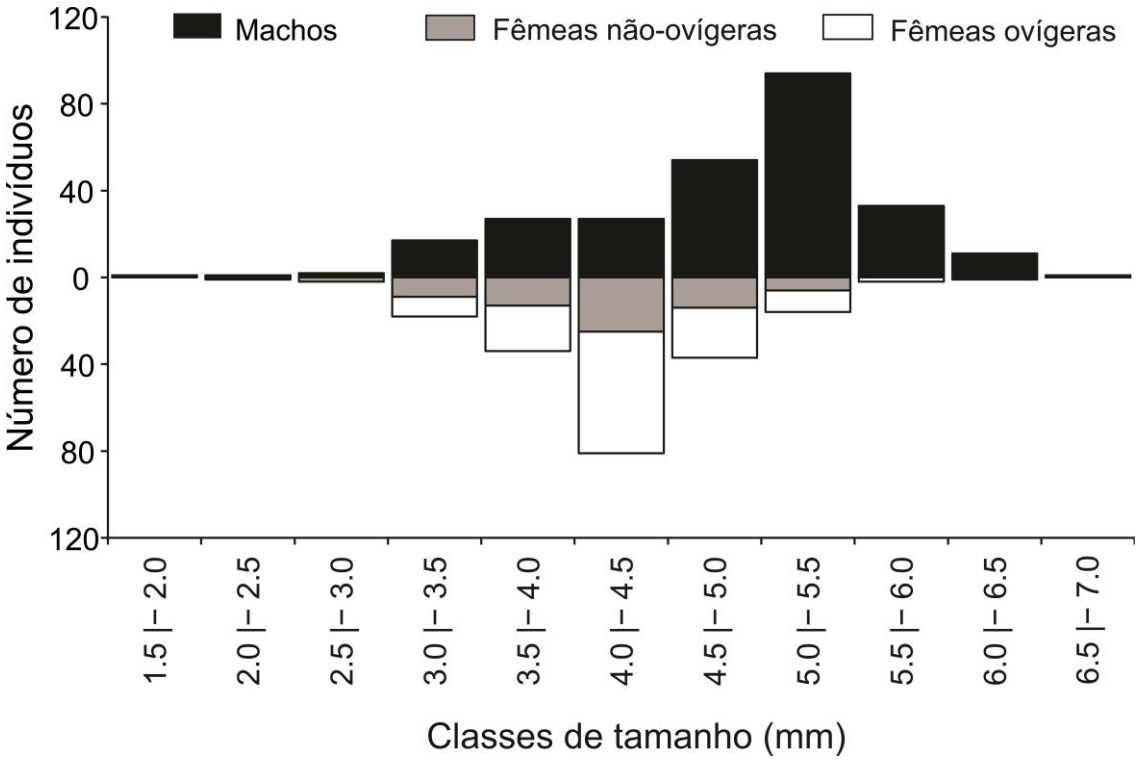


Figura 3. *P. exilis.* Distribuição de frequência dos indivíduos em classes de tamanho do escudo cefalotorácico (CEC), para os grupos de interesse.

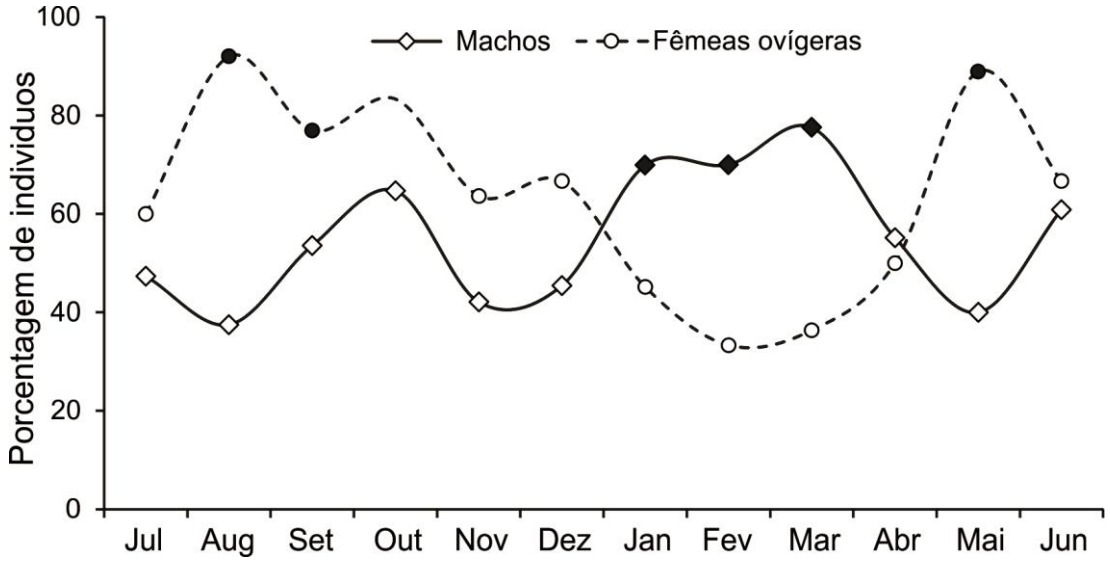


Figura 4. Porcentagem de machos em relação ao total de indivíduos, e de fêmeas ovígeras em relação ao total de fêmeas de *P. exilis* coletados na região de Macaé, estado do Rio de Janeiro. Pontos preenchidos em preto indicam diferença significativa na proporção avaliada (teste binomial; P < 0.05).

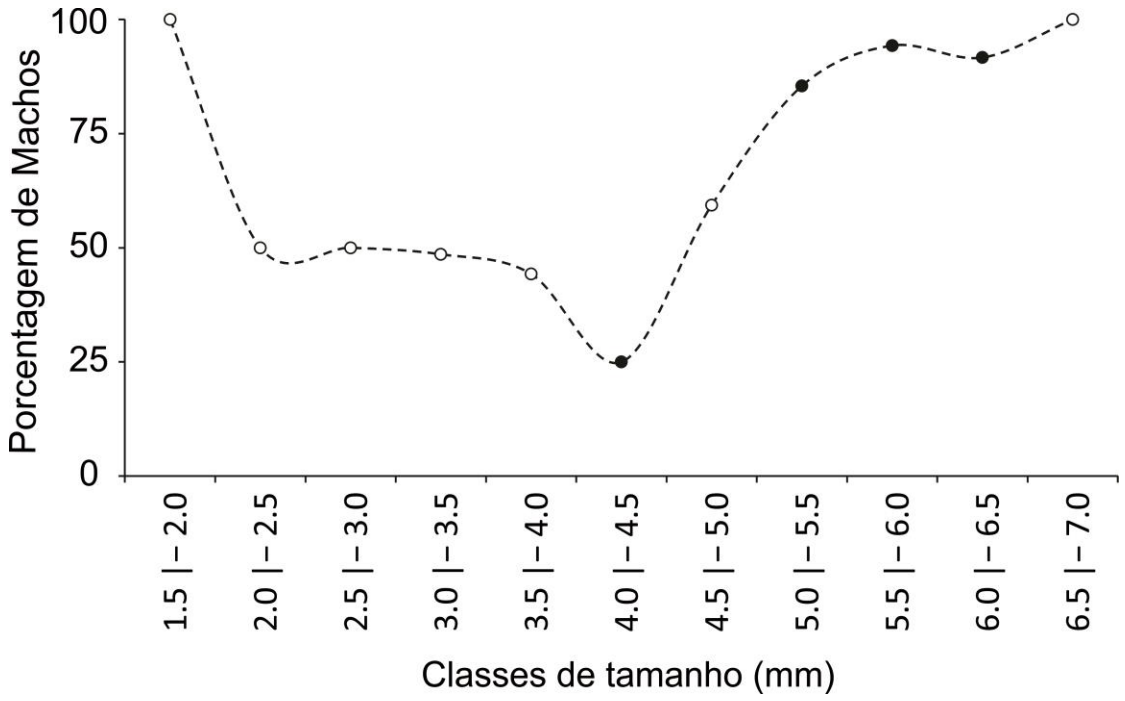


Figura 5. *P. exilis*. Percentual de machos em relação ao total de indivíduos por classe de tamanho do escudo cefalotorácico (CEC). Pontos preenchidos em preto indicam diferença significativa na proporção 1:1 (teste binomial; P < 0.05).

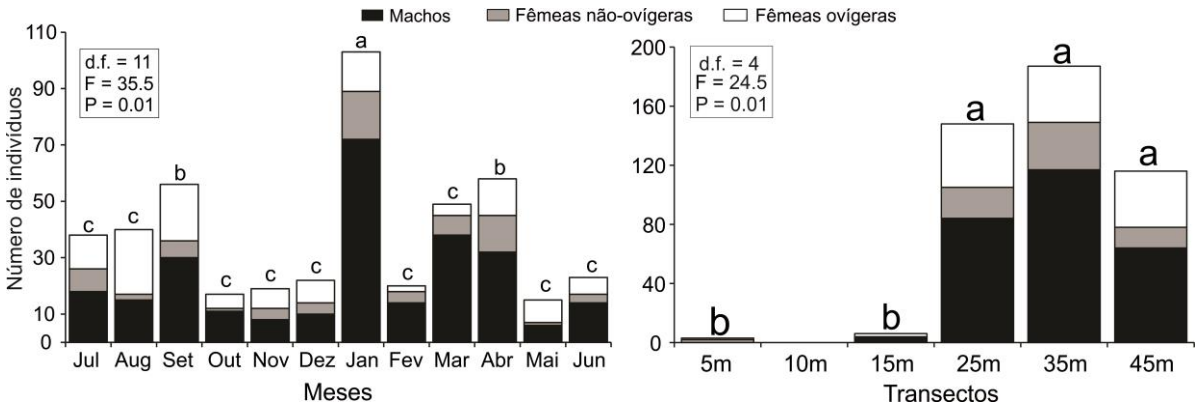


Figura 6. Número de indivíduos coletados mensalmente e por transecto (de 5 a 45 m), distribuídos de acordo com os grupos de interesse, na região de Macaé, estado do Rio de Janeiro. Letras diferentes diferiram significativamente para o total de indivíduos (ANOVA, Tukey; $P < 0.05$).

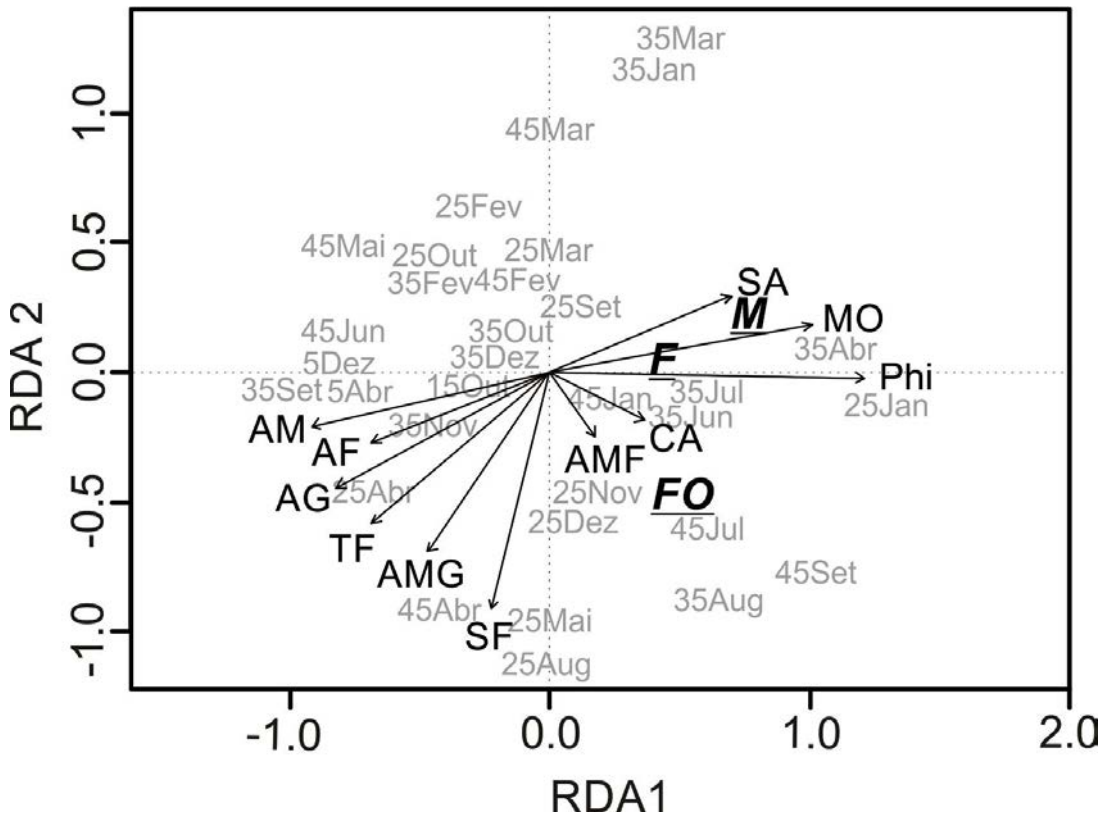


Figura 7. Diagrama de ordenação da Análise de Redundância (RDA) entre as variáveis ambientais, indicadas pelas setas, e grupos de interesse de *P. exilis*. Consulte a tabela 2, para os códigos de cada grupo demográfico e variáveis ambientais.

DISCUSSÃO

A distribuição da frequência em classes de tamanho para *P. exilis*, foi caracterizada como unimodal. De acordo com Lancaster (1990), isso ocorre devido às variações mensais que podem ser geradas devido a um recrutamento contínuo de indivíduos, ocorrência de classes de tamanho vazias e as taxas de mortalidade constantes. Este é também o modelo mais encontrados em ermitões, como *Pagurus brevidactylus* (Stimpson, 1859) (Mantelatto *et al*. 2005); *Pagurus criniticornis* (Dana, 1852) (Mantelatto *et al*. 2007b); *Loxopagurus loxochelis* (Moreira, 1901) (Bertini *et al*. 2004) *Dardanus deformis* (H. Milne-Edwards, 1836) (Litulo, 2005) e *Dardanus insignis* (Saussure, 1858) (Frameschi *et al*. 2013a; 2015) e também foi registrado para *P. exilis* por Mantelatto *et al*. (2007) no litoral do estado de São Paulo, no sudeste do Brasil.

Machos e fêmeas de *P. exilis* apresentaram padrões similares de distribuição de tamanhos, com uma distribuição com pico de ocorrência nas classes intermediárias, enquanto que os machos atingiram as maiores classes de tamanho. Segundo Wenner (1972), este padrão é o mais comum entre os crustáceos decápodes marinhos e pode ser resultante dos diferentes índices de crescimento, mortalidade ou reversão sexual. Em consonância com este autor, Hazlett (1981) afirma ainda que tal padrão pode ser uma estratégia reprodutiva, com as fêmeas investindo uma maior quantidade de energia para a reprodução, enquanto os machos a canalizam para o crescimento, como o que foi registrado para duas populações de *P. exilis*, uma na Argentina e outra no Brasil, onde independente de

alterações de outras características populacionais, ambas populações apresentaram dimorfismo sexual (Terossi *et al*. 2010).

De acordo com Frameschi *et al*. (2015) os ermitões podem exibir o padrão reprodutivo contínuo (com ou sem picos) ou padrões reprodutivos sazonais, independentemente da família e região geográfica (Litulo, 2004). Para *P. exilis*, ficou evidenciado a presença de fêmeas ovígeras ao longo de todo o ano, corroborando com a afirmação feita por Asakura & Kikuchi (1984), de que em águas subtropicais, a reprodução de crustáceos é normalmente contínua, porém em outras regiões mais frias, como no litoral Argentino, *P. exilis* concentra sua reprodução nas estações da primavera e verão, evidenciando uma plasticidade reprodutiva deste anomura, respondendo às pressões ambientais (Terossi *et al*. 2010). No presente estudo, *P. exilis* apresentou seu pico de reprodução nas estações mais frias do ano (outono e inverno), se mostrando uma exceção, pois de acordo com Negreiros-Fransozo *et al*. (1997), ermitões de regiões tropicais e subtropicais tendem a concentrar seu período reprodutivo nos meses quentes do ano, quando os recursos alimentares para as larvas são abundantes e as altas temperaturas aceleram o processo de metamorfose. Esta exceção pode ser considerada uma estratégia reprodutiva apresentada por *P. exilis* para a região de Macaé, visando não só a menor competição na fase larval, como também o assentamento dos juvenis, o que diminui a competição por conchas de gastrópodos quando jovens (Fotheringham & Bagnall, 1976; Pardo *et al.* 2007; Frameschi *et al*. 2013b).

A dinâmica de massas de água na região de Macaé causada pela ACAS é observada durante os meses de primavera e verão, em profundidades sub

superficiais, de modo que a ressurgência é raramente observada durante este período (Castro-Filho & Miranda 1998; De Léo & Pires-Vanin, 2006). Essa variação ambiental pode ter influenciando na maior abundância de *P. exilis* durante o verão. No litoral norte do estado de São Paulo, a maior ocorrência desta espécie foi registrada no inverno por Hebling *et al*. (1994) e Fransozo *et al*. (2008).

Em um estudo de Meireles *et al*. (2006), na região de Caraguatatuba, *P. exilis* foram capturados principalmente nos transectos com profundidades de 15, 25 e 35 metros, indo de encontro com os resultados de Fransozo *et al.* (2008) na região de Ubatuba, onde a maior ocorrência foi registrada nas profundidades de 35 e 40 m. Estes autores apontam a temperatura e as características do sedimento como responsáveis pela distribuição espacial nestas regiões. Na região de Macaé, *P. exilis* foi encontrado por nós somente nas maiores profundidades (25, 35 e 45m), as quais têm predominantemente água mais fria em relação às regiões mais rasas. Tal relação foi apontada pela análise de redundância (RDA), onde também foram evidenciadas relações com a porcentagem de matéria orgânica, o tamanho médio do grão (Phi), silte e argila. Atribuímos estas relações com o sedimento ao comportamento de se enterrar apresentado por *P. exilis* (Mantelatto *et al*. 2007). A relação com temperatura parece ser limitante para sua distribuição, uma vez que a espécie é encontrada apenas em regiões de águas mais frias (Atlântico Sul, Melo, 1999; Boschi 2000). Ao avaliar e estrutura populacional de Portunoidea em três regiões do litoral brasileiro, Andrade *et al*. (2015), concluiram que as baixas temperaturas e grãos mais finos do sedimento encontrados em Macaé foram responsáveis pela presença dos siris *Achelous spinimanus* (Stimpson, 1871) e

Achelous spinicarpus (Stimpson, 1871) e pela maior abundância da espécie *Arenaeus cribarius* (Lamarck, 1818), principalmente durante o verão e outono, devido à influência da ressurgência. Fato este que também foi encontrado em um estudo realizado por Pantaleão *et al.* (2015), onde foi comparado a ocorrência e distribuição de camarões entre a região de Ubatuba, litoral do estado de São Paulo, e a região de Macaé, no litoral do Rio de Janeiro, e as baixas temperaturas bem como a variação no sedimento foram os fatores responsáveis pela oscilação temporal e espacial da espécies encontradas em Macaé.

A relação entre os grupos de interesse de *P. exilis* e os fatores ambientais evidenciou que baixas temperaturas e substratos predominantemente finos com grande teor de matéria orgânica são os principais fatores que influenciam a distribuição populacional da espécie. Em Macaé, as profundidades superiores a 25m são diretamente mais atingidas pelo fenômeno da ressurgência, que se intensifica durante o verão, o que propicia condições mais favoráveis para o estabelecimento de um maior número de indivíduos de *P. exilis*. Tais resultados sustentam a ideia de que as condições encontradas em Macaé são primordiais para o estabelecimento de *P. exilis*.

REFERÊNCIAS

Acha, EM; Mianzan, HW; Guerrero, RA. Favero, M. & Bava, J. 2004. Marine fronts at the continental shelves of austral South America physical and ecological processes. J. Mar. Syst., 44: 83-105.

Andrade, LS; Frameschi, IF; Costa, RC; Castilho, AL & 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.

Asakura, A. & Kikuchi, T. 1984. Population ecology of the sand dwelling hermit crab, *Diogenes nitidimanus*. Terao. 2. Migration and life history. Publications from the Amakusa Marine Biological Laboratory, 7(2):109-123.

Bertini, G. & Fransozo, A. 2002. Breeding season of the hermit crab *Petrochirus diogenes* (Anomura, Diogenidae) in the north coast of São Paulo state, Brazil. In: Escobar-Briones E. & Alvarez, F. (eds). Modern Approaches to the Study of Crustacea. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York. pp. 145-150

Bertini, G; Fransozo, A & Braga, AA. 2004. Ecological distribution and reproductive period of the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Anomura, Diogenidae) on the northern coast of São Paulo State, Brazil. Journal of Natural History, 38(18): 2331-2344.

Bertness, M.D. 1980. Shell preference and utilization patterns in littoral hermit crabs of the Bay of Panama. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 48(1): 1-16.

Boschi, EE. 2000. Species of decapod crustaceans and their distribution in the American marine zoogeographic provinces. Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero, 13: 7-136.

Campos, EJD; Velhote, D. & Silveira, ICA. 2000. Shelf break upwelling driven by Brazil Current cyclonic meanders. Geophys. Res. Lett., 27: 751-754.

Castro-Filho, BM. & Miranda, L.B. 1998. Physical oceanography of the western Atlantic continental shelf located between 4o N and 34o S. *In*: Robinson, AR. & Brink, KH. (eds.). The sea. Wiley, New York, 2: 209-251.

De Léo, FC. & Pires-Vanin, AMS. 2006. Benthic megafauna communities under the influence of the South Atlantic Central Water intrusion onto the Brazilian SE shelf: A

comparison between a upwelling and a non-upwelling ecosystem. Journal of Marine Systems, 60:268–284.

Forest, J. & Saint-Laurent, M. 1968. Campagne de la Calypso au large des côtes Atlantiques del'Amérique du Sud (1961–1962). I – 6. Crustacés Décapodes: Pagurides. Annales de l'Institut Océanographique, 45: 47–169

Fotheringham, N. & Bagnall, RA. 1976. Seasonal variation in the occurrence of planktonic larvae of sympatric hermit crabs. J. Exp. Mar.Biol. Ecol., 21: 279-287.

Frameschi, IF; Andrade, LS; Alencar, CERD; Fransozo, V; Teixeira, GM. & Fernandes-Góes, LC. 2013b. Shell occupation by the South Atlantic endemic hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Moreira, 1901) (Anomura: Diogenidae). Nauplius, 21(2): 137-149.

Frameschi, IF; Andrade, LS; Alencar, CERD; Teixeira, GM; Fransozo, V; Fernandes-Góes, LC. & Fransozo, A. 2015. Life-history traits of the red brocade hermit crab *Dardanus insignis* on the subtropical Brazilian coast. Marine Biology Research, 11(3), 283-293.

Frameschi, IF; Andrade, LS; Fransozo, V; Fernandes-Goes, LC. & Cobo,VJ. 2013a. Analysis of populational structure of the hermit crab *Dardanus insignis* (Anomura: Diogenidae) near coastal islands in southeastern Brazil: a study of 14 years ago. Braz. J. Aquat. Sci. Technol., 17(2):17-25.

Frameschi, IF; Andrade, LS; Taddei, FG; Fransozo, V. & Fernandes-Goés, LC. 2014. Assemblage of hermit crabs near coastal islands in southeastern Brazil. Neotropical Biology and Conservation, 9(1): 9-19.

Franchito, SH; Rao, VB; Stech, JL; Lorenzzetti, JA. 1998. The effect of coastal upwelling on the sea-breeze circulation at Cabo Frio, Brazil: a numerical experiment. Ann. Geophys-Atmos. Hydro Space Sci.,16: 866-881.

Fransozo, A; Bertini, G; Braga, AA. & Negreiros-Fransozo, ML. 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; Negreiros-Fransozo, ML; Mantelatto, FLM; Pinheiro, MAA. & Santos, S. 1992. Composição e distribuição dos Brachyura (Crustacea, Decapoda) do sublitoral não consolidado na Enseada da Fortaleza, Ubatuba (SP). Rev. Bras. Biol., 52(4):667–675

Håkanson, L. & Jansson, M. 1983. Principles of Lake Sedimentology. Springer Verlag, Berlin. 177 p.

Hazlett BA, 1981. The behavioural ecology of hermit crabs. Annual Review of Ecology and Systematics, 12:1−22.

Hebling, NJ; Mantelatto, FLM, Negreiros-Fransozo, ML. & Fransozo, A. 1994. Levantamento e distribuição de braquiúros e anomuros (Crustacea: Decapoda) dos sedimentos sublitorais da região da Ilha Anchieta, Ubatuba (SP). Boletim do Instuto de Pesca, 21:1–9.

Jongman, R; ter Braak, CJF. & Van Tongeren, O. 1995. Data Analysis in Community and Landscape Ecology. Cambridge University Press, Cambridge. 299 p.

Lana, P.C., Camargo, M.G., Brogim, R.A., Isaac, V.J., 1996. O Bentos da Costa Brasileira: Avaliação Crítica e Levantamento Bibliográfico. FEMAR, Rio de Janeiro.

Lancaster, I. 1990. Reproduction and life history strategy of the hermit crab *Pagurus bernhardus*. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 70:129−142.

Levene, H. 1960. Robust tests for equality of variances. Contributions to probability and statistics: Essays in honor of Harold Hotelling, 2: 278-292.

Litulo, C. 2004. Fecundity and breeding biology of the hermit crab *Diogenes brevirostris* (Stimpson, 1858) (Anomura: Diogenidae) from southern Mozambique. Invert. Reprod. Develop., 46: 41-46.

Litulo, C. 2005. Population structure and reproduction of the hermit crab *Dardanus deformis* (Anomura: Diogenidae) in the Indian Ocean. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 85(4): 883-887.

Macpherson, E. & Raventos, N. 2004. Population structure and reproduction of three sympatric species of hermit crabs in north-western Mediterranean. J. Mar. Biol. Assoc. UK., 84: 371-376.

Mahiques, MM; Silveira, ICA; Sousa, SHM; & Rodrigues, M. 2002. Post-LGM sedimentation on the outer shelf–upper slope of the northernmost part of the São Paulo Bight, southeastern Brazil. Mar. Geol., 181(4): 387–400

Mantelatto FL; Biagi R; Meireles AL. & Scelzo MA. 2007c. Shell preference of the hermit crab *Pagurus exilis* (Anomura, Paguridae) from Brazil and Argentina: \aa comparative study. Revista de Biologıa Tropical, 55: 153–162.

Mantelatto FL; Espósito DLA; Terossi, M; Biagi, R. &, Meireles AL. 2007a. Population features of the western Atlantic hermit crab *Pagurus exilis* (Anomura, Paguridae) in Brazil. Atlántica, 29: 109–116

Mantelatto, F L; Christofoletti, RA. & Valenti, WC. 2005. Population structure and growth of the hermit crab *Pagurus brevidactylus* (Anomura: Paguridae) from the northern coast of São Paulo, Brazil. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 85(1): 127-128.

Mantelatto, FL; Faria, FC; Iossi, CL. & Biagi, R. 2007b. Population and reproductive features of the western Atlantic hermit crab *Pagurus criniticornis* (Anomura, Paguridae) from Anchieta Island, southeastern Brazil. Iheringia, 97(3), 314-320.

Mantelatto, FLM. & 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, FLM; Martinelli, JM & Fransozo, A. 2004. Temporal-spatial distribution of the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Decapoda, Diogenidae) from Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil. Rev Biol Trop., 52(1):47−55

McArdle, BH. & Anderson, MJ. 2001. Fitting Multivariate Models to Community Data: A Comment on Distance-Based Redundancy Analysis. Ecology, 82: 290–297. http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658 (2001)082[0290: FMMTCD] 2.0.CO; 2

Mccune, B. & Grace, J.B. 2002. Analysis of ecological communities. MJM Software Design, Gleneden Beach. 284p.

Meireles, AL; Terossi, M; Biagi, R & Mantelatto, FL. 2006. Spatial and seasonal distribution of the hermit crab *Pagurus exilis* (Decapoda: Paguridae) in the Southern coast of Brazil. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 41: 87-95.

Melo, GAS. 1999. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda do litoral brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuridea e Astacide. Editora Plêiade, São Paulo. 551p.

Negreiros-Fransozo, ML; Fransozo, A; Mantelatto, FLM; Pinheiro, MAA & Santos, S. 1997. Anomuran species (Crustacea, Decapoda) and their ecological distribution at Fortaleza Bay sublitoal, Ubatuba, São Paulo, Brazil. Iheringia, 83: 187-194.

Oksanen, J; Blanchet, FG; Kindt, R; Legendre, P; Minchin, PR; O'Hara, RB. & Imports, MASS. 2013. Package 'vegan'. Community ecology package, version, 2(9).

Pallas, A; García-Calvo, B; Corgos, A; Bernárdez C. & Freire, J. 2006. Distribution and habitat use patterns of benthic decapod crustaceans in shallow waters: a comparative approach. Mar Ecol Prog Ser 324:173–184.

Pantaleão, JAF; Carvalho-Batista, A; Fransozo, A & Costa, RC. 2015. The influence of upwelling on the diversity and distribution of marine shrimp (Penaeoidea and Caridea) in two tropical coastal areas of southeastern Brazil. Hydrobiologia, 1-15. DOI 10.1007/s10750-015-2429-4

Pardo, ML; Piraud, F; Mantelatto, FL. & Ojeda, PF. 2007. Ontogenetic pattern of resource use by the tiny hermit crab *Pagurus villosus* (Paguridae) from the temperate Chilean coast. J Exp Mar Biol Ecol., 353:68−79

Peck, JE. 2010. Multivariate analysis for community ecologists: step-by-step using PC-ORD. MjM Software Design, Gleneden Beach. 162p.

Peres-Neto, PR; Jackson, DA. & Somers, KM. 2005. How many principal components? Stopping rules for determining the number of non-trivial axes revisited. Computational Statistics & Data Analysis, 49(4): 974-997.

Peterson, RG. & Stramma, L. 1991. Upper-level circulation in the South Atlantic Ocean. Progress in Oceanography, 26(1): 1-73.

Sancinetti, GS; Azevedo, A; Castilho, AL;, Fransozo, A. & Costa, RC. 2014. How marine upwelling influences the distribution of *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea)?. Latin American Journal of Aquatic Research, 42(2): 322-331.

Scelzo MA. & Boschi EE. 1969. Desarrollo larval del cangrejo ermitaño *Pagurus exilis* (Benedict) en laboratorio. Physis, 29:165–184.

Shapiro, SS & Wilk, MB. 1965. An analysis of variance for normality (complete samples). Biometrika, 52:591−611.

Suguio, K. 1973. Introdução à sedimentologia. Edgar Blücher, São Paulo.

Sumida, PYG. & Pires-Vanin, AMS. 1997. Benthic associations of the shelf break and upper slope off Ubatuba-SP, south-eastern Brazil. Estuar. Coast. Shelf Sci., 44: 779–784.

Terossi M., Espósito D.L.A., Meireles AL; Biagi R. & Mantelatto FL. 2006. Pattern of shell occupation by the hermit crab *Pagurus exilis* (Anomura, Paguridae) on the northern coast of Sao Paulo State, Brazil. Journal of Natural History, 40:77–87

Terossi, M; Torati, LS; Miranda, I; Scelzo, MA. & Mantelatto, FL. 2010. Comparative reproductive biology of two southwestern Atlantic populations of the hermit crab *Pagurus exilis* (Crustacea: Anomura: Paguridae). Marine Ecology, 31: 584-591.

Tucker, M. 1988. Techniques in Sedimentology. Blackwell Scientific Publications, Boston. 394 p.

Van Hoey, GV; Degraer, S. & Vincx M. 2004. Macrobenthic community structure of softbottom sediments at the Belgian continental shelf. Estuar Coast Shelf Sci., 59:599−613.

Wenner, A.M. 1972. Sex ratio as a function of size in marine Crustacea. Am. Nat. 106: 321-350.

Wentworth, W.C. 1922. Grade and class terms for clastic sediments. Journal of Geology, 30:377−392.

Wilson, K., & Hardy, I.C. 2002. Statistical analysis of sex ratios: an introduction. In: Sex ratios: concepts and research methods. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 48-92.

Zar, JH. 1996. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, New Jersey. 662p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo gerou importantes resultados sobre composição dos anomuros presentes na região, bem como sobre a estrutura da assembleia dos ermitões e sua relação com os fatores ambientais. Também foram abordadas informações sobre a dinâmica populacional de *Pagurus exilis* (Benedict, 1892), na região de Macaé, no litoral norte do Estado do Rio de Janeiro.

Durante o período de amostragem de um ano, foram realizados 72 arrastos, e foi coletado um total de 610 indivíduos pertencentes a 5 espécies, 5 gêneros, 3 famílias e duas superfamílias. Foram capturados 3 espécies da família Diogenidae Ortmann, 1892, *Dardanus insignis* (Saussure, 1858), *Loxopagurus loxochelis* (Moreira, 1901) e *Petrochirus diogenes* (Linnaeus, 1758), uma da família Paguridae Latreille, 1803, *P. exilis*, e uma espécie da família Porcellanidae Haworth, 1825, *Porcellana sayana* (Leach, 1820). O ermitão *P. exilis* foi o mais abundante ao longo do período estudado, seguido por *L. loxochelis* e *D. insignis* e apenas um indivíduo da espécie *P. diogenes* foi capturado. Já a espécie *P. sayana* foi captura exclusivamente associada aos ermitões da espécie *D. insignis*. Os indices ecológicos oscilaram de acordo com a espécie que foi dominante *P. exilis*, devido à sua abundância consideravelmente maior.

Todos os fatores ambientais mensurados foram reduzidos em dois eixos principais (PC´s), explicando 71.4% da variabilidade total dos dados, sendo que a ordenação evidenciou a distinção ambiental espacial entre as duas áreas amostradas na região: “interna” e “externa”. A análise da assembleia também evidenciou a maior abundancia da espécie *P. exilis* em relação às demais. Todavia

demonstrou também uma segregação espacial, onde *P. exilis* e *D. insignis*, ocorreram principalmente nos transectos de 25, 35, 45 m, que correspondem a área externa, enquanto *L. loxochelis* habitou principalmente os transectos mais rasos 5, 10, 15 m, ou seja, a parte interna da enseada. Em relação à análise temporal a maior ocorrência de *P. exilis*, foi principalmente nos meses do outono e verão, enquanto *D. insignis* foi mais capturado durante o inverno e *L. loxochelis* teve sua maior ocorrência ao longo dos meses da primavera.

As correlações entre as variáveis ambientais e os eixos da ordenação mostram que a temperatura de fundo, matéria orgânica e as frações do sedimento apresentaram maior relação com a distribuição das espécies. Na ordenação foi possível observar preferencias distintas entre as espécies de ermitões que compõe a assembleia, mesmo com todas relacionando-se com o primeiro eixo principalmente. A espécie *L. loxochelis* exibiu uma relação direta com a areia fina, e outra inversa ao silte e argila,e areia muito fina, enquanto *D. insignis* apresentou uma maior relação com a matéria orgânica e a areia muito grossa. Já a ocorrência do ermitão *P. exilis* foi associado principalmente as variações da temperatura de fundo.

Quanto a avaliação da dinâmica populacional de *P. exilis*, um total de 460 indivíduos foram capturados, sendo 268 (58.3%) machos, 70 (15.2%) fêmeas não ovígeras e 122 (26.5%) fêmeas ovígeras. O tamanho médio da população foi de 4.31 ± 0.72 milímetros CEC; as fêmeas não ovígeras e ovígeras não diferiram, porém foram significativamente menores do que os machos, caracterizando dimorfismo sexual. O período reprodutivo foi contínuo, com fêmeas ovígeras

ocorrendo em todos os meses. As fêmeas ovígeras demonstraram uma influência direta da matéria orgânica, do tamanho médio do grão e da salinidade de fundo na sua distribuição. Já os machos e fêmeas não-ovígeras, relacionaram-se com a matéria orgânica, Phi, silte e argila, e a temperatura de fundo.

Vários estudos recentes apontam que variáveis ambientais como temperatura, salinidade e composição de substrato, desempenham um papel importante na estruturação ecológica de muitos crustáceos decápodes. As variações temporais observadas na composição e abundância, bem como na distribuição batimétrica dos ermitões na região de Macaé, refletem um fenômeno ambiental regional, que afeta diferentemente cada espécie. A temperatura de fundo é uma das influências mais fortes, porque se mantem abaixo de 20 °C durante parte do ano, a salinidade também apresenta valores acima de 36, chegando a 38 durante os meses de outono. Estas características decorrem da elevação térmica, respondendo a entrada e saída de ACAS, de distúrbios mecânicos gerados por ondas de entrada e frentes frias, bem como a ressurgência. Considerando que a região aqui estudada explora exclusivamente o ambiente marinho e possui grande importância para a economia regional e nacional, estudos de levantamento da fauna são primordiais para identificar a presença de espécies. As informações aqui apresentadas, como a coexistência entre os ermitões, aliada aos estudos já realizados na região de Macaé, induzem a preservação da biodiversidade marinha, focando na conservação e criação de áreas de proteção.