

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS - CAMPUS DE BOTUCATU

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO - ZOOLOGIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**DISTRIBUIÇÃO ECOLÓGICA E DINÂMICA POPULACIONAL DO
CAMARÃO BARBA-RUÇA *Artemesia longinaris* SPENCE BATE, 1888
(CRUSTACEA: DECAPODA: PENAEOIDEA) NO LITORAL SUDESTE DO
BRASIL: UMA COMPARAÇÃO ENTRE 20 ANOS**

FRANCISLENE KARINA MARTINS

ORIENTADOR: Prof. Dr. Adilson Fransozo

BOTUCATU - SÃO PAULO

2019

**DISTRIBUIÇÃO ECOLÓGICA E DINÂMICA
POPULACIONAL DO CAMARÃO BARBA-RUÇA
Artemesia longinaris SPENCE BATE, 1888 (CRUSTACEA:
DECAPODA: PENAEOIDEA) NO LITORAL SUDESTE
DO BRASIL: UMA COMPARAÇÃO ENTRE 20 ANOS**

FRANCISLENE KARINA MARTINS

ORIENTADOR: Prof. Dr. Adilson Fransozo

Dissertação apresentada ao curso de pós-graduação em Ciências Biológicas - Zoologia, do Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Campus de Botucatu, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas - Área de Concentração: Zoologia

BOTUCATU - SÃO PAULO

2019

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

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: LUCIANA PIZZANI-CRB 8/6772

Martins, Francislene Karina.

Distribuição ecológica e dinâmica populacional do camarão barba-ruça *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888 (crustacea: decapoda: penaeoidea) no litoral sudeste do Brasil : uma comparação entre 20 anos / Francislene Karina Martins. - Botucatu, 2019

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

Orientador: Adilson Fransozo

Capes: 20400004

1. Decapode (Crustáceo). 2. Dinâmica populacional. 3. Pesca de arrastão. 4. Biologia - População.

Palavras-chave: Decapoda; Dinâmica populacional; Pesca de arrasto; População.

RESPONSÁVEL: LUCIANA PIZZANI-CRB 8/6772

EPÍGRAFE

*Da luta não me retiro
Me atiro do alto e que me atirem no peito
Da luta não me retiro!*

Fernando Anitelli

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação às mulheres da minha vida (minha mãe Rosa, minha irmã Marry e minha avó Orlanda) e ao meu pai Luiz. A primeira, por me preparar para o mundo de forma única; a segunda, por me ensinar diariamente lições de empatia e bondade; a terceira, por me mostrar o quanto simples pode ser a nossa existência e ao último, por nunca julgar minhas escolhas.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, *Dr. Adilson Fransozo* por todas as condições oferecidas para o desenvolvimento desta dissertação e principalmente por ter compartilhado toda experiência como pesquisador e professor.

Ao *Dr. Fernando Mantelatto*, por disponibilizar os dados referentes ao primeiro período deste estudo, além de contribuir com valiosas sugestões no decorrer do trabalho.

Ao *Dr. Rogério Caetano da Costa*, por coordenar, juntamente com o professor Adilson, o segundo período de coletas deste estudo, e contribuir com seu conhecimento e sugestões, tanto no trabalho de campo, quanto nas etapas de análise dos dados e redação desta dissertação.

À *Dra. Maria Lúcia Negreiros-Fransozo*, pelo grande exemplo de profissionalismo, gentileza, e por estar sempre disposta a ajudar e compartilhar conhecimento.

À *Fundação de Amparo à Pesquisa (FAPESP)*, por financiar as coletas referentes ao primeiro período deste trabalho (95/2833-0) e a *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)* pela bolsa de estudo concedida.

Ao *Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)* e a *Polícia Florestal*, por concederem a licença para a coleta do material.

À *Seção de Pós-Graduação* e ao *Departamento de Zoologia*, juntamente com todos os funcionários: *Davi Müller, Flávio da Silva, Hamilton Rodrigues, Roseli*

Aguiar, Silvio Almeida e tantos outros, muito obrigada pelo profissionalismo e competência. *Dona Maria*, obrigada por sempre ter um abraço e uma risada para oferecer.

Ao comandante da embarcação *Progresso, Djalma Rosa (Passarinho)*, pela dedicação durante as coletas e a toda sua família pelo acolhimento.

Ao Núcleo de Estudos em Biologia, Ecologia e Cultivo de Crustáceos (NEBECC) por toda infraestrutura e materiais disponibilizados a aos integrantes deste grupo de pesquisa que trabalharam nas coletas referentes ao primeiro período de estudo *Dra. Eliani Rodrigues da Silva, Dra. Giovana Bertini, Dra. Lissandra Corrêa Fernandes Góes* e *Dr. Rogério Caetano da Costa*, sem os quais seria impossível a realização desta dissertação.

Ao Laboratório de Biologia de Camarões Marinhos e de Água Doce (LABCAM), em especial aos membros *Júlia Perroca* e *Emerson Piantkoski* por toda colaboração durante as coletas referentes ao segundo período.

Aos membros maravilhosos do laboratório *Aline Nonato de Sousa, Amanda Thais Godoy, Camila Hipólito Bernardo, Camilo Ribeiro de Lima, Gabriel Fellipe Barros Rodrigues, Jeniffer Natália Teles, Thiago Elias da Silva* e *Verônica Pereira Bernardes*, muito obrigada por todas as discussões, críticas e sugestões e por todos os momentos leves e de descontração. Obrigada também pela sensibilidade, paciência, compreensão e por serem essas pessoas iluminadas. Sou imensamente grata por todo acolhimento e por terem me dado a oportunidade de ver um pouquinho do quão incríveis vocês são. Ao recém-chegado *Mateus Pereira Santos*, muito obrigada

por ser você e por ter cruzado meu caminho. Você sabe da luz que traz, e todos os motivos pelos quais sou grata pela sua chegada.

Aos roommates *Verônica* e *Camilo*, muito obrigada por me proporcionarem a chance de evoluir diariamente como ser humano, vocês foram muito importantes no meu crescimento pessoal.

À todos os meus amigos que não estão ligados ao laboratório, mas que se fizeram presentes (alguns de perto, outros de longe) em momentos importantes e decisivos durante o mestrado, saibam que sou imensamente grata a vocês!

Em especial as pessoas mais essenciais da minha existência: minha mãe *Rosa* e minha irmã *Marryellen*, as mulheres que foram e sempre serão meu maior exemplo e sempre me ofereceram todo amor e compreensão do mundo todas as vezes que precisei. Ao meu pai *Luiz* e minha avó materna *Orlanda*, muito obrigada por sempre me desejarem o melhor, não só agora, mas em todos os momentos da minha vida, desde o momento que tomaram conhecimento da minha existência. Vocês foram fundamentais na minha formação como pessoa e na minha jornada até aqui. Aos demais familiares (*Daniel*, *Tianinha*, *tio Ademir*, *tio Paulo*) que direta ou indiretamente me ofereceram apoio e compartilharam valores, muito obrigada! E um agradecimento a pessoinha mais fofa desse mundo (*João Lucas*), que mesmo de longe, trouxe leveza, calma e inocência para os meus dias. Eu amo vocês!

Muito obrigada!

SUMÁRIO

| | |
|-----------------------------|---|
| Considerações iniciais..... | 2 |
| Referências..... | 8 |

Capítulo I - Padrões de distribuição do camarão *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888 (Crustacea, Penaeoidea) e a relação com os fatores abióticos em diferentes escalas temporais

| | |
|-------------------------|----|
| Resumo..... | 12 |
| Introdução..... | 13 |
| Material e Métodos..... | 16 |
| Área de estudo..... | 16 |
| Amostragem..... | 18 |
| Análise dos dados..... | 21 |
| Resultados..... | 22 |
| Discussão..... | 33 |
| Referências..... | 41 |

Capítulo II - Dinâmica populacional do camarão *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888 (Crustacea, Penaeoidea) em dois períodos distintos: intervalo de 20 anos

| | |
|---------------------------|----|
| Resumo..... | 52 |
| Introdução..... | 53 |
| Material e Métodos..... | 56 |
| Resultados..... | 60 |
| Discussão..... | 72 |
| Referências..... | 76 |
| Considerações finais..... | 83 |

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O subfiló Crustacea constitui um dos maiores grupos entre os Arthropoda, com cerca de 67.000 espécies conhecidas (Brusca & Brusca, 2007), incluindo alguns dos invertebrados mais populares, como caranguejos, camarões, lagostins e tatuzinhos de jardim. Os crustáceos estão entre os animais com maior diversidade de designs corporais e habitats ocupados (Martin & Davis, 2001), podendo ser encontrados em praticamente todas as latitudes, desde regiões equatoriais às polares; desde a região costeira até o mar profundo dos oceanos; nos ecótonos, como os estuários e o costão rochoso; em cavernas subaquáticas; em águas continentais; no ambiente terrestre e associados a outros animais, vivendo em simbiose (Fransozo & Negreiros-Fransozo, 2016).

Dentro desse grupo, a ordem Decapoda destaca-se como uma das mais representativas, compreendendo cerca de 1/3 de todas as espécies de crustáceos conhecidas e com aproximadamente 233 famílias (53 exclusivamente fósseis), 2.725 gêneros e 17.635 espécies (incluindo espécies viventes e fósseis) (De Grave *et al.*, 2009). O nome Decapoda sugere a sua principal característica diagnóstica (do grego, “dez patas”): cinco pares de patas. Os representantes desse grupo são muito diversificados, ocorrendo em todas as profundidades de todos os ambientes aquáticos e alguns, ainda, passam parte ou a maior parte da vida no ambiente terrestre (Fransozo & Negreiros-Fransozo, 2016). Essa ordem engloba organismos que se destacam por apresentar alto valor comercial, como camarões, lagostas, siris e caranguejos.

Os Decapoda estão reunidos em duas grandes subordens, os **Dendrobranchiata** Bate, 1888 e os **Pleocyemata** Burkenroad, 1963. Os Pleocyemata são extremamente diversificados quanto à forma, tornando-se difícil uma generalização morfológica; apresentam em comum brânquias dos tipos filo e tricobranquiadas e ovos aderidos aos pleópodos durante a incubação. Essa subordem é representada por dez infraordens: **Achelata** Scholtz & Richter, 1955 e **Polichelida** Scholtz & Richter, 1955 (lagostas); **Anomura** MacLeavy, 1838 (ermitões, porcelanídeos, tatuíras); **Astacidea** Latreille, 1802 (lagostins de água doce); **Axiidea** Huxley, 1979 e **Gebiidea** Saint Laurent, 1979 (corruptos); **Brachyura** Linnaeus, 1758 (caranguejos e siris); **Caridea** Dana, 1852 (camarões carídeos); **Glypheida** Winkler, 1882 (maioria fóssil) e **Stenopodidea** Spence Bate, 1888 (camarões palhaço) (Fransozo & Negreiros-Fransozo, 2017). A subordem Dendrobranchiata, cujas características principais são a presença de brânquias do tipo dendrobranquiadas e desenvolvimento embrionário sem a incubação dos ovos, compreende os camarões verdadeiros e está representada por duas superfamílias: **Penaeoidea** Rafinesque, 1815 e **Sergestoidea** Dana, 1852.

Entre os Penaeoidea, sete famílias são conhecidas: **Aegeridae** Burkenroad, 1963; **Aristeidae** Wood-Mason & Alcock, 1891; **Benthescymidae** Wood-Mason & Alcock, 1891; **Carpopenaeidae** Garassino, 1994; **Penaeidae** Rafinesque, 1815; **Sicyoniidae** Ortmann, 1898 e **Solenoceridae** Wood-Mason & Alcock, 1891 (De Grave *et al.*, 2009). Destas, a família Penaeidae é a mais abundante e a melhor conhecida entre os Penaeoidea (Dall *et al.*, 1990) e inclui inúmeras espécies de

interesse econômico, amplamente exploradas tanto pela pesca industrial quanto pela pesca artesanal de arrasto no litoral brasileiro (D’Incao *et al.*, 2002).

A espécie alvo da presente dissertação, *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888 (Figura 1), conhecida popularmente no Brasil como “camarão barba-ruça”, “camarão serrinha” ou “pintadinho” está inserida na superfamília Penaeoidea, família Penaeidae, sendo a única espécie do gênero *Artemesia* Spence Bate, 1888. Sua distribuição geográfica é restrita ao Atlântico Ocidental Sul, ocorrendo desde Atafona (21°S) (Rio de Janeiro, Brasil), até a província de Chubut (43°S) (Argentina) (Boschi, 1969; D’Incao, 1995; Costa *et al.*, 2003). A distribuição batimétrica dessa espécie vai desde águas rasas, até 125 metros de profundidade (Costa *et al.*, 2003). Este camarão desempenha um importante papel ecológico nas relações tróficas marinhas, contribuindo para a estabilidade das comunidades bentônicas (Boschi, 1969; Gavio & Boschi, 2004). Adicionalmente, *A. longinaris* é explorada pela pesca industrial e artesanal ao longo de toda sua área de distribuição (Boschi, 1969; D’Incao *et al.*, 2002).



Figura 1. *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888. Vista lateral de um exemplar adulto (imagem retirada de Costa *et al.*, 2003).

A exploração de camarões constitui uma atividade de grande importância em todo o mundo, gerando elevados benefícios econômicos, especialmente para os países em desenvolvimento (Colinders, 2006; Gillett, 2008). O Brasil ocupa o 15º lugar na lista de desembarque mundial de camarões, sendo que, no ano de 2016, a produção anual foi de 34.050 toneladas e nos últimos 20 anos, essa produção variou de 28.025 toneladas (2001) à 40.975 toneladas (1995) (FAO, 2016). Entre as espécies responsáveis por essa produção, pode-se destacar os camarões-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) e *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967); o camarão-branco *Litopenaeus schimitti* (Burkenroad, 1936); o camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862); o camarão barba-ruça *A. longinaris* e o camarão-santana *Pleoticus muelleri* (Spence Bate, 1888) (D’Incao *et al.*, 2002). Em 2016, a captura destes camarões resultou em um total de 20.800 toneladas (FAO, 2016), o que correspondeu a 61% da captura de todas as espécies de camarões marinhos do litoral brasileiro.

Nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, a pesca tinha como espécies alvo apenas os camarões-rosa *F. brasiliensis* e *F. paulensis*, que estavam entre os principais recursos pesqueiros da região. No entanto, com o aumento da frota pesqueira e conseqüente redução dos desembarques destas espécies, a partir da década de 80, houve uma expansão na exploração de outras espécies de Penaeoidea, que foram utilizadas como alternativa para compensação da rentabilidade econômica (Valentini *et al.*, 1991). Segundo D’Incao *et al.* (2002), no ano de 1965, a pesca do camarão-rosa contribuiu com 86% das capturas de camarões; em 1985 houve uma queda para 47% e no ano de 1999, apenas 21%.

Entre as espécies que ganharam maior importância comercial, como consequência desse declínio, destaca-se o camarão barba-ruça *A. longinaris*, que foi responsável por 8% do desembarque total de espécies no ano de 2016, ficando atrás apenas do camarão sete-barbas *X. kroyeri* (39%) e do camarão-branco *L. schimitti* (10%). Nos últimos 6 anos, a captura média de *A. longinaris* foi de 3.055 toneladas por ano (FAO, 2016).

A pesca de arrasto, seja ela comercial ou industrial, embora de importância para a economia local e nacional, não se isenta de causar problemas para os recursos costeiros (Fransozo *et al.*, 2016). De acordo com Kaiser *et al.* (2002), os impactos da pesca de arrasto sobre os ecossistemas incluem: variações nos padrões de abundância e distribuição das espécies; redução no tamanho corpóreo dos indivíduos, resultando em uma fauna dominada por indivíduos de pequeno tamanho; maturidade sexual precoce; mudanças nas relações presa-predador, levando a uma desestruturação na cadeia alimentar; danos físicos causados no substrato não consolidado, com consequente prejuízo em algumas comunidades e falta de seletividade do processo de captura, pois a maioria das espécies capturada é “descartada” (estando os indivíduos mortos ou debilitados), em virtude de não possuírem nenhum interesse direto (by-catch). Nesse sentido, devido à importância ecológica e econômica dos recursos pesqueiros, a compreensão dos impactos causados pela pesca de arrasto na estrutura e função dos ecossistemas marinhos torna-se essencial (Mantelatto *et al.*, 2016).

Este estudo foi realizado na Enseada de Ubatuba, região de Ubatuba, situada em uma Área de Proteção Ambiental (APA) do setor Cunhambebe,

durante dois períodos distintos (setembro/1995 à agosto/1996 e setembro/2016 à agosto/2017) e visou a obtenção de importantes informações sobre as mudanças na dinâmica populacional do camarão *A. longinarius* em um intervalo de 20 anos. A presente dissertação foi constituída por dois capítulos. No primeiro capítulo, intitulado **“Padrões de distribuição do camarão *Artemesia longinarius* Spence Bate, 1888 (Crustacea, Penaeoidea) e a relação com os fatores abióticos em diferentes escalas temporais”** a distribuição espaço-temporal da espécie foi comparada e associada as variações nos fatores ambientais entre os períodos de estudo. O segundo capítulo, intitulado **“Dinâmica populacional do camarão *Artemesia longinarius* Spence Bate, 1888 (Crustacea, Penaeoidea) em dois períodos distintos: intervalo de 20 anos”**, comparou aspectos como estrutura populacional, dimorfismo sexual, razão sexual, reprodução e recrutamento juvenil em ambos os períodos.

REFERÊNCIAS

- Boschi, E.E. 1969. Estudio biológico pesquero del camarón *Artemesia longinaris* Bate de Mar del Plata. *Boletin del Instituto de Biología Marina*, 18: 1-51.
- Brusca, R.C. and Brusca, G.J. 2007. Invertebrados. Segunda edição. Editora Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro. 968 pp.
- Colindres, C.O.G. 2006. Description and analysis of the white shrimp (*Litopenaeus schmitti*) fisheries in Pearl Lagoon, Atlantic Coast of Nicaragua, with focus on the gear selectivity in the artisanal fleets. University of Tromso Master's Theses in International Fisheries Management. Noruega, 88p.
- Costa, R.C.; Fransozo, A.; Melo, G.A.S. and Freire, F.A.M. 2003. An illustrated key for Dendrobranchiata shrimps from the northern coast of São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*, 3 (1): 1-12.
- Dall, W.; Hill, B.J.; Rothilsberg, P.C. and Staples, D.J. 1990. The biology of the Penaeidae. In: Blaxter, J.H.S. and Southward A.J. (ed), *Advances in Marine Biology*. San Diego: Academic Press. 489p.
- 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.; Lemaitre, R.; Low, M.E.Y.; Martin, J.W.; Ng, P.K.L.; Schweitzer, C.E.; Tan, S.H.; Tshudy, D. and Wetzer, R. 2009. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *Raffles Bulletin of Zoology*, 21: 1 - 109.

- Fransozo, A. and Negreiros-Fransozo, M.L. (eds.). 2016. Zoologia dos Invertebrados. 1a edição, Rio de Janeiro, Roca, ISBN: 978-85-277-2806-5
- D'Incao, F.; Valentini, H. and Rodrigues, L.R. 2002. Avaliação da pesca de camarões nas regiões sudeste e sul do Brasil. *Atlântica*, 24 (2): 103-116.
- FAO. 2016. Global capture production. FIGIS Fisheries Global Information System. http://www.fao.org/figis/servlet/TabSelector?tb_ds=Capture&tb_mode=TABLE&tb_act=SELECT&tb_grp=SPECIES. Acessado em 10 de Agosto de 2018.
- Fransozo, A.; Sousa, A.N.; Rodrigues, G.F.B.; Teles, J.N.; Fransozo, V.; Negreiros-Fransozo, M.L. 2016. Crustáceos decápodes capturados na pesca do camarão-sete-barbas no sublitoral não consolidado do litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42 (2): 369-386.
- Gavio, M.A. and Boschi, E.E. 2004. Biology of the shrimp *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) from Mar Del Plata coast, Argentina. *Naupilus*, 12: 83-94.
- Gillett, R. 2008. Global study of shrimp fisheries. FAO Fisheries Technical Paper No. 475, Roma.
- Kaiser, M.J.; Collie, J.S.; Hall, S.J.; Jennings, S. and Poiner, I.R. 2002. Modification of marine habitats by trawling activities: prognosis and solutions. *Fish and Fisheries*, 3: 114 - 136.
- Mantelatto, F.L.; Bernardo, C.H.; Silva, T.E.; Bernardes, V.P.; Cobo, V.J. and Fransozo, A. 2016. Composição e distribuição de crustáceos decápodes

associados à pesca do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) no litoral norte do estado de São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42 (2): 307-326

Martin, J.W. and Davis, G.E. 2001. An updated classification of the recent Crustacea. Natural History Museum of Los Angeles Country, Science Series, v. 39, p. 123.

Valentini, H.; D’Incao, F.; Rodrigues, L.F.; Rebelo-Neto, J.E. and Rahn, E. 1991. Análise da pesca do camarão-rosa (*Penaeus paulensis* e *Penaeus brasiliensis*) nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. *Atlântica*, 13 (1): 143 – 159.

CAPÍTULO I

Padrões de distribuição do camarão *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888 (Crustacea, Penaeoidea) e a relação com fatores abióticos em diferentes escalas temporais

RESUMO

We compared the distribution and the abundance of *A. longinaris* in relation to environmental factors during two different periods in an interval of 20 years at Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil. The shrimps and record of some environmental factors (water temperature and salinity; and sediment texture) were obtained, monthly, in five sites. In total, 837 and 3274 specimens were obtained during the first (1995/1996) and second (2016/2017) periods, respectively. The values of temperature and salinity of the water presented variations, among months of the same period, and between periods. The sediment grain size (phi values) had an increase from the first to the second period. The low salinity values observed in the first period may have contributed to the occurrence of a low number of individuals. Shrimps occurred seasonally during the months with lower water temperatures that may be related to the South Atlantic Central Water (SACW) reflections in the Bay. The remarkable increase in abundance of *A. longinaris* followed the increase in phi values (*i.e.*, finer fractions) in the second period, which provide adequate conditions for the establishment of this species. These results highlighted the fact that, after 20 years, there has been an increase in the number of individuals in a region that has undergone different anthropic pressures, and where a natural decline would be expected, thus proving to be an area of great importance for biodiversity and that should be monitored.

Palavras-chave: Camarões marinhos; sedimentação; Southeastern Brazilian coast

INTRODUÇÃO

Entre as províncias biogeográficas marinhas da Argentina e do Brasil há uma área de transição faunística (23° a 35°S), na qual ocorre uma mistura de massas de água e de espécies com características de regiões tropicais e subantárticas (Boschi, 2000). Nessa faixa latitudinal, situa-se a região de Ubatuba, no litoral paulista, e onde diversas espécies são encontradas em ambas áreas do litoral da Argentina e do Brasil, incluindo o camarão barba-ruça *Artemesia longinai* Spence Bate, 1888. Este camarão é uma espécie endêmica do Atlântico Sul, ocorrendo desde Atafona (21°S) (Estado do Rio de Janeiro, Brasil) até a província de Chubut (43°S) (Argentina) (Boschi, 1969). A distribuição batimétrica dessa espécie vai desde águas rasas até 125 metros de profundidade (Costa *et al.*, 2003), sendo encontrado em temperaturas entre 15 e 21°C e salinidade acima de 33‰ (Boschi, 1963, 1969).

As informações disponíveis sobre *A. longinaris* estão, em sua maioria, relacionadas com populações provenientes do litoral Argentino, onde esta espécie é importante, não apenas comercialmente, mas também como um dos principais componentes da cadeia trófica marinha (Boschi, 1969; Gavio & Boschi, 2004), especialmente por ser intensivamente predada por peixes (Capitoli *et al.*, 1994). Entretanto, *A. longinaris* também passou a ser explorada pela pesca artesanal e industrial no litoral brasileiro, uma vez que o aumento da frota pesqueira ocasionou a diminuição dos estoques de espécies mais rentáveis, como os camarões-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) e *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967), o camarão-branco *Litopenaeus schmitti*

(Burkenroad, 1936) e o camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (D’Incao *et al.*, 2002). Devido ao aumento no interesse comercial, nos últimos anos, um razoável aporte de conhecimento sobre a biologia de *A. longinaris* foi obtido também na costa sudeste e sul do Brasil, incluindo informações sobre a dinâmica populacional e reprodutiva (Castilho *et al.*, 2007a,b; Semensato & Di Benedito, 2008; Costa *et al.*, 2010 e Sancinetti *et al.*, 2015), distribuição ecológica (Costa *et al.*, 2005; Sancinetti *et al.*, 2014; Bernardo *et al.*, 2018) e uma análise genética comparativa entre populações do Brasil e da Argentina demonstrando alto fluxo gênico (Carvalho-Batista *et al.*, 2014).

A região de Ubatuba, onde o presente estudo foi conduzido, constitui um cenário com forte apelo para ser utilizada como modelo em estudos sobre a biodiversidade de decapodes (Mantelatto *et al.*, 2016, 2018), uma vez que o aumento da urbanização torna o ambiente cada vez mais vulnerável à diferentes tipos de impactos antrópicos (Amaral & Jablonski, 2005). Aliado a isso, os ecossistemas bentônicos da plataforma continental constituem ambientes complexos e ainda pouco conhecidos, se comparados a sua dimensão, quanto às informações sobre os padrões de distribuição de seus habitantes (Bertness *et al.*, 2001). Sabe-se que esses organismos são influenciados por interações complexas, envolvendo os diferentes processos oceanográficos, e as condições hidrológicas e sedimentares (Barry & Dayton, 1991). Desse modo, o estudo da interação desses fatores com as populações de organismos bentônicos contribui para uma maior compreensão da dinâmica das comunidades marinhas, em particular quanto aos processos de variação e manutenção das populações locais.

Nesse contexto, comparações temporais em áreas que sofrem com a ação antrópica (e com conseqüente modificações) se fazem necessárias com o propósito de quantificar as mudanças ocorridas (Goodman & Benstead, 2005). Insere-se nesse contexto o conhecimento sobre os padrões de distribuição de espécies exploradas economicamente para que haja uma utilização racional e manutenção desses recursos. Tendo em vista a importância trófica, a crescente exploração econômica e os impactos causados no ambiente devido à urbanização e sobrepesca, este estudo avaliou a distribuição espaço-temporal de *A. longinaris* em relação aos fatores ambientais, e comparou tais aspectos em dois períodos distintos, num intervalo de 20 anos, na enseada de Ubatuba, litoral norte do estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A região de Ubatuba, situada no litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil é caracterizada por grande quantidade de esporões da Serra do Mar, que forma uma costa extremamente recortada (Ab'Saber, 1955) com várias enseadas, que apresentam algumas características típicas de ambientes semi-confinados (Mahiques, 1995). A região é afetada por três massas de água: Água Costeira (AC: temperatura < 20°C, salinidade < 36‰), Água Tropical (AT: temperatura < 20°C, salinidade > 36‰) e Água Central do Atlântico Sul (ACAS: temperatura < 18°C, salinidade < 36‰) (Castro-Filho *et al.*, 1987; Odebrecht & Castelo, 2001).

A área de estudo compreendeu a Enseada de Ubatuba (23°26'S e 45°02'W), localizada na região de Ubatuba. Atualmente, esta região faz parte de uma APA Marinha do Litoral Norte (Setor Cunhambebe), desde 8 de outubro de 2008 (proclamação n°: 53.525, pelo Ministério do Meio Ambiente, Brasil), instituída com o objetivo de priorizar a conservação, como a utilização sustentável dos recursos marinhos da região. A pesca artesanal de camarões de interesse comercial é permitida e realizada, dentro e fora da enseada, durante o ano todo, com interrupção apenas no período de defeso, de 1º março a 31 de maio (Instrução Normativa IBAMA n°189/2008) (Figura 1).

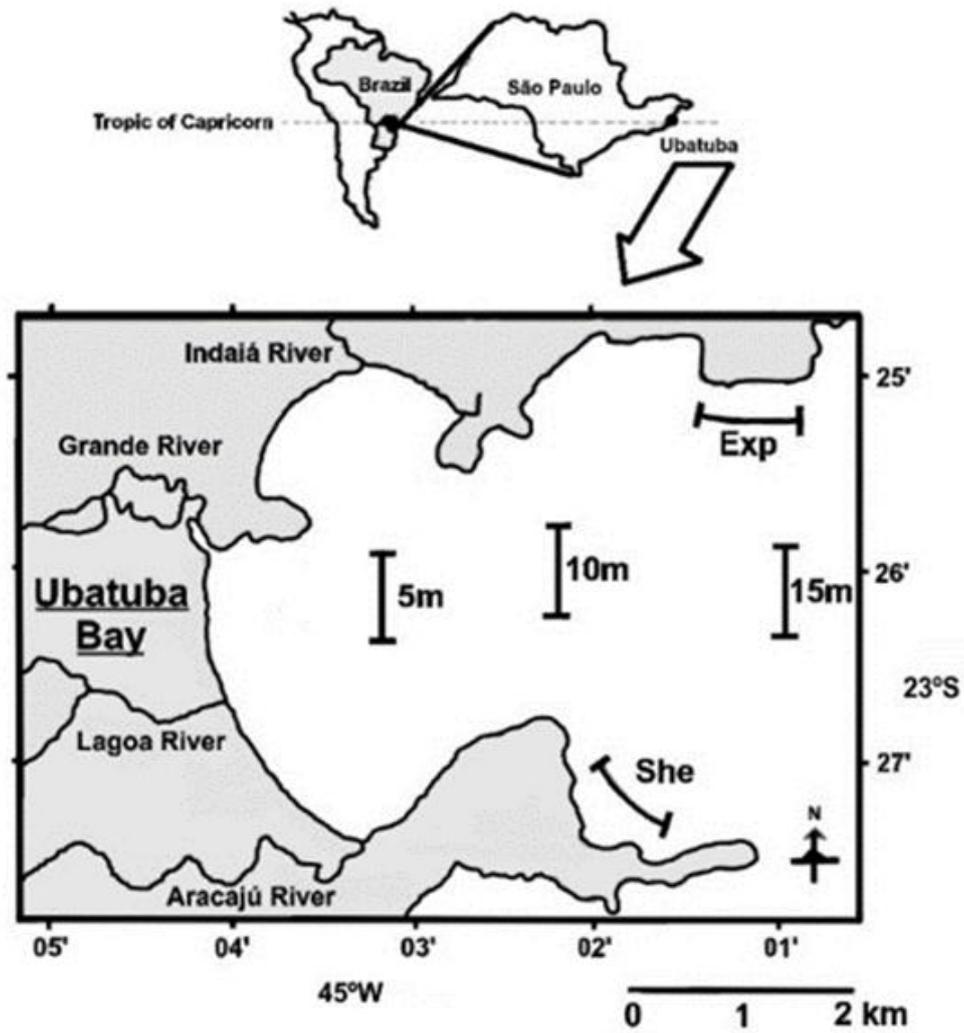


Figura 1. Mapa da Enseada de Ubatuba com a indicação dos locais amostrados: 5m, 10m, 15m, Exp = exposed and She = sheltered (Adaptado de Mantelatto & Fransozo, 1999).

Amostragem

As coletas foram realizadas mensalmente em dois períodos: o primeiro de setembro/1995 a agosto/1996, e o segundo de setembro/2016 a agosto/2017. Quatro estações do ano foram estabelecidas: primavera (setembro, outubro e novembro), verão (dezembro, janeiro e fevereiro), outono (março, abril e maio) e inverno (junho, julho e agosto). Os arrastos foram realizados com um barco de pesca equipado com rede de arrasto de fundo do tipo “double-rig”, em cinco locais estabelecidos dentro da Enseada de Ubatuba, três paralelos à linha da praia, nas profundidades de 5, 10 e 15 metros; uma área exposta à ação das ondas (10 metros) e uma área protegida da ação das ondas (7,5 metros) (Tabela 1). Cada local foi amostrado por 1 km de extensão, com duração de 20 min, efetuando-se coletas em cada um deles durante três dias consecutivos.

Tabela 1. Localização geográfica dos locais de coleta na Enseada de Ubatuba em dois períodos de estudo (Period 1 – 1995/1996 e Period 2 – 2016/2017).

| Site | Depth | Coordinates | Categoria |
|-----------|-------|-----------------------------|----------------------------|
| 5 | 5 m | 23°26'14" LS - 45°03'13" LW | parallel to the shore line |
| 10 | 10 m | 23°26'01" LS - 45°01'59" LW | parallel to the shore line |
| 15 | 15 m | 23°26'47" LS - 45°00'13" LW | parallel to the shore line |
| Exposed | 10 m | 23°25'13" LS - 45°00'57" LW | wave-exposed area |
| Sheltered | 7.5 m | 23°27'22" LS - 45°01'57" LW | wave-sheltered area |

Os camarões foram identificados de acordo com Costa *et al.* (2003) e separados em três categorias demográficas: juvenis, machos adultos e fêmeas adultas. Fêmeas menores que 13.3 mm de comprimento da carapaça foram consideradas juvenis com base nas informações de Castilho *et al.* (2007a). Machos foram classificados, como jovens ou adultos, por meio da observação macroscópica dos caracteres sexuais secundários (petasma). Indivíduos com petasma fundido foram considerados adultos.

Os principais parâmetros ambientais foram monitorados, cujo detalhamento e particularidades estão disponíveis em Mantelatto & Fransozo (1999). Em linhas gerais, em cada local foram coletadas amostras de água por meio de garrafa de Nansen. A temperatura e a salinidade de fundo da água foram mensuradas com termômetro de coluna de mercúrio e refratômetro óptico, respectivamente.

As amostras de sedimento foram obtidas com um de pegador do tipo Van Veen com uma área de amostragem de 0,06 m². Cada amostra foi isolada em um saco de plástico, etiquetada, e congelada para prevenir a decomposição da matéria orgânica. O sedimento foi mantido congelado até o momento da análise, em laboratório. As amostras foram transferidas para recipientes de alumínio e mantidas em estufa de secagem a 70 °C, durante 48 horas, até a perda completa da água. O sedimento restante foi seco e submetido a peneiramento diferencial graduado, seguindo a escala proposta por Wentworth (1922). Os procedimentos para análise do sedimento seguiram Hakanson & Jansson (1983) e Tucker (1988). Para a determinação dos valores de phi (diâmetro médio do grão), seguiu-se o

procedimento utilizado por Bertini *et al.* (2001) e Costa *et al.* (2007). Para determinar o teor de matéria orgânica do sedimento, foram acondicionadas três subamostras de 10 g em cadinhos de porcelana e incineradas em mufla a 500°C durante 3 horas. A porcentagem do teor de matéria orgânica do sedimento foi obtida pelo peso livre das cinzas.

Análise dos dados

A variação nos fatores ambientais (temperatura, salinidade, phi e matéria orgânica) entre os períodos foi comparada usando o teste t pareado de Student. Os testes de RandomForest (Liaw & Wiener, 2002) e Classification tree, pacote “Party” (Strobl *et al.*, 2007, 2008), foram realizados para verificar quais variáveis ambientais mais influenciaram na diferenciação dos períodos. A fim de detectar possíveis relações entre a abundância das categorias demográficas de *A. longinaris* com as variáveis ambientais realizou-se uma Análise de Redundância (RDA). A RDA produz escores finais de coordenação que resumem a relação linear entre as variáveis explicativas e de resposta, nos quais somente as variáveis ambientais acima de 0,4 e inferiores a -0,4 são consideradas biologicamente significativas (Rakocinski *et al.*, 1996). Para realizar a RDA utilizou-se o pacote “vegan” (Oksanen *et al.*, 2013). Todas as análises foram realizadas no software R, versão 3.4.3 (R Core Team, 2017).

RESULTADOS

A salinidade da água, o phi e o conteúdo de matéria orgânica do sedimento apresentaram diferenças entre os períodos (Tabela 2). Temporalmente, as médias dos valores de temperatura de fundo variaram de $19.5^{\circ}\text{C} \pm 0.4^{\circ}\text{C}$ a $26.9^{\circ}\text{C} \pm 1.2^{\circ}\text{C}$ durante o primeiro período, sendo que as menores médias foram registradas durante julho e agosto de 1996, enquanto as maiores em fevereiro e março de 1996. Durante o segundo período a variação foi maior, oscilando entre $21.2^{\circ}\text{C} \pm 0.8^{\circ}\text{C}$ e $28.7^{\circ}\text{C} \pm 1.1^{\circ}\text{C}$; as menores médias foram observadas em setembro de 2016, julho e agosto de 2017, enquanto as maiores em janeiro e outubro (Figura 2A). A salinidade variou de 30 ± 0.77 a 35.3 ± 0.30 no primeiro período, com as menores médias em novembro de 1996 e setembro de 1995 e as maiores em janeiro e abril de 1996. No segundo período, a variação da salinidade foi superior, de 31.4 ± 2.2 a 36.8 ± 0.4 , com menores médias em dezembro e março e maiores em julho e fevereiro de 2017 (Figura 2B).

Espacialmente, a menor ($22.5^{\circ}\text{C} \pm 2.9^{\circ}\text{C}$) e a maior ($23.9^{\circ}\text{C} \pm 2.6^{\circ}\text{C}$) média de temperatura, durante o primeiro período, foi registrada nos 15 e nos 5 metros de profundidade, respectivamente. No segundo período, a menor média de temperatura foi observada na área protegida ($22.8^{\circ}\text{C} \pm 1.8$) e a maior nos 5 metros de profundidade ($24.2^{\circ}\text{C} \pm 2.6^{\circ}\text{C}$) (Figura 3A). Durante o primeiro período, a menor média de salinidade foi observada na região protegida (33.1 ± 1.8), e a maior nos 15 metros (33.7 ± 1.6); enquanto no segundo período, as menores médias foram registradas para a região exposta (34.83 ± 1.95) e nos 15 metros (34.8 ± 2.1) (Figura 3B).

Em todos os transectos, houve um aumento nos valores de phi no segundo período, como consequência do aumento de sedimento da classe C e da diminuição das classes A e B (Figura 4A). No primeiro período, a porcentagem de matéria orgânica do sedimento, foi superior nos 5m de profundidade (14.4 ± 2.2) e inferior na região exposta (5.3 ± 3.0); enquanto no segundo período, a maior média ocorreu nos 5 m (10.0 ± 2.8) e a menor nos 15 m de profundidade (4.7 ± 3.5) (Figura 4B).

O resultado do teste de RandomForest apresentou uma taxa de confusão de 7.5%. Das 60 amostras utilizadas na análise para cada período, 3 amostras do primeiro período foram confundidas com o segundo período (class.error = 0.05). Enquanto para o segundo período, 6 amostras foram confundidos com o primeiro período (class.error = 0.10). Ainda para o RandomForest, as variáveis que mais influenciaram na diferenciação dos períodos foram phi, salinidade, matéria orgânica e temperatura respectivamente (Figura 5). A Classification tree também apresentou o phi como a variável que mais influenciou na diferenciação dos períodos. O primeiro período foi caracterizado por valores de phi menores que 4.182 e o segundo período por valores de phi maiores que 4.182 (Figura 6).

No primeiro período, foram coletados 837 indivíduos, sendo 325 machos (39%), 451 fêmeas (54%) e 61 jovens (7%). No segundo período obteve-se 3274, dos quais 1406 foram machos (43%), 1363 fêmeas (42%) e 510 jovens (15%) (Tabela 3, Figura 7). Em ambos os períodos, o maior número de indivíduos ocorreu na profundidade de 15 metros, que representou 93% do total de espécimes coletados no primeiro período; enquanto no segundo período, obteve-se 84% dos

espécimes (Tabela 3, Figura 7). Durante o primeiro período, os maiores registros de número de indivíduos (95% do total) ocorreram em junho, julho, agosto e dezembro de 1996. No segundo período, setembro, outubro, novembro e dezembro de 2016 foram os que apresentaram maior número de indivíduos (85% do total) (Tabela 3, Figura 8).

Os dois eixos da RDA explicaram 100% da relação entre as espécies e os fatores ambientais analisados (eixo 1 = 70%, eixo 2 = 30%). No eixo 1, observou-se uma relação diretamente proporcional entre o número de machos adultos e a salinidade e porcentagem de matéria orgânica; e inversamente proporcional com a temperatura. Considerando os camarões jovens, o número de indivíduos foi diretamente proporcional à temperatura e inversamente proporcional a salinidade e porcentagem de matéria orgânica. No eixo 2, a variável ambiental com maior força de explicação foi o phi, que apresentou relação diretamente proporcional com as fêmeas (Tabela 4).

Tabela 2. Resultado do Teste t pareado de Student para os valores das variáveis ambientais analisadas (* values mean significant difference).

| | t | df | p |
|--------------------|----------|-----------|--------------|
| Bottom temperature | -1.1204 | 59 | 0.2671 |
| Bottom salinity | -6.1216 | 59 | 8.12 e -08* |
| Phi | -10.876 | 59 | 1.007 e -15* |
| Organic matter (%) | 5.3684 | 59 | 1.404 e -06* |

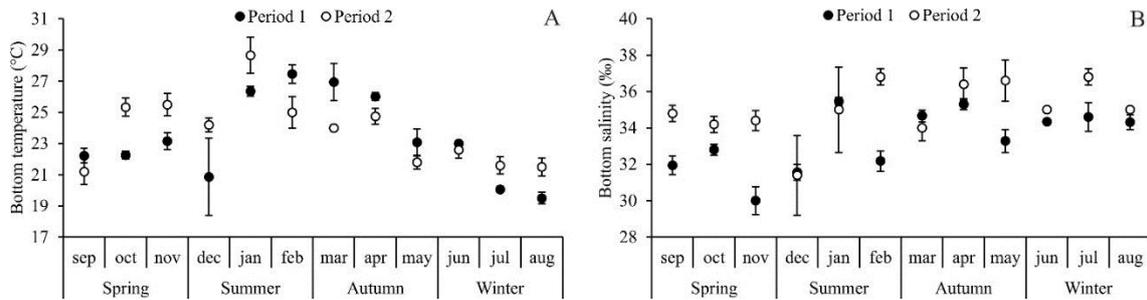


Figura 2. Valores de temperatura (A) e salinidade de fundo (B) (média \pm desvio padrão) registrados mensalmente na Enseada de Ubatuba em dois períodos de estudo (Period 1 - 1995/1996 e Period 2- 2016/2017).

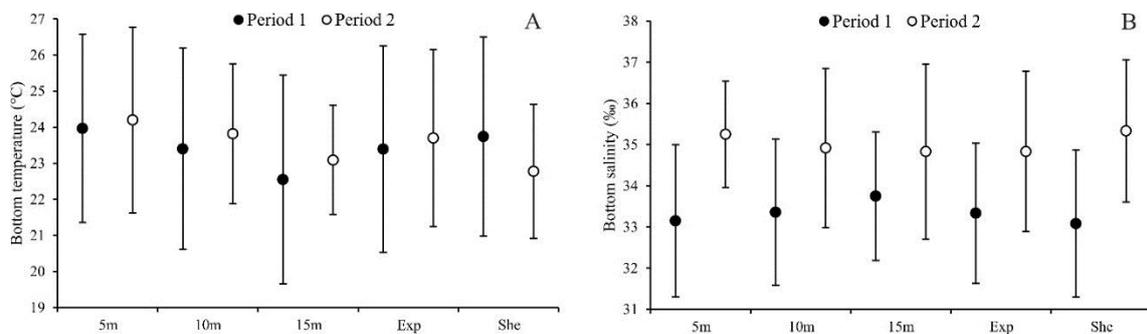


Figura 3. Valores de temperatura (A) e salinidade de fundo (B) (média \pm desvio padrão) registrados por local na Enseada de Ubatuba nos dois períodos de estudo (Period 1- 1995/1996 e Period 2- 2016/2017).

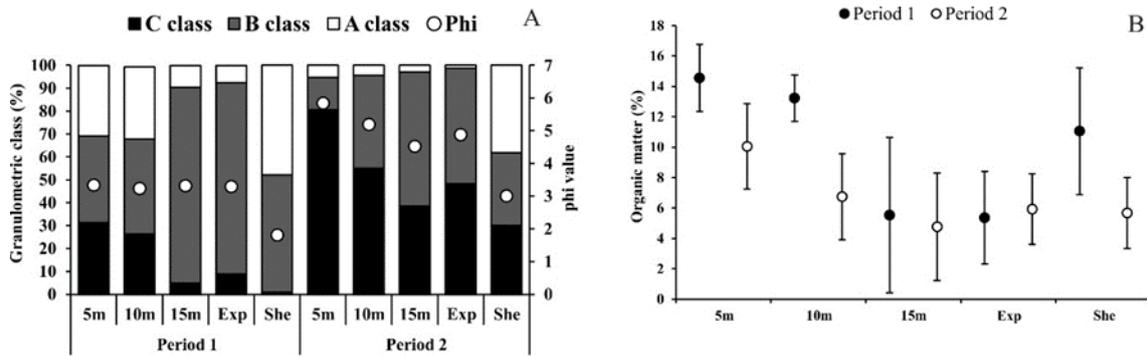


Figura 4. (A) Porcentagens das classes granulométricas e valores médios de phi nos locais de coleta. A class (cascalho, areia muito grossa, grossa e média). B class (areia fina e muito fina). C class (silte + argila). (B) Valores médios de matéria orgânica (média \pm desvio padrão) registrados por local na Enseada de Ubatuba em dois períodos de estudo (Period 1- 1995/1996 e Period 2 - 2016/2017).

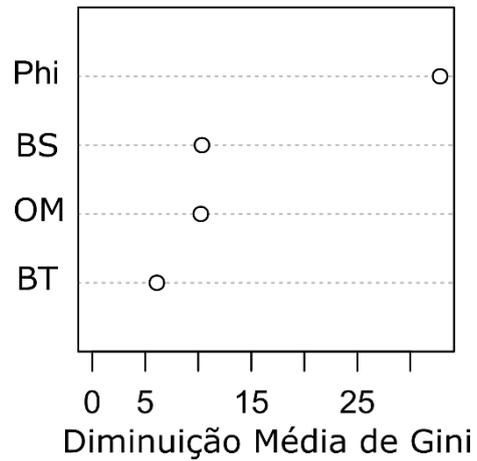


Figura 5. Gráfico da análise RandomForest para as variáveis ambientais amostradas na Enseada de Ubatuba em dois períodos de estudo (BT = temperatura de fundo e BS = salinidade de fundo da água, OM = conteúdo de matéria orgânica e phi = diâmetro do grão do sedimento).

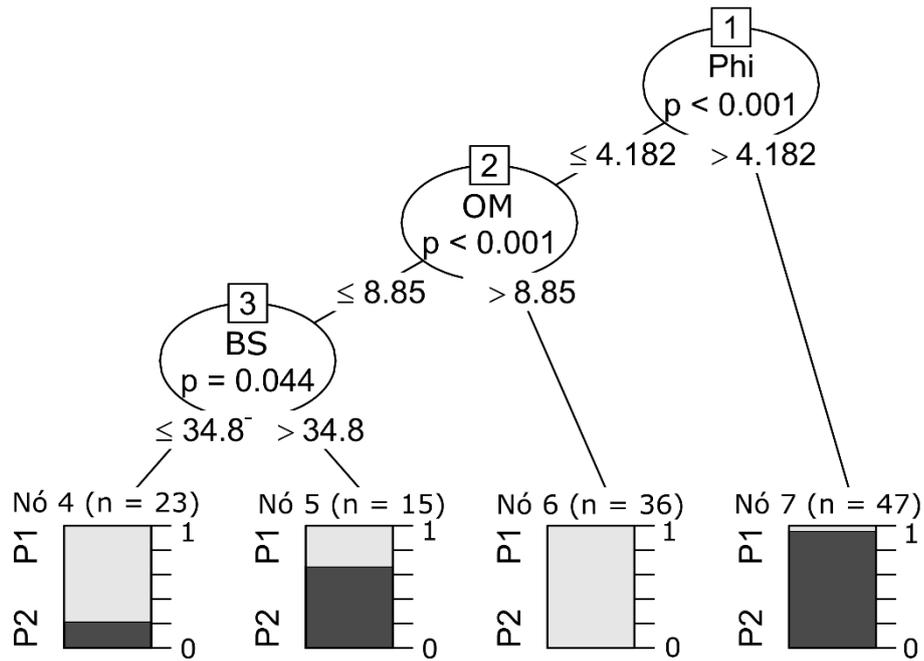


Figura 6. Gráfico da análise Classification Tree, apresentando as variáveis ambientais mais explicativas na Enseada de Ubatuba, para a diferenciação de dois períodos de estudo (P1 = Period 1- 1995/1996 e P2 = Period 2 - 2016/2017, BS = salinidade de fundo da água, OM = conteúdo de matéria orgânica e phi = diâmetro do grão do sedimento).

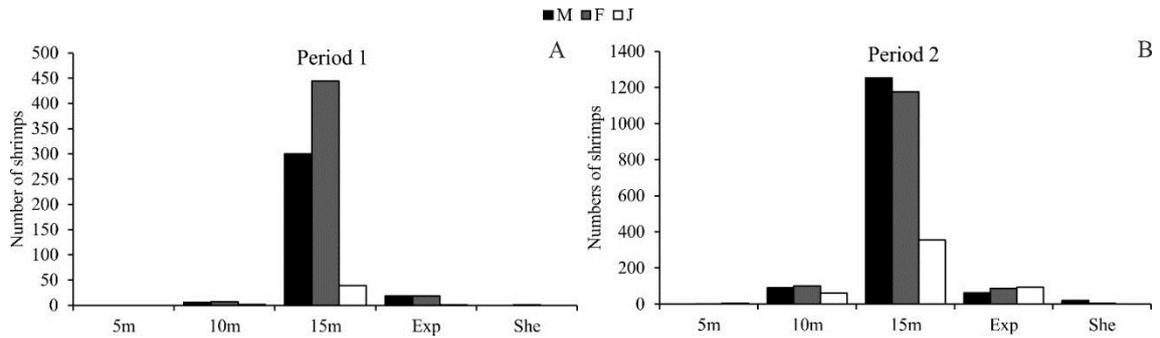


Figura 7. *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888. Abundancia absoluta dos indivíduos capturados espacialmente na Enseada de Ubatuba em dois períodos de estudo. (Period 1- 1995/1996 (A) e Period 2 - 2016/2017 (B), M - machos, F - fêmeas, J - jovens).

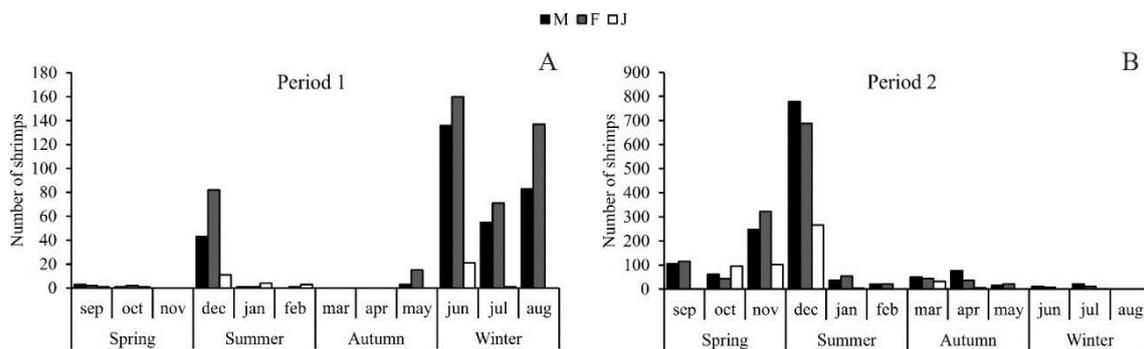


Figura 8. *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888. Abundancia absoluta dos indivíduos capturados temporalmente na Enseada de Ubatuba em dois períodos de estudo (Period 1 - 1995/1996 (A) e Period 2 - 2016/2017 (B), M - machos, F - fêmeas, J - jovens).

Tabela 3. *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888. Abundância absoluta ao longo dos meses e locais amostrados na Enseada de Ubatuba em dois períodos de estudo (Period 1- 1995/1996 e Period 2- 2016/2017).

| Seasons | Months/ Sites | Period 1 | | | | | | Total Season | Period 2 | | | | | | Total Season |
|--------------|------------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|------------|-----------------|----------|------------|-------------|------------|----------|-------------|-----------------|
| | | 5m | 10m | 15m | Exp | She | Total | | 5m | 10m | 15m | Exp | She | Total | |
| Spring | sep | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 6 | | 0 | 6 | 176 | 44 | 0 | 226 | |
| | oct | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 4 | 10 | 0 | 30 | 102 | 62 | 0 | 194 | 1092 |
| | nov | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 118 | 466 | 88 | 0 | 672 | |
| Summer | dec | 0 | 0 | 136 | 0 | 0 | 136 | | 0 | 80 | 1596 | 32 | 0 | 1708 | |
| | jan | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 6 | 146 | 0 | 0 | 90 | 4 | 0 | 94 | 1844 |
| | feb | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 4 | | 0 | 0 | 42 | 0 | 0 | 42 | |
| Autumn | mar | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 122 | 4 | 0 | 126 | |
| | apr | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 114 | 4 | 0 | 118 | 282 |
| | may | 0 | 0 | 17 | 1 | 0 | 18 | | 0 | 12 | 26 | 0 | 0 | 38 | |
| Winter | jun | 0 | 11 | 297 | 8 | 0 | 316 | | 0 | 4 | 14 | 2 | 0 | 20 | |
| | jul | 0 | 2 | 120 | 5 | 0 | 127 | 663 | 0 | 0 | 36 | 0 | 0 | 36 | 56 |
| | aug | 0 | 2 | 199 | 19 | 0 | 220 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Total | | 0 | 15 | 783 | 39 | 0 | 837 | | 0 | 250 | 2784 | 240 | 0 | 3274 | |

Tabela 4. Resumo dos resultados da Análise de Redundância (RDA). * Coeficientes com valores moduladores iguais ou superiores a 0.4 ou inferiores ou iguais a -0.4 são considerados ecologicamente importantes (ver Rakocinski *et al.*, 1996).

| | Axis 1 | Axis 2 |
|--------------------------------|---------------|---------------|
| Eigenvalue | 0.0 | 0.0 |
| Proportion Explained | 0.7 | 0.3 |
| Cumulative Proportion | 0.7 | 1.0 |
| Species scores | | |
| Females | 0.1 | -0.3 |
| Males | -0.4* | 0.3 |
| Juveniles | 0.6* | 0.2 |
| Environmental variables | | |
| Bottom temperature | 0.9* | 0.2 |
| Bottom salinity | -0.4* | 0.1 |
| Organic matter | -0.6* | -0.4 |
| phi | -0.1 | -0.9* |

DISCUSSÃO

As características ambientais e o número de indivíduos de *A. longinaris* na Enseada de Ubatuba mudaram após 20 anos. Contrariamente ao esperado para uma região com aumento da influência antrópica, constatou-se um aumento no número de camarões desta espécie, aliado à mudanças abióticas consideráveis.

Segundo Gulland & Rotschild (1981), os fatores ambientais determinam, em grande parte, a abundância e a distribuição das populações de Penaeoidea. Para a espécie alvo deste estudo, variáveis como temperatura e salinidade da água e textura do sedimento podem ser considerados determinantes nos padrões de distribuição (Costa *et al.*, 2005). Diversos autores têm considerado *A. longinaris*, juntamente com *Pleoticus muelleri* (Spence Bate, 1888) como espécies indicadoras de massas de água fria (Costa *et al.*, 2005; Castilho *et al.*, 2008), geralmente associadas à intrusão da ACAS, que se aproxima da costa sul do Brasil, durante a primavera e o verão, impulsionada pelos ventos do nordeste, que predominam nesta época do ano (Campos *et al.*, 1995, 1999).

O aumento no número de indivíduos de *A. longinaris*, associado à intrusão da ACAS já foi observado anteriormente por diversos autores (Fransozo *et al.*, 2004, Costa *et al.*, 2005), porém nunca em uma escala temporal, como feito no presente estudo, em que durante o primeiro período (1995/1996), foi observada a presença dessa massa de água em dezembro, tendo como consequência uma queda nos valores de temperatura de fundo e um aumento no número de indivíduos de *A. longinaris*. No segundo período (2016/2017), o pico de abundância registrado de setembro a dezembro pode estar relacionado à

influência da ACAS, que possivelmente alcançou áreas próximas ao local de estudo, ainda que não tenha sido observada a presença clara dessa massa com base nas características da água (Bernardo *et al.*, 2018). Segundo Costa *et al.* (2005) e Carvalho-Batista *et al.* (2011), *A. longinaris* tolera maiores variações de temperatura quando comparada com *P. muelleri*, tal fato pode ajudar a explicar a presença da espécie na região durante o segundo período mesmo com temperaturas mais elevadas. Além de *A. longinaris* e *P. muelleri*, outros decápodes como o siri *Achelous spinicarpus* (Stimpson, 1871) e o caranguejo *Leurocyclus tuberculosus* (H. Milne Edwards e Lucas, 1843) também apresentam picos de abundância com a intrusão da ACAS na região (Bertini *et al.*, 2010).

A relação inversamente proporcional entre o número de indivíduos machos adultos com a temperatura, evidenciada pela RDA, associada ao pico de abundância observado durante o inverno do primeiro período, evidenciam que a presença da espécie está relacionada com baixos valores de temperatura, mesmo em épocas sem influência da ACAS. Um padrão semelhante foi observado para a espécie na Baía de Santos (SP) por Carvalho-Batista *et al.* (2011). Estes autores evidenciaram um grande número de indivíduos durante o outono de 2009, período onde não houve influência da ACAS, entretanto, baixos valores de temperatura foram registrados. Durante o segundo período, o inverno foi a estação que apresentou o menor número de indivíduos. Isso pode estar relacionado ao fato de que os valores de temperatura foram maiores que os registrados para o primeiro período nessa estação do ano. Sancinetti *et al.* (2014), mostraram que *A. longinaris* é encontrada durante todo ano na região de Macaé

(RJ). Segundo estes mesmos autores, quando a ACAS atinge a região a espécie é encontrada em águas rasas devido às menores temperaturas nessa profundidade. Em contraste, durante a retração da ACAS, a espécie é encontrada apenas em maiores profundidades (25m), onde a temperatura é menor e, portanto, favorável para a sua ocorrência.

A salinidade pode ser um fator determinante na distribuição de camarões marinhos (Dall *et al.*, 1990). No presente estudo, *A. longinaris* apresentou uma relação diretamente proporcional entre o número de fêmeas e machos adultos e valores de salinidade da água. Segundo Dall *et al.* (1990), o camarão alvo deste estudo caracteriza-se por apresentar ciclo de vida do tipo III. Espécies de camarões marinhos que apresentam este ciclo de vida são classificados como estenoalinos, por apresentarem uma tolerância limitada às variações de salinidade da água (Shmidt-Nielsen, 2002). Tal fato pode explicar porque o número de indivíduos capturados foi baixo, apesar das temperaturas favoráveis para o estabelecimento da espécie na primavera do primeiro período. Durante esta estação, registrou-se os menores valores de salinidade de todo período de estudo. Na primavera do segundo período, observou-se o oposto, ou seja, o número de indivíduos capturados foi alto, e a salinidade foi favorável para o estabelecimento da espécie. Dessa forma, a salinidade da água parece ter atuado como um fator limitante na distribuição de *A. longinaris* no presente estudo, uma vez que menores números de indivíduos estiveram ligados a baixos valores de salinidade. A associação de *A. longinaris* com valores maiores de salinidade já foi

observada anteriormente por Costa *et al.* (2005), Dumont & D’Incao (2008), Carvalho-Batista *et al.* (2011) e Bernardo *et al.* (2018).

Juvenis apresentaram uma relação oposta aos indivíduos adultos quanto aos fatores ambientais analisados, ou seja, associaram-se à temperaturas mais altas e salinidades mais baixas. Tal fato pode estar relacionado ao fato de que, no segundo período, a porcentagem de jovens foi o dobro da observada no primeiro período, e grande parte destes indivíduos ocorreram em meses onde os maiores valores de temperatura foram registrados (primavera e verão). No primeiro período, exceto pelo mês de dezembro, juvenis também estiveram associados aos meses do verão, onde altos valores de temperatura de fundo foram observados (janeiro e fevereiro). Costa *et al.* (2010) encontraram uma relação semelhante aos fatores ambientais para os juvenis de *A. longinaris*; um grande número de jovens, geralmente é observado nos meses subsequentes à desova, que por sua vez ocorre quando os valores de salinidade são maiores. Esses mesmos autores associaram a cópula a regiões mais profundas (onde a temperatura é menor e a salinidade é maior) e o desenvolvimento dos juvenis a áreas mais rasas (na qual a temperatura é maior e a salinidade menor). Boschi (1969) também observou que, em águas argentinas, indivíduos se tornam adultos e começam a migrar para regiões mais profundas. Entretanto, para obter respostas mais claras quanto a variação no número de jovens entre os períodos, estudos comparando aspectos reprodutivos da espécie no mesmo intervalo de tempo se fazem necessários.

Adicionalmente, os padrões de distribuição de *A. longinaris* também podem ser influenciados pelo tipo de sedimento (Costa *et al.*, 2005). Mantelatto &

Fransozo (1999) publicaram anteriormente a descrição do sedimento da Enseada de Ubatuba para o primeiro período do presente estudo (1995/1996), o qual revelou menores valores de phi, quando comparado com o segundo período. Para o segundo período, observou-se um processo de sedimentação, que resultou em uma enseada com sedimento composto por grãos mais finos e menos heterogêneos. O mesmo processo de alteração foi registrado por Bernardo *et al.* (2018), na enseada da Fortaleza (Ubatuba, SP), em um intervalo, também, de 20 anos. Esta sedimentação pode estar relacionada a fatores tanto de origem antrópica, quanto natural. O aumento da urbanização que ocorreu na cidade de Ubatuba é um dos fatores antrópicos que pode ter contribuído para o aumento da sedimentação (Katsanevakis *et al.*, 2011). Em relação aos fenômenos naturais, estão a circulação das massas de água, correntes de maré e processos hidrodinâmicos (Mahiques *et al.*, 2010; Conti *et al.*, 2012). Segundo Gyllencreutz *et al.* (2010), a plataforma Sudeste do Brasil é muito suscetível ao sistema eólico. Esse sistema influencia a dinâmica das correntes, principalmente a Corrente do Brasil, que flui para o sul, e a Corrente Costeira Brasileira, que flui para o norte. A confluência desses dois principais sistemas próximos à latitude 24°S influencia o transporte de sedimento ao longo da plataforma sudeste brasileira (Mahiques *et al.*, 2010).

A sedimentação está evidenciada pelo aumento nos valores de phi (diâmetro médio do grão) em todos os pontos de amostragem realizados durante o segundo período. A alteração no phi, resultado de uma diminuição da classe A e aumento da classe C do sedimento, ou seja, aumento da quantidade de grãos

de menor diâmetro, pode ter sido fundamental para o notável aumento na abundância de indivíduos ocorrida na enseada entre os dois períodos. A ocorrência de *A. longinaris* em sedimento com valores de phi maior que 4, foi registrada, anteriormente, por Carvalho-Batista *et al.* (2011). Alguns autores, também, registraram a ocorrência deste camarão especialmente em áreas com predominância de sedimento fino (Costa *et al.*, 2005; Dumont & D’Incao, 2008; Bernardo *et al.*, 2018). A importância do sedimento fino, não só para *A. longinaris*, mas também para outras espécies de Penaeoidea (Dall *et al.*, 1990; Fransozo *et al.*, 2004; Costa *et al.*, 2007; Castilho *et al.*, 2008; Simões *et al.*, 2010; Freire *et al.*, 2011; Hiroki *et al.*, 2011) se deve, provavelmente ao comportamento de se enterrar apresentado pelos indivíduos (Carvalho-Batista *et al.*, 2012).

Segundo Williams (1984), substrato composto por sedimento com grande quantidade de silte e argila, dificulta o rápido bombeamento da água para as brânquias, fazendo com que algumas espécies evitem esse tipo de sedimento ao se enterrar. Fenucci (1988) sugeriu que, *A. longinaris* descansa sobre o substrato e não possui o comportamento de se enterrar. Tal informação parece encontrar suporte quanto a coloração translúcida dos indivíduos, evidenciando em seu corpo algumas manchas castanhas, que se assemelham a grãos de areia, permitindo que estes camarões usem de camuflagem contra possíveis predadores (Sancinetti *et al.*, 2015). Tais informações reforçam a ausência de efeito negativo do aumento de silte e argila, coincidindo, no segundo período de estudo, com a maior abundância de *A. longinaris*.

De acordo com Moore (1958), locais constituídos principalmente por sedimentos mais finos têm maior conteúdo de matéria orgânica do que sedimentos mais grossos. No entanto, este estudo apresentou uma redução na porcentagem de matéria orgânica em todos os pontos, apesar da sedimentação ter causado um aumento nas frações mais finas do sedimento. Embora tenham sido observadas discordâncias quanto aos fatores ambientais e suas relações com os camarões *A. longinaris*, Mantelatto & Fransozo (1999) sugerem que o processo não é do tipo causa-efeito, uma vez que fragmentos constituídos por restos de poliquetos, moluscos, crustáceos e equinodermos contribuem para o aumento do teor de matéria orgânica. Neste estudo, a matéria orgânica parece não ter influenciado a distribuição de *A. longinaris*. Para os Penaeoidea em geral, o tamanho da partícula do grão pode ser mais importante na distribuição dos indivíduos do que a quantidade de matéria orgânica disponível (Costa & Fransozo, 2004; Costa *et al.*, 2004), visto que camarões não se alimentam apenas de matéria orgânica dissolvida no sedimento.

O aumento na abundância de *A. longinaris* num intervalo de 20 anos pode ter sido consequência das alterações no sedimento (aumento nos valores de phi), além de maiores salinidades, durante o segundo período. Adicionalmente, quase uma década se passou desde a inserção da região de Ubatuba em uma APA, que proibiu a pesca comercial em curtos períodos e que pode ter refletido em uma recuperação da população de *A. longinaris*. Em que pese a premissa de ser uma espécie tipicamente associada a águas frias, constata-se um perfil bem adaptado em uma área com sutil aumento da temperatura média da água, mas que recebe

influência de massas de águas mais frias. Seria oportuna uma comparação temporal em águas frias da Argentina (por exemplo) para saber se tal padrão se repete ou se existem variações que fogem ao perfil aqui detectado. Espera-se com estes resultados, utilizar parâmetros populacionais de espécies chave da biota bentônica para incentivar a criação de novas APAs em áreas sobreexploradas pela pesca, a fim de proteger as populações naturais de espécies com interesses comerciais ecológico.

REFERÊNCIAS

- Ab'Saber, A.N. 1955. Contribuições à geomorfologia do litoral paulista. *Revista Brasileira de Geografia*, 17: 3-37.
- Amaral, A.C.Z. and Jablonski, S. 2005. Conservation of marine and coastal biodiversity in Brazil. *Conservation Biology*, 19 (3): 625-631.
- Barry, J.P. and P.K. Dayton. 1991. Physical heterogeneity and the organization of marine communities. In: J. Kolasa & S.T.A. Pickett (eds.). Ecological heterogeneity. Springer-Verlag, New York, pp. 270-320.
- Bernardo, C.H.; Sancinetti, G.S.; Taddei, F.G.; Hiroki, K.A.N.; Almeida, A.C. and Fransozo, A. 2018. Abundance and spatio-temporal distribution of two Southwest Atlantic endemic shrimps: changes after 20 years. *Biologia*, 1-10.
- Bertini, G.; Fransozo, A. and Costa, R.C. 2001. Ecological Distribution of three species of *Persephona* (Brachyura, Leucosiidae) in the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Nauplius*, 9 (1): 31-42.
- Bertini, G.; Fransozo, A. and Negreiros-Fransozo, M.L. 2010. Brachyuran soft-bottom assemblage from marine shallow waters in the southeastern Brazilian littoral. *Marine Biodiversity*. 40:277-291.
- Bertness, M.D., S.D. Gaines & M.E. Hay. 2001. Marine community ecology. Sinauer Associate, Sunderland, Massachusetts, 550 pp.

- Boschi, E.E. 1963. Los camarones comerciales de la familia Penaeidae de la costa Atlántica de la América del Sur. *Boletín del Instituto de Biología Marina*, 3: 1-40.
- Boschi, E.E. 1969. Estudio biológico pesquero del camarón *Artemesia longinaris* Bate de Mar del Plata. *Boletín del Instituto de Biología Marina*, 18: 1-51.
- Boschi, E.E. 2000. Species of decapod crustaceans and their distribution in the American marine zoogeographic provinces. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 13: 7-136.
- Campos, E.J.D.; Gonçalves, J.E. and Ikeda, Y. 1995. Water Mass Characteristics and Geostrophic Circulation in the South Brazil Bight - Summer of 1991. *Journal of Geophysical Research*, 100: 18537-18550.
- Campos, E.J.D.; Velhote, D. and Silveira, I.C.A. 1999. Shelf break upwelling driven by Brazil Current cyclonic meanders. *Geophysics Research Letters*, 27: 751-754.
- Capitoli, R.R.; Bager, A. and Ruffino, M.L. 1994. Contribuição ao conhecimento das relações tróficas bentônico-demersais nos fundos de pesca do camarão *Artemesia longinaris* Bate, na região da barra da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Nauplius*, 2: 53-74.
- Carvalho-Batista, A.; Castilho, A. L.; Fransozo, A. and Costa, R. C. 2012. Diel comparison of the catch and size of the shrimp *Artemesia longinaris* (Dendrobranchiata, Penaeidae) in the Ubatuba region, Northern Coast of the State of São Paulo. *Crustaceana*, 85 (10): 1179-1191.

Carvalho-Batista, A.; Negri, M.; Pileggi, L.G.; Castilho, A.L.; Costa, R.C. and Mantelatto, F.L. 2014. Inferring population connectivity across the range of distribution of the stiletto shrimp *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888 (Decapoda, Penaeidae) from DNA barcoding: implications for fishery management. *Zookeys*, 457: 271–288.

Carvalho-Batista, A.; Simões, S. M.; Lopes, M. and Costa, R. C. 2011. Ecological distribution of the shrimp *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) and *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Decapoda, Penaeoidea) in the southeastern Brazilian littoral. *Nauplius*, 19 (2): 135-143.

Castilho, A.L.; Pie, M.R.; Fransozo, A.; Pinheiro, A.P. and Costa, R.C. 2008. The relationship between environmental variation and species abundance in shrimp community (Crustacea: Decapoda: Penaeoidea) in south-eastern Brazil. *Journal of Marine Biological Association of United Kingdom*, 88 (1): 119-123.

Castilho A.L., Gavio M.A., Costa R.C., Boschi E.E., Bauer R. and Fransozo A. 2007a. Latitudinal variation in population structure and reproductive pattern of the endemic South American shrimp *Artemesia longinaris* (Penaeoidea). *Journal of Crustacean Biology*, 27 (4): 548–552.

Castilho A.L., Costa R.C., Fransozo A. and Boschi E.E. 2007b. Reproductive biology of the shrimp *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) in the northern Coast of São Paulo State, Brazil. *Revista de Biologia Tropical*, 55: 39–48.

- Castro-Filho, B.M.; Miranda, L.B. and Miyao, S.Y. 1987. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. *Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo*, 35 (2): 135-151.
- Conti, L.A.; Araújo, C.A.S.; Paolo, F.S.; Barcellos, R.L.; Rodrigues, M.; Mahiques, M.M. and Furtado, V.V. 2012. An integrated GIS for sedimentological and geomorphological analysis of a lagoon environment. Barra de Cananéia inlet region, (Southeastern Brazil). *Journal of Coastal Conservation*, 16 (1): 13-24.
- Costa, R.C.; Branco, J.O.; Machado, I.F.; Campos, B.R. and Avila, M.G. 2010. Population biology of shrimp *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) from the South coast of Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* (Print), 90 (4): 663-669.
- Costa, R.C. and Fransozo, A. 2004. Abundance and ecologic distribution of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Crustacea: Penaeoidea) in the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Journal of Natural History*, 38 (7): 901-912.
- Costa, R.C.; Fransozo, A.; Castilho, A.L. and Freire, F.A.M. 2005. Annual, seasonal and spatial variation of abundance of the shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea) in a south-eastern region of Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 85 (1): 107-112.

- Costa, R.C.; Fransozo A.; Freire, F.A.M and Castilho, A.L. 2007. Abundance and ecological distribution of the “sete-barbas” shrimp *Xipohpenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda: Penaeoidea) in three bays of the Ubatuba region, South-eastern Brazil. *Gulf and Caribbean Research*, 19 (1): 33-41.
- Costa, R.C.; Fransozo, A.; Melo, G.A.S. and Freire, F.A.M. 2003. An illustrated key for Dendrobranchiata shrimps from the northern coast of São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*, 3 (1): 1-12.
- Costa, R.C.; Fransozo, A. and Pinheiro, A. P. 2004. Ecological distribution of the shrimp *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Decapoda: Penaeoidea) in southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, 529 (1-3): 195-203.
- Dall, W.; Hill, B.J.; Rothilsberg, P.C. and Staples, D.J. 1990. The biology of the Penaeidae. In: Blaxter, J.H.S. and Southward A.J. (ed), *Advances in Marine Biology*. San Diego: Academic Press. 489p.
- Dumont, L.F.C. 2008. Identificação de estoques e aspectos biológicos e pesqueiros do camarão-barba-ruça *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Decapoda: Penaeidae). PhD. Thesis, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 240 pp.
- Dumont, L.F.C. and D’Incao, F. 2008. Distribution and abundance of the Argentinean (*Artemesia longinaris*) and red (*Pleoticus muelleri*) prawns (Decapoda: Penaeoidea) in Southern Brazil during the commercial double-rig trawl fishery season. *Nauplius*, 16 (2): 83-94.

- D’Incao, F.; Valentini, H. and Rodrigues, L.R. 2002. Avaliação da pesca de camarões nas regiões sudeste e sul do Brasil. *Atlântica*, 24 (2): 103-116.
- Fenucci, J.L. 1988. Manual para la cria de camarônês peneidos. *FAO Project Reports*, 8: 1-93.
- Fransozo, A.; Costa, R. C.; Castilho, A.L. and Mantelatto, F.L. 2004. Ecological Distribution of the Shrimp “Camarão Serrinha” *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba, Brazil, in relation to Abiotic Factors. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 16: 43-50.
- Freire, F.A.M.; Luchiari, A.C. and Fransozo, V. 2011. Environmental substrate selection and daily habitual activity in *Xiphopenaeus kroyeri* shrimp (Heler, 1862) (Crustacea: Penaeoidea). *Indian Journal of Geo-Marine Science*, 40 (3): 325-330.
- Gavio, M.A. and Boschi, E.E. 2004. Biology of the shrimp *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) from Mar Del Plata coast, Argentina. *Naupilus*, 12: 83-94.
- Goodman, S.M. and Benstead, J.P. 2005. Updated estimates of biotic diversity and endemism for Madagascar. *Oryx*, 39 (1): 73-77.
- Gyllencreutz, R.; Mahiques M.M.; Alves, D.V.P. and Wainer, I.K.C. 2010 Mid to late Holocene paleoceanographic changes on the southeastern Brazilian shelf based on grain size records. *The Holocene*, 20 (6): 863-875.
- Hakanson, L. e Jansson, M. 1983. *Lake Sedimentology*. Berlin: Springer-Verlag. p. 316-456.

- Hiroki, K.A.N.; Fransozo, A.; Costa, R.C.; Castilho, A.L.; Shimizu, R.M.; Almeida, A.C. and Furlan, M. 2011. Bathymetric distribution of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1874) (Decapoda, Penaeidae) in two locations off the southeastern Brazilian coast. *Marine Biology Research*, 7:176-185.
- Katsanevakis, S.; Stelzenmüller, V.; South, A.; Sorensen, T.K. and Jones, P.J.S. 2011. Ecosystem-based marine spatial management: Review of concepts, policies, tools, and critical issues. *Ocean & Coastal Management*, 54: 807-820.
- Magalhães, E. 1944. Notas sobre a ocorrência da *Artemesia longinaris* na costa brasileira. *A voz do mar*, 190: 148.
- Mahiques, M.M. 1995. Dinâmica sedimentar atual nas enseadas da região de Ubatuba, Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 43 (2): 111-122.
- Mahiques, M.M.; Sousa, S.H.M.; Furtado, V.V.; Tessler, M.G. and Toledo, F. A. L. 2010. The Southern Brazilian shelf: general characteristics, quaternary evolution and sediment distribution. *Brazilian Journal of Oceanography*, 58: 25-34.
- Mantelatto, F.L.; Bernardo, C.H.; Silva, T.E.; Bernardes, V.P.; Cobo, V.J. and Fransozo, A. 2016. Composição e distribuição de crustáceos decápodes associados à pesca do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) no litoral norte do estado de São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42 (2): 307-326.

- Mantelatto, F. L. and 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.
- Odebrecht, C. and Castello, J.P. 2001. The convergence ecosystem in the Southwest Atlantic. *Ecological Studies*, 144: 147-165.
- Okasanen, J.F.; Blanchet, G.; Kindt, R.; Legendre, P.; Minchin, P.R.; O'Hara, R.B.; Simpson, G.L.; Solymos, P.; Stevens, M.H.H. and Wagner, H. 2013. Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.0-5.
- Team, R.C. 2017. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- Rakocinski, C.F.; Lyczkowski-Shultz, J. and Richardson, S.L. 1996. Ichthyoplankton assemblage structure in Mississippi sound as revealed by canonical correspondence analysis. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 43: 237-257.
- Sancinetti, G.S.; Azevedo, A.; Castilho, A.L.; Fransozo, A. and Costa, R.C. 2014. How marine upwelling influences the distribution of *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeoidea)? *Latin American Journal of Aquatic Research*, 42 (2): 322.
- Sancinetti, G.S.; Azevedo, A.; Castilho, A.L.; Fransozo, A. and Costa, R.C. 2015. Population biology of the commercially exploited shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeidae) in an upwelling region in the Western

Atlantic: comparison at different latitudes. *Brazilian Journal of Biology*, 75 (2): 305-313.

Schmidt-Nielsen, K. *Fisiologia animal: adaptação e meio ambiente*. Livraria Santos Editora Comércio e Importação Ltda., São Paulo, SP. 2002, 612 p.

Semensato, X.E.G. and Di Benedetto, A.P.M. 2008. Population dynamic and reproduction of *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeidae) in Rio de Janeiro State, South-eastern Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 34 (1): 89-98.

Simões, S.M.; Costa, R.C.; Fransozo, A. and Castilho, A.L. 2010. Diel variation on the abundance and size of seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea, Penaeoidea) in Ubatuba Region, Southeastern of Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 82 (2): 369- 378.

Strobl, C.; Boulesteix, A.L.; Zeileis, A. and Hothorn, T. 2007. Bias in Random Forest Variable Importance Measures: Illustrations, Sources and a Solution. *BMC Bioinformatics*, 8 (25). Disponível em: <http://www.biomedcentral.com/1471-2105/8/25>.

Strobl, C.; Boulesteix, A.L.; Kneib, T.; Augustin, T. and Zeileis, A. 2008. Conditional Variable Importance for Random Forests. *BMC Bioinformatics*, 9 (307). Disponível em: <http://www.biomedcentral.com/1471-2105/9/307>.

Tucker, M. 1988. *Techniques in Sedimentology*. Blackwell Scientific Publications. Cambridge.

Wentworth, C. K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30: 377-392.

Williams, A.B. 1984. Shrimps, lobsters and crabs of the Atlantic coast of the eastern United States, Maine to Florida.

CAPÍTULO II

Dinâmica populacional do camarão *Artemesia*

***longinaris* Spence Bate, 1888 (Crustacea,**

Penaeoidea) em dois períodos distintos:

intervalo de 20 anos

RESUMO

A biologia populacional de *Artemesia longinaris* foi comparada em dois períodos distintos, num intervalo de 20 anos, na enseada de Ubatuba, São Paulo, Brasil, por meio da distribuição em classes de tamanho, razão sexual, período reprodutivo, e recrutamento juvenil. As coletas foram realizadas mensalmente, em cinco locais diferentes. Os indivíduos apresentaram frequências de distribuição diferentes entre os períodos, com pico de abundância em classes de tamanho maiores durante o primeiro período. Houve uma redução na média de tamanho geral das populações. Fêmeas reprodutivas e juvenis estiveram presentes em todas as estações do ano (juvenis não foram observados apenas no outono do primeiro período). A razão sexual foi favorável para as fêmeas em ambos os períodos. A redução no tamanho dos indivíduos observada pode ser consequência da intensa exploração pela pesca de arrasto, que é considerada desestabilizadora do ambiente marinho. A razão sexual favorável para as fêmeas segue o padrão observado para crustáceos. Aliado a isso, a presença de fêmeas reprodutivas ao longo do ano, em ambos os períodos, sugere que a espécie se reproduz continuamente na região. Por outro lado, o recrutamento juvenil foi interpretado como episódico, visto que não houve relação aparente entre a ocorrência de fêmeas reprodutivas e indivíduos imaturos.

Palavras-chave: APA; pesca de arrasto; recrutamento juvenil, período reprodutivo

INTRODUÇÃO

O camarão *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888, conhecido popularmente no Brasil como “camarão barba-ruça” é uma espécie endêmica do Atlântico Sul, ocorrendo desde Atafona (21°S) (Rio de Janeiro, Brasil), até a província de Chubut (43°S) (Argentina) (Boschi, 1969). A distribuição batimétrica dessa espécie vai desde águas rasas, até 125 metros de profundidade (Costa *et al.*, 2003). Este camarão desempenha um importante papel ecológico nas relações tróficas marinhas, contribuindo para a estabilidade das comunidades bentônicas (Boschi, 1969, 1997; Gavio & Boschi, 2004). Além disso, nos últimos anos, *A. longinaris* passou a ser explorada pela pesca artesanal e industrial ao longo de toda sua área de distribuição (D’Incao *et al.*, 2002), devido à redução nos estoques das espécies de Peneoidea mais rentáveis, como os camarões-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) e *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967); o camarão-branco *Litopenaeus schimitti* (Burkenroad, 1936); e o camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862).

A pesca é considerada uma das principais atividades que contribuem para a economia de habitantes de zonas costeiras de países em desenvolvimento (Colinders, 2006). Contudo, tal atividade pode afetar gravemente a estrutura de muitas populações, bem como sua capacidade de se reproduzir (Dayton *et al.*, 2006). Portanto, conhecer aspectos relacionados à biologia populacional de organismos impactados pela pesca, constitui uma ferramenta importante para administrar uma exploração bem regulada e sustentável (Almeida *et al.*, 2011). Nesse sentido, alguns estudos sobre a biologia de *A. longinaris* foram obtidos na

costa sudeste e sul do Brasil, incluindo informações sobre a dinâmica populacional e reprodutiva (Castilho *et al.*, 2007a,b; Semensato & Di Benedito, 2008; Costa *et al.*, 2010 e Sancinetti *et al.*, 2015) e distribuição ecológica (Costa *et al.*, 2005; Sancinetti *et al.*, 2014; Bernardo *et al.*, 2018). Estes autores mostraram que a idade, maturidade sexual e comprimento da carapaça dessa espécie é maior em maiores latitudes. Adicionalmente, Castilho *et al.*, (2007b) observaram que o período reprodutivo e o recrutamento juvenil é contínuo para populações de regiões tropicais (23°S), e sazonal em regiões temperadas (37°S).

Segundo Ricklefs & Miller (1999), a caracterização da dinâmica de uma população, auxilia na avaliação de sua vulnerabilidade e leva a uma melhor compreensão dos processos que influenciam as interações intraespecíficas no espaço e no tempo. Adicionalmente, uma descrição precisa dos aspectos relacionados à reprodução são de suma importância para a compreensão de processos de recrutamento e desenvolvimento em espécies de Penaeoidea (Crocós & Van Der Velde, 1995). O recrutamento juvenil, determinado pela presença de indivíduos jovens ao longo do ano (Bauer, 1989), é utilizado pela legislação brasileira como parâmetro populacional para regulamentar a pesca de camarões (Franco *et al.*, 2009). Contudo, o período de fechamento da pesca (defeso) estabelecido na região sul e sudeste do Brasil, baseia-se apenas no período de recrutamento do camarão rosa, deixando outras espécies desprotegidas.

Na região de Ubatuba, litoral norte do estado de São Paulo, onde o presente estudo foi conduzido, a pesca artesanal, em especial a pesca de arrasto,

tem grande importância socioeconômica, visto que centenas de pescadores estão envolvidos nesta atividade (Costa *et al.*, 2008). Atualmente, esta região faz parte de uma APA Marinha do Litoral Norte (Setor Cunhambebe), desde 8 de outubro de 2008 (proclamação nº: 53.525, pelo Ministério do Meio Ambiente, Brasil), instituída com o objetivo de priorizar a conservação, como a utilização sustentável dos recursos marinhos da região. A pesca artesanal de camarões de interesse comercial é permitida e realizada, durante o ano todo, com interrupção apenas no período de defeso, de 1º março a 31 de maio (Instrução Normativa IBAMA nº189/2008).

Ainda que estudos citados anteriormente tenham sido realizados, de modo a elucidar melhor alguns aspectos relacionados à biologia populacional da espécie alvo deste estudo, não existem informações disponíveis sobre as consequências da crescente exploração deste camarão pela pesca em sua população. Nesse sentido, a estrutura populacional, o período reprodutivo e de recrutamento juvenil e a razão sexual de *A. longinaris* foram comparados na Enseada de Ubatuba, litoral norte do estado de São Paulo, em dois períodos distintos, com intervalo de 20 anos.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas, mensalmente em dois períodos: o primeiro período ocorreu de setembro/1995 a agosto/1996, e o segundo período, de setembro/2016 a agosto/2017. Os arrastos foram realizados com um barco de pesca equipado com rede de arrasto de fundo do tipo “*double-rig*”, em três locais permanentes, estabelecidos dentro da Enseada de Ubatuba (Figura 1). Cada local foi amostrado por 1 km de extensão, com duração de 20 min, efetuando-se coletas em cada um deles durante três dias consecutivos.

Em cada local, amostras de água foram obtidas com uma garrafa de Nanssen e temperatura e salinidade foram mensuradas com um termômetro de mercúrio e refratômetro óptico, respectivamente. Amostras de sedimento foram obtidas utilizando-se um pegador de Van-Veen, para analisar o conteúdo de matéria orgânica. Para determinar o teor de matéria orgânica do sedimento, foram acondicionadas três subamostras de 10 g em cadinhos de porcelana e incineradas em mufla a 500 °C durante 3 horas. A porcentagem do teor de matéria orgânica do sedimento foi obtida pelo peso livre das cinzas.

Os camarões foram identificados (de acordo com Costa *et al.*, 2003), mensurados quanto ao comprimento da carapaça com um paquímetro de precisão (0.01 mm) e separados quanto ao sexo (presença de petasma nos machos e tético nas fêmeas). Os estágios de desenvolvimento das gônadas foram determinados com base na observação macroscópica das mesmas: IM = imaturo (fêmeas menores que 13.3 mm de comprimento da carapaça de acordo com dados de Castilho *et al.*, 2007b), RU = rudimentar (coloração variando de amarelo a

laranja), ED = em desenvolvimento (verde claro), DE = desenvolvido (verde oliva) (Bauer & Lin, 1994; Costa & Fransozo, 2004; Castilho *et al.*, 2007b). Machos foram classificados, como jovens ou adultos, com base na observação macroscópica dos caracteres sexuais secundários (petasma) e estágio de maturidade de ampolas terminais.

Para representar a estrutura da população, as classes de tamanho foram definidas de acordo com Castilho *et al.*, (2007a). Foram estabelecidas classes de 1 mm de intervalo (dos 6 mm aos 24 mm). O teste Kolmogorov-Smirnov (KS) foi utilizado para detectar diferença entre o tamanho da população do primeiro e segundo período. A diferença de tamanho dos grupos entre os períodos foi analisada por meio do Teste t pareado de Student.

O período reprodutivo foi determinado pela presença de fêmeas reprodutivas (ED+DE) durante as estações do ano (Bauer & Lin, 1994). O tipo de recrutamento foi determinado pela presença de imaturos durante todo o ano (contínuo) ou apenas em alguns períodos (sazonal) (Bauer, 1989). A Análise de Redundância (RDA) foi utilizada para detectar possíveis relações entre a variação na abundância de juvenis (IM) e fêmeas reprodutivas (ED+DE) e as variáveis ambientais mensuradas (temperatura e salinidade da água e teor de matéria orgânica do sedimento). A RDA produz escores finais de coordenação que resumem a relação linear entre as variáveis explicativas e de resposta, nos quais somente as variáveis ambientais acima de 0,4 e inferiores a -0,4 são consideradas biologicamente significativas (Rakocinski *et al.*, 1996). Para realizar a RDA

utilizou-se o pacote “vegan” (Oksanen *et al.*, 2013), no software R, versão 3.4.3 (R Core Team, 2017).

Para a análise de correspondência (CA) foi gerada uma tabela de contingência contendo a abundância dos grupos demográficos de *A. longinaris* ao longo das estações do ano. Além disso, foram considerados os eixos significativos da CA, que contabilizaram a uma variação cumulativa maior que 80%. Em adição, os pontos gráficos relacionados aos grupos demográficos foram dispostos, proporcionalmente, a sua abundância da tabela de contingência, gerando uma visualização clara da associação entre a abundância de cada grupo demográfico com as estações do ano. Para atestar a significância do padrão de associação gerado, um teste de chi-quadrado de Pearson, com valor de p simulado (n=2000) foi realizado. A razão sexual foi obtida pela divisão do número de machos pelo número de fêmeas. O teste binomial (Wilson & Hardy, 2002) foi aplicado para avaliar se a razão sexual diferiu da proporção esperada de 1:1 nas classes de tamanho e meses nos dois períodos.

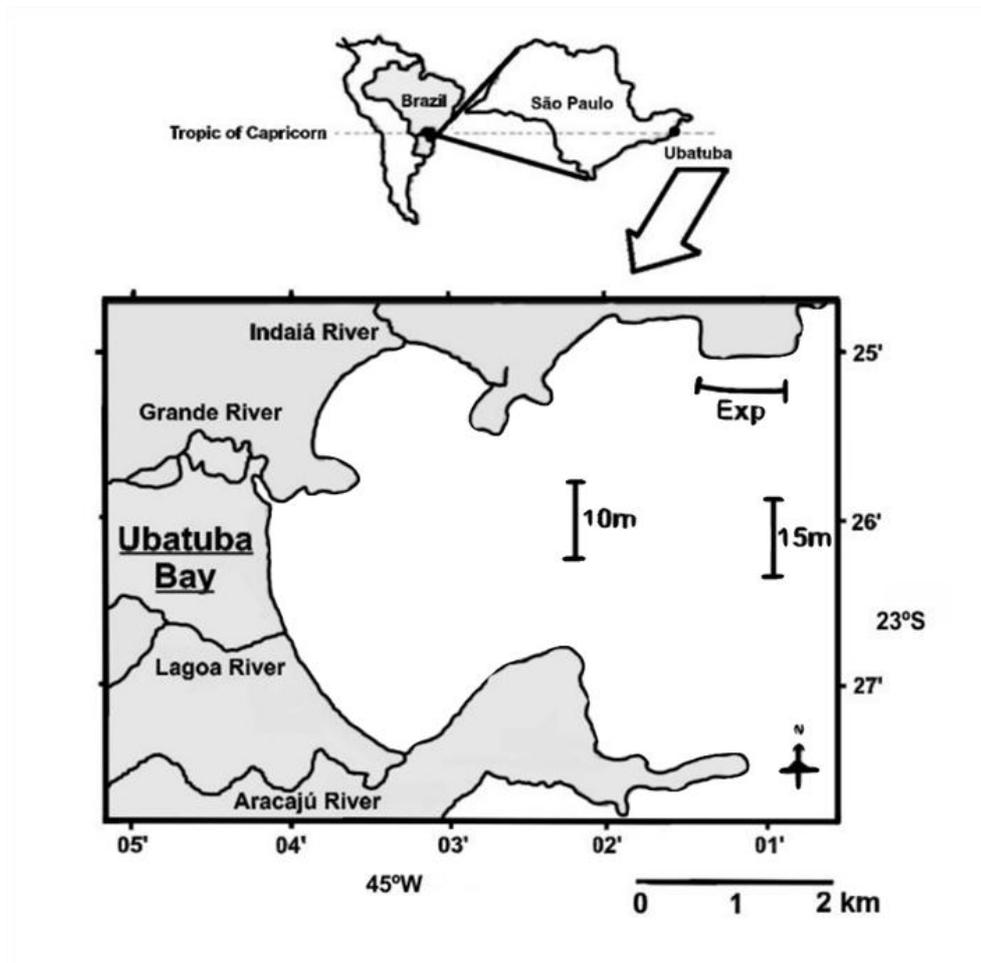


Figura 1. Mapa da Enseada de Ubatuba com a indicação dos locais amostrados:

10m, 15m and Exp = exposed (Adaptado de Mantelatto & Fransozo, 1999).

RESULTADOS

Um total de 835 e 1800 espécimes de *A. longinaria* foram capturados e analisados no primeiro e segundo período respectivamente. Os indivíduos apresentaram frequências de distribuições diferentes entre os dois períodos estudados (KS, $p < 0.05$). No primeiro período, os indivíduos apresentaram um pico de abundância em classes maiores, entre 11.5 e 21.5 mm, enquanto no segundo período, o pico ocorreu em classes menores, entre 7.5 e 15.5 mm. Indivíduos jovens atingiram até a classe 13.5 mm no primeiro período, e 10.5 mm no segundo período. A menor fêmea reprodutiva foi observada nas classes 10.5 e 12.5 mm no primeiro e segundo período respectivamente (Figura 2). Houve uma redução na média de tamanho geral das populações, no primeiro período a média foi de 15.4 ± 3.0 e no segundo período foi de 11.9 ± 3.0 (Teste t , $p < 0.05$). Todos os grupos demográficos também apresentaram uma redução na média de tamanho dos indivíduos (Teste t , $p < 0.05$). Adicionalmente, fêmeas apresentaram médias de tamanho maiores que machos em ambos os períodos (Figura 3).

Fêmeas reprodutivas e juvenis estiveram presentes em todas as estações do ano, em ambos os períodos, exceto no outono do primeiro período, no qual nenhum jovem foi observado (Figura 4). A maior porcentagem de fêmeas reprodutivas, em relação ao número total de fêmeas, foi registrada durante a primavera e o verão do primeiro período. No segundo período, a maior porcentagem de fêmeas reprodutivas foi observada durante o inverno, entretanto, o número de fêmeas capturadas foi muito baixo (19), portanto, a primavera e o verão foram consideradas as estações com maior ocorrência desse grupo demográfico (Figura 5). Quanto aos indivíduos jovens, a maior porcentagem, em relação ao número total de indivíduos coletados, foi observada durante a primavera e verão do primeiro período, e primavera, verão e outono do segundo período (Figura 6). De acordo com a CA, houve uma segregação dos grupos demográficos durante as estações do ano e

entre os períodos. Durante o primeiro período, fêmeas reprodutivas foram relacionadas com o verão, enquanto no segundo período, esse grupo esteve mais associado a primavera, verão e inverno (Figura 7). A Análise de Redundância (RDA), revelou uma relação inversamente proporcional entre a abundância de fêmeas reprodutivas e a temperatura de fundo; e diretamente proporcional com a salinidade de fundo. Considerando os camarões jovens, a abundância foi diretamente proporcional à temperatura e inversamente proporcional a salinidade (Tabela 1).

Em ambos os períodos, as menores médias de temperatura de fundo foram registradas durante o inverno (primeiro período: 20.9 ± 1.6 e segundo período: 21.9 ± 0.6), enquanto as maiores foram registradas durante o outono do primeiro período (25.0 ± 2.1) e verão do segundo período (25.5 ± 1.7) (Figura 8). A salinidade foi menor durante a primavera de ambos os períodos (primeiro período: 31.7 ± 1.3 e segundo período: 34.0 ± 0) (Figura 9). A média da porcentagem do conteúdo de matéria orgânica do sedimento foi de 8.0 ± 5.8 no primeiro período e 5.1 ± 3.0 no segundo período.

A razão sexual foi favorável para as fêmeas em ambos os períodos (Binomial test; $p < 0.05$). No primeiro período foram coletados 337 machos e 498 fêmeas, com razão sexual de 1 : 1.5, enquanto no segundo período 816 machos e 984 fêmeas foram amostrados, com razão sexual de 1 : 1.2. Ao longo das estações do ano, a razão sexual foi favorável para as fêmeas no verão, outono e inverno do primeiro período, e na primavera do segundo período (Tabela 2). Quanto as classes de tamanho, durante o primeiro período, a razão sexual foi favorável para os machos entre as classes de 11.5 a 14.5 mm, e favorável para as fêmeas entre as classes de 16.5 a 22.5 mm. No segundo período, a razão foi favorável para os machos nas classes 9.5 e 10.5 mm, e favorável para as fêmeas nas classes de 6.5 a 8.5 mm, de 11.5 a 13.5 mm e de 17.5 a 22.5 mm (Tabela 3).

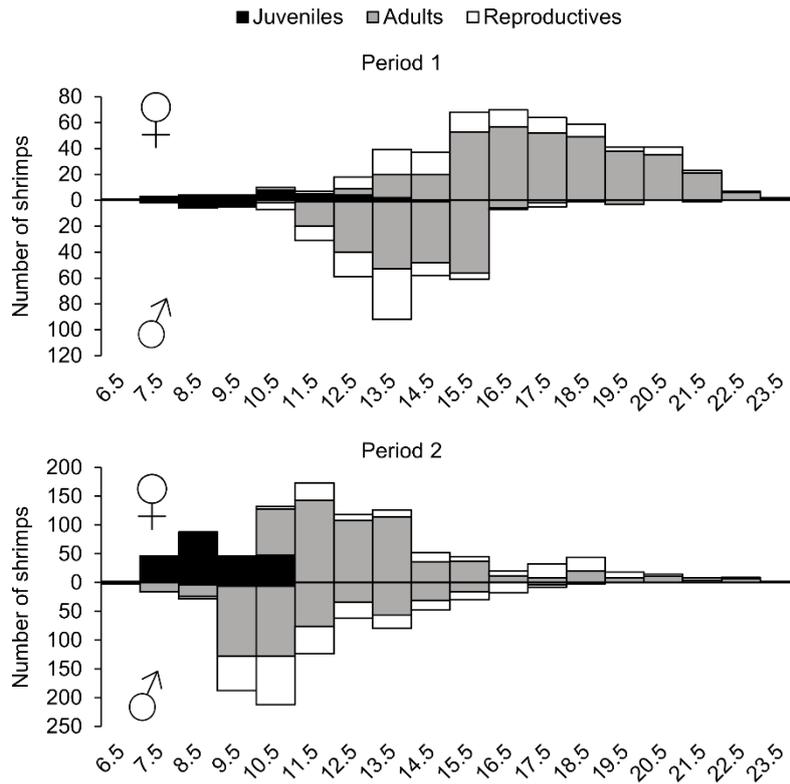


Figura 2. *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888. Distribuição da abundância total dos grupos demográficos em classes de tamanho, coletados durante o primeiro (setembro/1995 a agosto/1996) e segundo período (setembro/2016 a agosto/2017), na Enseada de Ubatuba, São Paulo, Brasil.

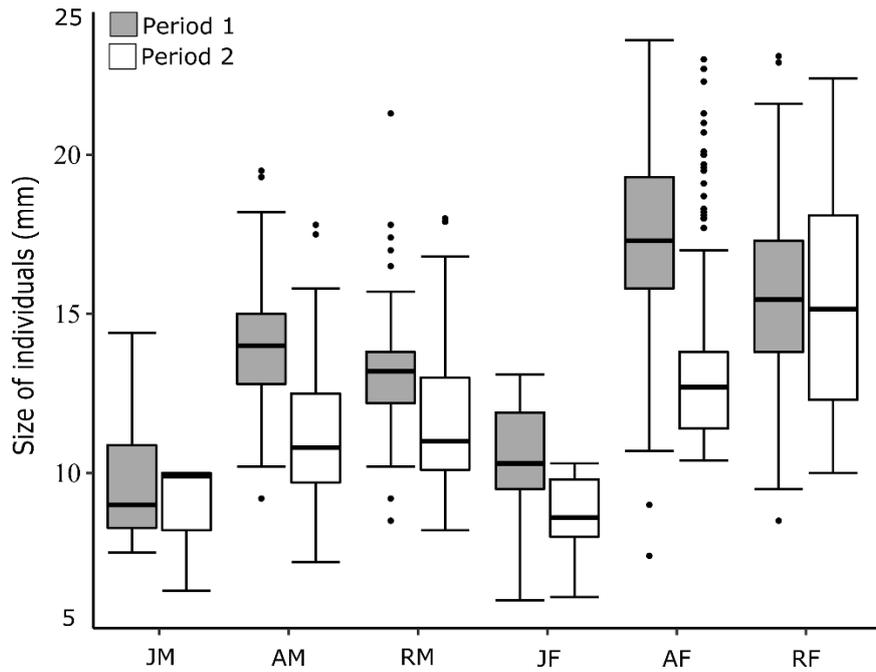


Figura 3. *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888. Boxplot com o tamanho dos indivíduos por grupos demográficos durante o primeiro (setembro/1995 a agosto/1996) e segundo período (setembro/2016 a agosto/2017), na Enseada de Ubatuba, São Paulo, Brasil (JM = machos jovens, AM = machos adultos, RM = machos reprodutivos, JF = fêmeas jovens, AF = fêmeas adultas, RF = fêmeas reprodutivas).

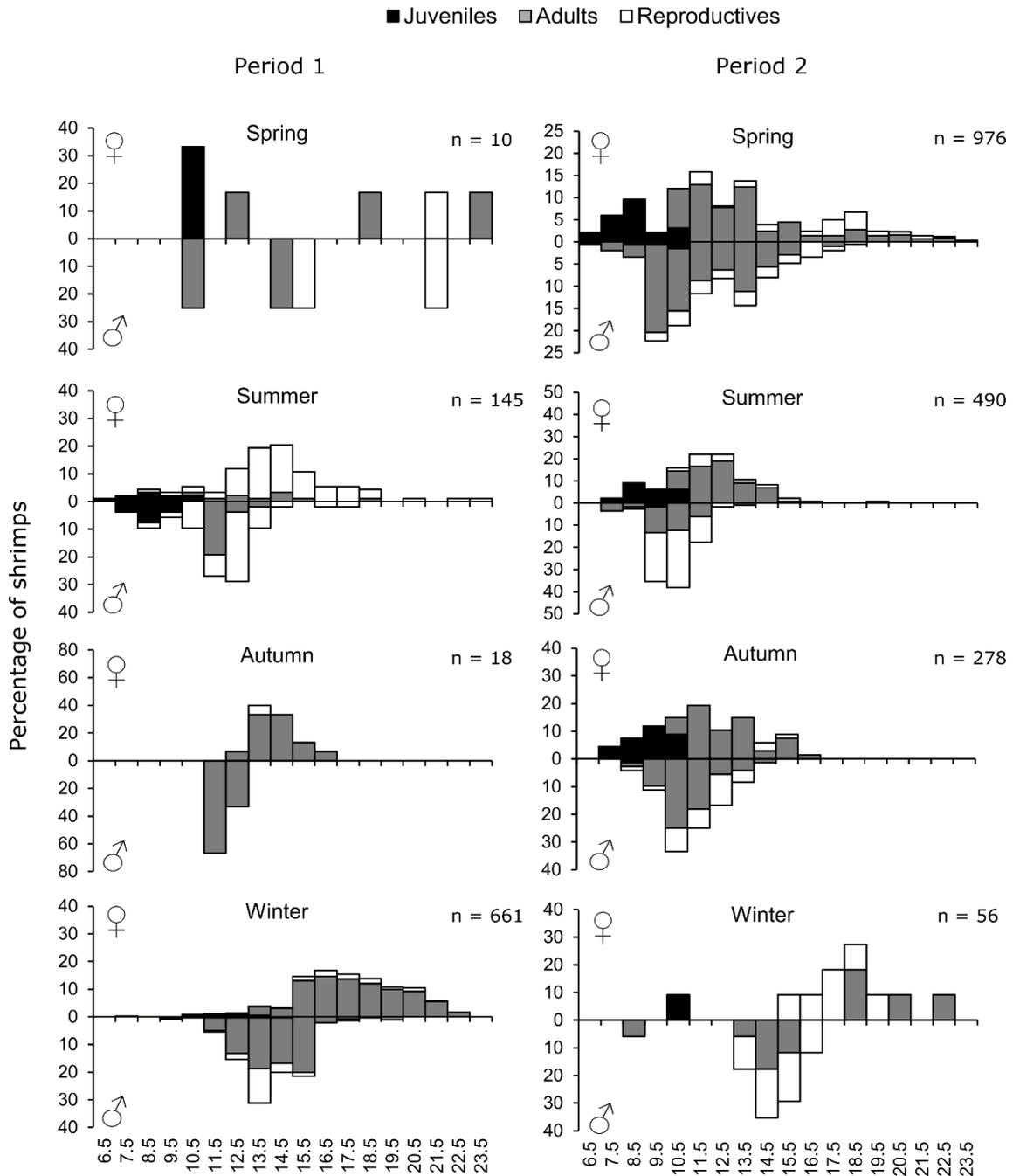


Figura 4. *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888. Distribuição dos grupos demográficos por classes de tamanho nas estações do ano no primeiro (setembro/1995 a agosto/1996) e segundo período (setembro/2016 a agosto/2017), na Enseada de Ubatuba, São Paulo, Brasil.

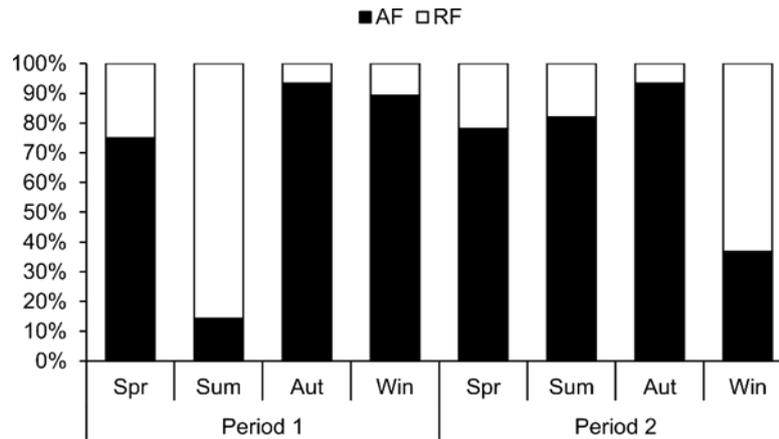


Figura 5. *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888. Porcentagem de fêmeas reprodutivas em relação ao total de fêmeas durante o primeiro (setembro/1995 a agosto/1996) e segundo período (setembro/2016 a agosto/2017), na Enseada de Ubatuba, São Paulo, Brasil (AF = fêmeas adultas, RF = fêmeas reprodutivas).

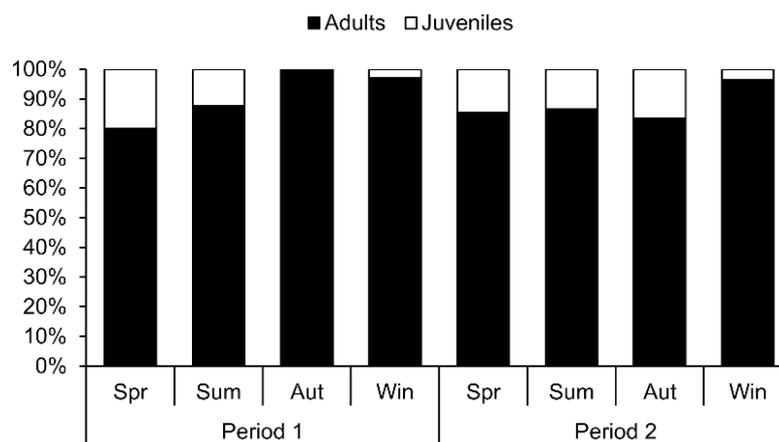


Figura 6. *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888. Porcentagem de jovens em relação ao total de indivíduos durante o primeiro (setembro/1995 a agosto/1996) e segundo período (setembro/2016 a agosto/2017), na Enseada de Ubatuba, São Paulo, Brasil.

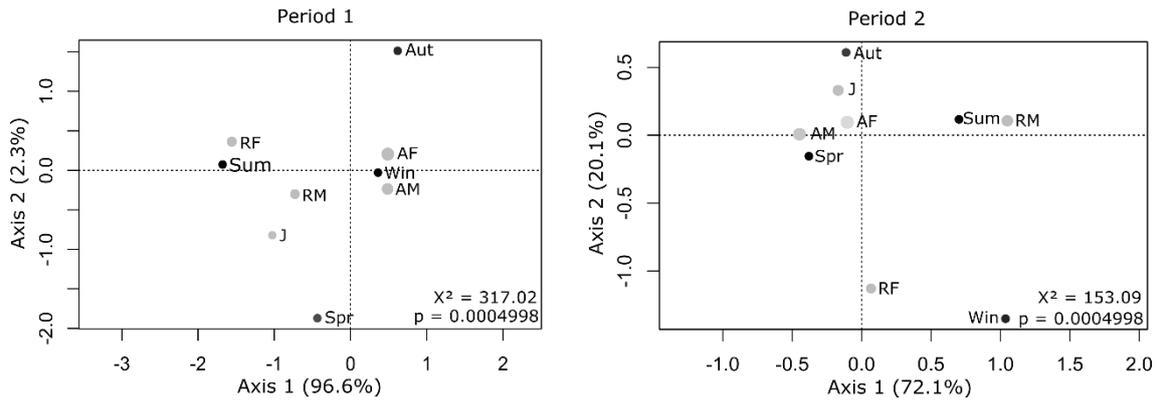


Figura 7. *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888. Análise de Correspondência (CA) da abundância dos grupos demográficos nas estações do ano durante o primeiro (setembro/1995 a agosto/1996) e segundo período (setembro/2016 a agosto/2017), na Enseada de Ubatuba, São Paulo, Brasil.

Tabela 1. Resumo dos resultados da Análise de Redundância (RDA). * Coeficientes com valores moduladores iguais ou superiores a 0.4 ou inferiores ou iguais a -0.4 são considerados ecologicamente importantes (ver Rakocinski *et al.*, 1996).

| | Axis 1 | Axis 2 |
|--------------------------------|---------------|---------------|
| Eigenvalue | 0.1619 | 0.03866 |
| Proportion Explained | 0.8073 | 0.19272 |
| Cumulative Proportion | 0.8073 | 1 |
| Species scores | | |
| Reproductive female | 0.5798 | -0.4395 |
| Juveniles | -0.8995 | -0.2833 |
| Environmental variables | | |
| Bottom temperature | -0.8803* | 0.3017 |
| Bottom salinity | 0.4335* | 0.6694 |
| Organic matter | 0.302 | 0.603 |

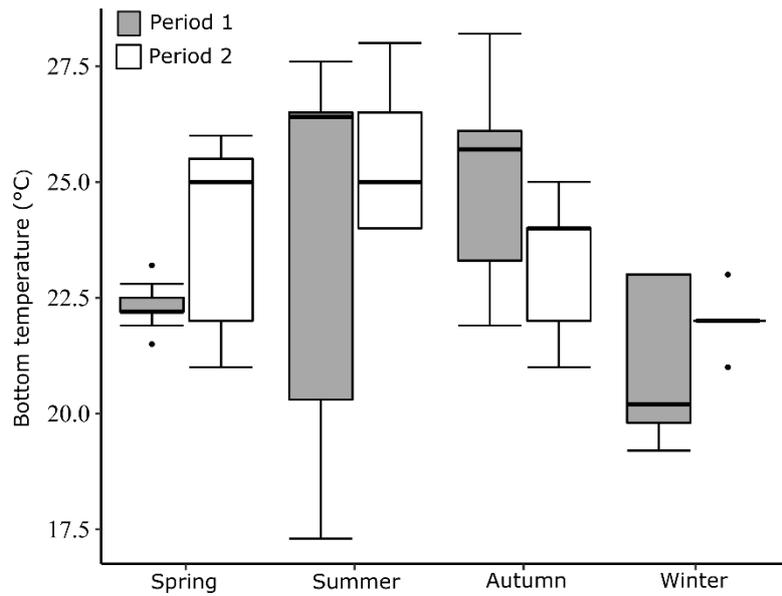


Figura 8. Boxplot dos valores de temperatura de fundo entre as estações do ano, registrados durante o primeiro (setembro/1995 a agosto/1996) e segundo período (setembro/2016 a agosto/2017), na Enseada de Ubatuba, São Paulo, Brasil.

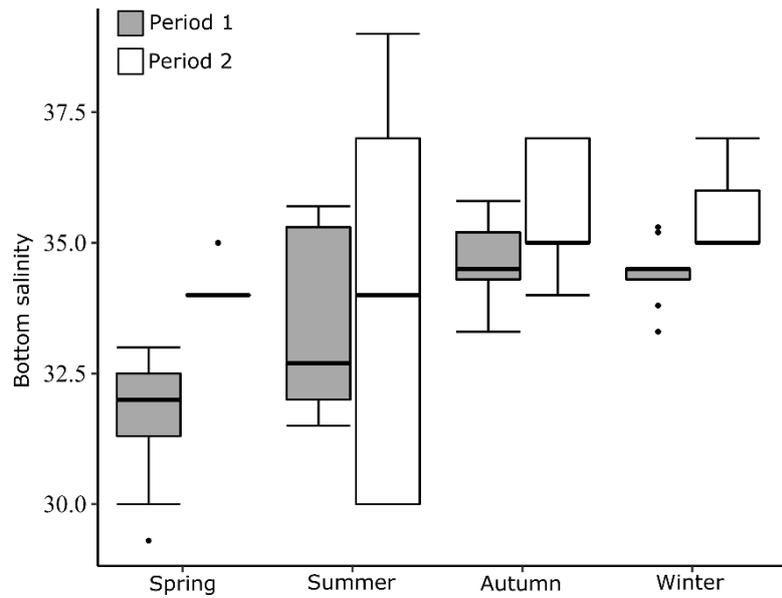


Figura 9. Boxplot dos valores de salinidade de fundo entre as estações do ano, registrados durante o primeiro (setembro/1995 a agosto/1996) e segundo período (setembro/2016 a agosto/2017), na Enseada de Ubatuba, São Paulo, Brasil.

Tabela 2. *Artemesia longinaria* Spence Bate, 1888. Razão sexual entre as estações do ano dos indivíduos coletados durante o primeiro (setembro/1995 a agosto/1996) e segundo período (setembro/2016 a agosto/2017), na Enseada de Ubatuba, São Paulo, Brasil. * teste binomial: valores de $p < 0.05$ foram considerados significativos.

| Season | Period 1 | | | Period 2 | | |
|---------------|----------|-----|------------------------------|----------|-----|------------------------------|
| | ♂ | ♀ | Sex Ratio (Male : Female) | ♂ | ♀ | Sex Ratio (Male : Female) |
| Spring | 4 | 6 | 1 : 1.5 | 412 | 564 | 1 : 1.4* |
| Summer | 52 | 94 | 1 : 1.8* | 226 | 264 | 1 : 1.2 |
| Autumn | 3 | 15 | 1 : 5* | 144 | 134 | 1 : 0.9 |
| Winter | 279 | 382 | 1 : 1.4* | 34 | 22 | 1 : 0.6 |

Tabela 3. *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888. Razão sexual entre as classes de tamanho dos indivíduos coletados durante o primeiro (setembro/1995 a agosto/1996) e segundo período (setembro/2016 a agosto/2017), na Enseada de Ubatuba, São Paulo, Brasil. * teste binomial: valores de $p < 0.05$ foram considerados significativos.

| Size Class | Period 1 | | | Period 2 | | |
|------------|----------|----|---------------------------|----------|-----|---------------------------|
| | ♂ | ♀ | Sex Ratio (Male : Female) | ♂ | ♀ | Sex Ratio (Male : Female) |
| 6.5 | 0 | 1 | 0 : 1 | 2 | 12 | 1 : 6* |
| 7.5 | 2 | 3 | 1 : 1.5 | 16 | 46 | 1 : 2.9* |
| 8.5 | 6 | 4 | 1 : 0.7 | 28 | 88 | 1 : 3.1* |
| 9.5 | 5 | 4 | 1 : 0.8 | 188 | 46 | 1 : 0.2* |
| 10.5 | 7 | 10 | 1 : 1.4 | 212 | 130 | 1 : 0.6* |
| 11.5 | 31 | 7 | 1 : 0.2* | 124 | 173 | 1 : 1.4* |
| 12.5 | 59 | 18 | 1 : 0.3* | 62 | 118 | 1 : 1.9* |
| 13.5 | 92 | 39 | 1 : 0.4* | 79 | 126 | 1 : 1.6* |
| 14.5 | 58 | 37 | 1 : 0.6* | 47 | 52 | 1 : 1.1 |
| 15.5 | 61 | 68 | 1 : 1.1 | 30 | 45 | 1 : 1.5 |
| 16.5 | 7 | 70 | 1 : 10* | 18 | 20 | 1 : 1.1 |
| 17.5 | 5 | 64 | 1 : 12.8* | 8 | 32 | 1 : 4* |
| 18.5 | 1 | 58 | 1 : 58* | 2 | 44 | 1 : 22* |
| 19.5 | 3 | 41 | 1 : 13.7* | 0 | 18 | 0 : 18* |
| 20.5 | 0 | 41 | 0 : 41* | 0 | 15 | 0 : 15* |
| 21.5 | 1 | 23 | 1 : 23* | 0 | 8 | 0 : 8* |
| 22.5 | 0 | 7 | 0 : 7 | 0 | 9 | 0 : 9* |
| 23.5 | 0 | 2 | 0 : 2 | 0 | 2 | 0 : 2 |

DISCUSSÃO

Os resultados deste trabalho mostraram que a estrutura populacional do camarão *A. longinaris* apresentou mudança após um intervalo de 20 anos, com indivíduos sendo capturados em classes de tamanho menores durante o segundo período, além de uma redução no tamanho médio de todos os grupos demográficos. Estas mudanças ocorreram, mesmo que medidas tenham sido tomadas para a preservação da biodiversidade na região. Dentre estas medidas, estão a criação de uma APA Marinha, que proíbe que a pesca comercial seja realizada na região, além do período de defeso (de 1º de março a 31 de maio). Estas medidas tendem a reduzir o número de barcos de pesca que operam na região, visando a preservação dos estoques pesqueiros e de toda biodiversidade.

A hipótese mais provável para justificar a redução do tamanho dos indivíduos é a intensa atividade de pesca de camarão que existe na região, visto que, segundo Kaiser *et al.* (2002), dentre os impactos causados pela pesca de arrasto no ecossistema, estão: redução do tamanho do corpo dos organismos e maturidade sexual precoce. Este processo de redução no tamanho de populações sob intensa pressão de pesca já foi registrado anteriormente por Vazzoler (1996) e Keunecke *et al.* (2012) em populações de peixes teleósteos e espécies de siri do gênero *Callinectes* sp. Além da redução no tamanho dos indivíduos observada entre os períodos, fêmeas capturadas neste estudo atingiram tamanhos maiores que machos. O padrão de dimorfismo sexual no tamanho dos indivíduos já havia sido registrado anteriormente para *A. longinaris* (Castilho *et al.*, 2007b; Sancinetti *et al.*, 2015).

De acordo com Boschi (1969) e Gab-Alla *et al.* (1990), diferenças no tamanho corporal em relação ao sexo são uma regra geral entre camarões Peneoidea, uma vez que fêmeas maiores podem estar sob pressão seletiva para aumentar a produção de ovos (Costa & Fransozo, 2004; Castilho *et al.*, 2008a). Estudos realizados na costa sudeste do

Brasil revelaram o mesmo padrão de dimorfismo sexual para *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Severino-Rodrigues *et al.*, 1993; Nakagaki & Negreiros-Fransozo, 1998; Castro *et al.*, 2005), *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1874) (Costa & Fransozo, 2004), *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Castilho *et al.*, 2008a) e *Sicyonia dorsalis* (Kingsley, 1878) (Castilho *et al.*, 2008b). Sendo assim, uma das consequências da redução no tamanho dos indivíduos da população, observado no presente estudo é uma menor produção de ovos pelas fêmeas, que a longo prazo pode contribuir para a diminuição na abundância da espécie.

A presença de fêmeas reprodutivas ao longo do ano em ambos os períodos, sugere que a espécie se reproduz continuamente na enseada de Ubatuba. Entretanto, há evidências de uma atividade reprodutiva mais intensa durante o verão do primeiro período, e verão e inverno do segundo período. Espécies de regiões tropicais costumam ter reprodução contínua, devido as condições relativamente estáveis, e temperaturas elevadas ao longo do ano (Sartry, 1983). Todavia, espécies como *A. longinaris* e *P. muelleri*, que possuem história evolutiva vinculada a águas oceânicas frias (Boschi, 1969; Fransozo *et al.*, 2004), possuem desovas associadas à temperaturas mais baixas em regiões tropicais (Pérez-Farfante, 1969; Dall *et al.*, 1990; Bauer & Lin, 1994) e mais altas em regiões temperadas (Castilho *et al.*, 2007a). Essa hipótese foi reforçada no presente estudo, visto que a RDA apontou uma correlação negativa entre a temperatura de fundo e fêmeas reprodutivas.

Em ambos os períodos, a relação entre fêmeas reprodutivas e o verão possivelmente foi um reflexo das características físicas e químicas produzidas pela massa de água ACAS (Água Central do Atlântico Sul) na região. Essa massa de água é responsável por uma redução na temperatura de fundo, além de transportar nutrientes e conseqüentemente, aumentar a disponibilidade de alimento tanto para as fêmeas

reprodutivas, quanto para as larvas (Pires-Vanin *et al.*, 1993). Embora a redução na temperatura de fundo não seja evidente durante a primavera e o verão no presente estudo, estudos relacionados com os aspectos reprodutivos de *A. longinaris* ao longo de cinco anos e meio na região de Ubatuba evidenciaram uma reprodução contínua, com picos durante a primavera e o verão (Castilho *et al.*, 2007b). Por outro lado, o recrutamento juvenil foi interpretado como episódico, visto que não houve relação aparente entre a ocorrência de fêmeas reprodutivas e indivíduos imaturos. Tal fenômeno já havia sido reportado anteriormente para a espécie alvo do presente estudo na região (Castilho *et al.*, 2007a).

Outro fator determinante na reprodução de camarões marinhos é a salinidade (Dall *et al.*, 1990). O camarão alvo deste estudo apresentou uma relação positiva entre a abundância de fêmeas reprodutivas e valores de salinidade da água. A associação de *A. longinaris* com maiores valores de salinidade já havia sido observada por Costa *et al.* (2005), Dumont & D’Incao (2008), Carvalho-Batista *et al.* (2011) e Bernardo *et al.* (2018). Esta espécie caracteriza-se por apresentar ciclo de vida do tipo III (Dall *et al.*, 1990). Espécies de camarões marinhos que apresentam este ciclo de vida são classificados como estenoalinos, por apresentarem uma tolerância limitada às variações de salinidade da água (Shmidt-Nielsen, 2002). Entretanto, juvenis apresentaram uma relação oposta as fêmeas reprodutivas, quanto aos fatores ambientais analisados. Segundo Dumont & D’Incao (2008), indivíduos jovens tendem a habitar áreas com menores salinidades e maiores temperaturas, enquanto fêmeas e machos adultos são encontrados, principalmente, em áreas com salinidades maiores e a temperaturas mais baixas. Isso pode estar relacionado ao fato de que, a cópula geralmente ocorre em regiões mais profundas, enquanto o desenvolvimento dos juvenis ocorre em áreas mais rasas (Costa *et al.*, 2010).

A razão sexual foi favorável para as fêmeas em ambos os períodos; ao longo das estações do ano, e na maioria das classes de tamanho, fêmeas foram mais abundantes que machos. Segundo Wenner (1972), entre os crustáceos marinhos, a proporção de 1:1 é considerada mais uma exceção que uma regra. Diversas hipóteses foram propostas para explicar essa observação, entre elas, o sistema de cópula, no qual um único macho pode copular várias fêmeas (Pianka, 1983). Outra hipótese, proposta por Boschi (1969) está relacionada com o fato de fêmeas serem maiores que machos, e com isso, serem mais vulneráveis a captura da rede, ou machos apresentarem maior mortalidade. Ainda, segundo Costa *et al.* (2010), *A. longinaris* apresenta migração diferencial entre os sexos durante o ciclo reprodutivo, na qual a cópula ocorre em águas profundas, com posterior migração das fêmeas até águas costeiras para desovar. Segundo Dall *et al.* (1990), larvas, juvenis e adultos de camarão tem preferência por habitats diferentes e a combinação de todas essas hipóteses pode explicar melhor esse desvio na proporção sexual a favor das fêmeas.

Os resultados obtidos neste trabalho apontaram para uma redução no tamanho dos indivíduos na população de *A. longinaris* neste intervalo de 20 anos. Adicionalmente, o pico reprodutivo observado durante o verão de ambos os períodos torna o período de defeso ineficiente para a proteção desta espécie. Portanto, estes resultados são importantes para uma melhor compreensão da biologia da espécie e pode ser utilizado como referência no monitoramento de estoques pesqueiros, além de servir como base para o aperfeiçoamento das medidas de manejo e preservação já existentes, uma vez que estas devem buscar proteger o maior número de espécies possível.

REFERÊNCIAS

- Almeida, A.C.; Fransozo, V.; Teixeira, G.M.; Furlan, M.; Hiroki, K.A.N. and Fransozo, A. 2011. Population structure and reproductive period of whitebelly prawn *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis 1950) (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) on the southeastern coast of Brazil. *Invertebrate Reproduction & Development*, 55 (1): 30-39.
- Bauer, R.T. 1989. Continuous reproduction and episodic recruitment in nine shrimp species inhabiting a tropical seagrass meadow. *Journal of Experimental Marine Ecology*, 127: 175 – 187.
- Bauer, R. T. and Lin, J. 1994. Temporal patterns of reproduction and recruitment in populations of the penaeid shrimps *Trachypenaeus similis* (Smith) and *T. constrictus* (Stimpson) (Crustacea: Decapoda) from the north-central gulf of Mexico. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 182: 205-222.
- Bernardo, C.H.; Sancinetti, G.S.; Taddei, F.G.; Hiroki, K.A.N.; Almeida, A.C. and Fransozo, A. 2018. Abundance and spatio-temporal distribution of two Southwest Atlantic endemic shrimps: changes after 20 years. *Biologia*, 1-10.
- Boschi, E.E. 1969. Estudio biológico pesquero del camarón *Artemesia longinaris* Bate de Mar del Plata. *Boletín del Instituto de Biología Marina*, 18: 1-47.
- Carvalho-Batista, A.; Simões, S. M.; Lopes, M. and Costa, R. C. 2011. Ecological distribution of the shrimp *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) and *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Decapoda, Penaeoidea) in the southeastern Brazilian littoral. *Nauplius*, 19 (2): 135-143.

- Castilho A.L., Gavio M.A., Costa R.C., Boschi E.E., Bauer R. and Fransozo A. 2007a. Latitudinal variation in population structure and reproductive pattern of the endemic South American shrimp *Artemesia longinaris* (Penaeoidea). *Journal of Crustacean Biology*, 27, 548–552.
- Castilho A.L., Costa R.C., Fransozo A. and Boschi E.E. 2007b. Reproductive biology of the shrimp *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) in the northern Coast of São Paulo State, Brazil. *Revista de Biologia Tropical*, 55, 39–48.
- Castilho, A. L.; Pie, M. R.; Fransozo, A.; Pinheiro, A. P. and Costa, R.C. 2008. The relationship between environmental variation and species abundance in shrimp community (Crustacea: Decapoda: Penaeoidea) in south-eastern Brazil. *Journal of Marine Biological Association of United Kingdom*, 88 (1): 119-123.
- Castro, R.H.; Costa, R.C.; Fransozo, A. and Mantelatto, F.L.M. 2005. Population structure of seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Penaeoidea) in the litoral of São Paulo, Brazil. *Scientia Marina*, 69: 105-112.
- Colindres, C. O. G. 2006. Description and analysis of the white shrimp (*Litopenaeus schmitti*) fisheries in Pearl Lagoon, Atlantic Coast of Nicaragua, with focus on the gear selectivity in the artisanal fleets.
- Costa, R. C.; Branco, J. O.; Machado, I. F.; Campos, B. R. and Avila, M. G. 2010. Population biology of shrimp *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) from the South coast of Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* (Print), 90: 663-669.

- Costa, R. C. and Fransozo, A. 2004. Abundance and ecologic distribution of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Crustacea: Penaeoidea) in the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Journal of Natural History*, 38: 901-912.
- Costa, R. C.; Fransozo, A.; Castilho, A. L. and Freire, F. A. M. 2005. Annual, seasonal and spatial variation of abundance of the shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea) in a southeastern region of Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 85 (1): 107-112.
- Costa, R. C.; Fransozo, A.; Melo, G.A.S. and Freire, F.A.M. 2003. An illustrated key for Dendrobranchiata shrimps from the northern coast of São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*, 3: 1-12.
- Costa, R. C.; Lopes, M.; Castilho, A. L.; Fransozo, A. and Simões, S. M. 2008. Abundance and distribution of juvenile pink shrimps *Farfatepenaeus* spp. in a mangrove estuary and adjacent bay on northern shore of São Paulo State, southeastern Brazil. *Invertebrate Reproduction & Development*, 52 (1-2): 51-58.
- Dall, W.; Hill, B.J.; Rothlisberg, P.C. and Staples, D.J. 1990. The biology of the Penaeidae. In: Blaxter, J.H.S. and Southward A.J. (ed), *Advances in Marine Biology*. San Diego: Academic Press. 489p.
- Dumont, L. F. C. and D’Incao, F. 2008. Distribution and abundance of the Argentinean (*Artemesia longinaris*) and red (*Pleoticus muelleri*) prawns (Decapoda:Penaeoidea) in Southern Brazil during the commercial double-rig trawl fishery season. *Nauplius*, 16 (2): 83-94.
- D’Incao, F.; Valentini, H. and Rodrigues, L.R. 2002. Avaliação da pesca de camarões nas regiões sudeste e sul do Brasil. *Atlântica*, 24: 103-116.

- Franco, A.C.N.P.; Schwarz Junior, R.; Pierri, N. and Santos, G.D. 2009. Levantamento, sistematização e análise da legislação aplicada ao defeso da pesca de camarões para as regiões sudeste e sul do Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 35 (4): 687-699.
- Fransozo, A.; Costa, R. C.; Castilho, A. L. and Mantelatto, F. L. 2004. Ecological Distribution of the Shrimp “Camarão Serrinha” *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba, Brazil, in relation to Abiotic Factors. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 16: 43-50.
- Gab-Alla, A. A. F. A.; Hartnoll, R. G.; Ghobashy, A. F. and Mohammed, S. Z. 1990. Biology of penaeid prawns in the Suez Canal Lakes. *Marine Biology*, 107: 417-426.
- Gavio, M. A.; Boschi, E. E. 2004. Biology of the shrimp *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) from Mar Del Plata coast, Argentina. *Naupilus*, 12: 83-94.
- Kaiser, M. J.; Collie, J. S.; Hall, S. J.; Jennings, S. and Poiner, I. R. 2002. Modification of marine habitats by trawling activities: prognosis and solutions. *Fish and Fisheries*, 3: 114-136.
- Keunecke, K. A.; D’Incao, F.; Verani, J. R. and Vianna, M. 2012. Reproductive strategies of two sympatric swimming crabs *Callinectes danae* and *Callinectes ornatus* (Crustacea: Portunidae) in a estuarine system, south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 92 (02): 343-347.
- Mantelatto, F. L. and 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.

- Nakagaki, J. M.; Negreiros-Fransozo, M. L. 1998. Population biology of *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda: Penaeidae) from Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil. *Journal of Shellfish Research*, 17 (4): 931-936.
- Okasanen, J.F.; Blanchet, G.; Kindt, R.; Legendre, P.; Minchin, P.R.; O'Hara, R.B.; Simpson, G.L.; Solymos, P.; Stevens, M.H.H. and Wagner, H. 2013. Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.0-5.
- Pérez-Farfante, I. 1969. Western Atlantic shrimp of genus *Penaeus*. *Fishery Bulletin*, 67 (3): 461-590.
- Pianka, E. R. 1983. *Evolutionary Ecology*. 3ed. Harper & Row Publishers, Inc., New York.
- Pires-Vanin, A.M.S. and Matsuura, Y. 1993. Estrutura e função do ecossistema de plataforma continental da região de Ubatuba, Estado de São Paulo: uma introdução. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 10: 1-8.
- Team, R.C. 2017. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- Rakocinski, C.F.; Lyczkowski-Shultz, J. and Richardson, S.L. 1996. Ichthyoplankton assemblage structure in Mississippi sound as revealed by canonical correspondence analysis. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 43: 237–257.
- Ricklefs R.E. and Miller, G.L. 1999. *Ecology*. 4th ed. New York: WH. Freeman.
- Sancinetti, G.S.; Azevedo, A.; Castilho, A.L.; Fransozo, A. and Costa, R.C. 2014. How marine upwelling influences the distribution of *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeoidea)? / ¿Cómo influye la surgencia marina en la distribución de *Artemesia*

- longinaris* (Decapoda, Penaeoidea)?. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 42 (2): 322.
- Sancinetti, G.S.; Azevedo, A.; Castilho, A.L.; Fransozo, A. and Costa, R.C. 2015. Population biology of the commercially exploited shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeidae) in an upwelling region in the Western Atlantic: comparasion at different latitudes. *Brasilian Journal of Biology*, 75 (2): 305-313.
- Sastry, A. N. 1983. Ecological aspects of reproduction. In: Bliss, D. E. (ed.). The biology of Crustacea environmental adaptations. New York. *Academic Press*, 8: 179-270.
- Schmidt-Nielsen, K. 2002. Fisiologia animal: adaptação e meio ambiente. Livraria Santos Editora Comércio e Importação Ltda, São Paulo, SP. 612 p.
- Semensato, X. E. G. and Di Benedetto, A. P. M. 2008. Population dynamic and reproduction of *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeidae) in Rio de Janeiro State, South-eastern Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 34: 89-98.
- Severino-Rodrigues, E.; Pita, J. B.; Graça-Lopes, R. D.; Coelho, J. A. P.; Puzzi, A. 1993. Aspectos biológicos e pesqueiros do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) capturado pela pesca artesanal no litoral do estado de São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 19 (1): 67-81.
- Vazzoler, A. E. M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teorias e prática. Ed. Eduem, Maringá, 169p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os aspectos relacionados à dinâmica populacional e distribuição de *A. longinaris* avaliados neste estudo mostraram relevantes alterações após um intervalo de 20 anos, na Enseada de Ubatuba. De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, os indivíduos analisados durante o segundo período de estudo, apresentaram tamanhos menores, quando comparados ao primeiro período. Este resultado pode ser reflexo da intensa atividade pesqueira na região. Entretanto, aliado a redução no tamanho corpóreo, observou-se um aumento no número de indivíduos capturados. Este aumento pode estar associado a inúmeros fatores, entre eles: maiores valores de salinidade e aumento nos valores de phi durante o segundo período e inserção da região em uma APA marinha. Embora tais discrepâncias tenham sido observadas, as variações no número de indivíduos podem ser resultado de flutuações na abundância da população ao longo dos anos, tendo em vista que períodos intermediários neste intervalo não foram avaliados.