

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA
FILHO" INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS - CAMPUS DE BOTUCATU

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ZOOLOGIA

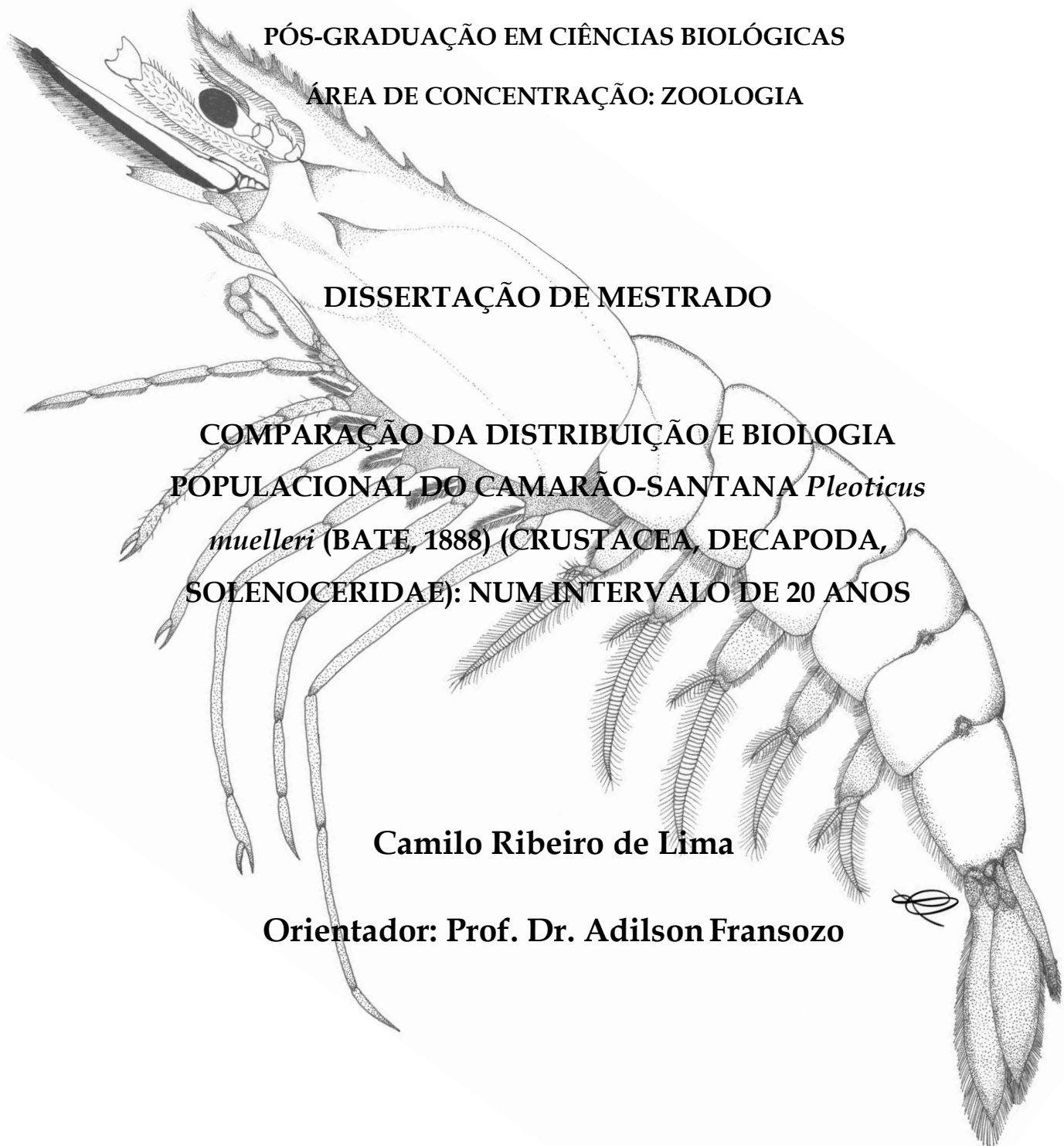
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

COMPARAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO E BIOLOGIA
POPULACIONAL DO CAMARÃO-SANTANA *Pleoticus*
muelleri (BATE, 1888) (CRUSTACEA, DECAPODA,
SOLENOCERIDAE): NUM INTERVALO DE 20 ANOS

Camilo Ribeiro de Lima

Orientador: Prof. Dr. Adilson Fransozo

Botucatu - SP
2019



**COMPARAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO E BIOLOGIA
POPULACIONAL DO CAMARÃO-SANTANA *Pleoticus
muelleri* (BATE, 1888) (CRUSTACEA, DECAPODA,
SOLENOCERIDAE): NUM INTERVALO DE 20 ANOS**

Camilo Ribeiro de Lima

Orientador: Prof. Dr. Adilson Fransozo

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

**Botucatu – SP
2019**

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

Lima, Camilo Ribeiro.

Comparação da distribuição e biologia populacional do
camarão-santana *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888)
(Crustacea, Decapoda, Solenoceridae) : num intervalo de
20 anos / Camilo Ribeiro Lima. - Botucatu, 2019

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

Orientador: Adilson

Fransozo Capes: 20400004

1. Camarão - Dinâmica populacional. 2. Biologia. 3. Pesca
de arrastão. 4. Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral
Norte (SP).

Palavras-chave: Área de proteção marinha (APA);
Biologia; Camarão-santana; Distribuição ecológica;
Pesca de arrasto.

*“El derrotado es aquel que no tiene
sueños.”*

(Autor desconhecido)

Dedico esta dissertação aos meus pais *Benedito e Penha*, e as minhas irmãs *Caren* e *Carla*, por sempre me apoiarem e nunca medirem esforços para me ajudar. Amo muito vocês!!

À *Deus* por sempre me dar forças para seguir em frente.

Ao meu orientador, professor *Dr. Adilson Fransozo* por todo apoio recebido, que me fizeram evoluir muito durante o período do mestrado. Levarei para o resto da minha vida todos os seus ensinamentos. Sou eternamente grato por tudo!!

À professora *Dra. Maria Lúcia Negreiros-Fransozo*, pelo exemplo de profissional a ser seguido, sempre disposta a ajudar e compartilhar todo seu conhecimento. Agradeço por todo o apoio e pelas valiosas correções da minha dissertação, que me fizeram crescer muito cientificamente.

Ao meu professor de iniciação científica *Dr. Hipólito Ferreira Paulino Neto* por todos os ensinamentos nos trabalhos de campo, e por sempre ter me incentivado a continuar meus estudos. Agradeço de coração!!

À professora *MSc. Nelci de Lima Stripari* por todas as conversas no laboratório e ensinamentos. E também por ter me levado no curso de Biologia Marinha e ter o prazer de conhecer o professor *Adilson*. O meu muito obrigado!!

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudo concedida

À *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo* (FAPESP): processo #94/4878-8 referentes a obtenção do veículo para transporte dos membros do *NEBECC*, sob coordenação da *Profa. Dra. Maria Lucia Negreiros- Fransozo* e ao *Prof. Dr. Fernando L. M. Mantelatto* que custeou as despesas relativas ao desenvolvimento do trabalho em questão com o seu projeto referente ao processo #95/2833-0 por meio da FAPES.

Aos Profs. Drs. *Adilson Fransozo* e *Fernando L. M. Mantelatto* e aos alunos da época *Giovana Bertini*, *Rogério C. Costa*, *Rodrigo Hebeller*, *Lissandra C. Fernandes Góes* e *Eliani Rodrigues da Silva* na obtenção do material referente ao período de 1995/1996. Aos pescadores *Edmilson*, *André*, *Jonieris* e *Luciano* nas coletas realizadas e auxílio nas triagens.

Aos Profs. Drs. *Adilson Fransozo* e *Rogério C. Costa* que custearam as despesas relativas ao desenvolvimento do trabalho em questão durante as coletas efetuadas no período de 2016/2017.

Aos colegas de laboratório do *NEBECC* e *LABCAM* que participaram das coletas, *Thiago Elias da Silva*, *Aline Nonato Sousa*, *Camila Hipólito Bernardo*, *Jeniffer Teles*, *Gabriel Rodrigues*, *Veronica Bernardes*, *Francislene Karina Martins*, *Júlia Perroca*, *Abner Batista*, *Emerson Luiz Piantkoski* (Cotia). Ao pescador *Djalma Rosa* (Passarinho), pela competência, dedicação e momentos de descontrações durante as coletas.

Aos meus amigos *Veronica* (Mozão), *Aline* (Alinão), *Camila* (Caah) e *Thiago* (Cabelo), que sempre me ajudaram com tudo o que eu precisei, dando dicas e sugestões para a execução desse trabalho, obrigado por sempre estarem dispostos a ajudar!!

Às minhas amigas *Aline* (Alinão), *Amanda Godoy* (Amandão) que sempre estão me dando conselhos e puxões de orelha hahaha... Vocês me ajudaram muito, nem sei como agradecer. Em especial a *Verônica* (Mozão), por todas conversas que tivemos em casa e por todos os conselhos, que irei levar para a vida toda.

Aos amigos de laboratório que não foram citados anteriormente *Gabriel Rodrigues*, Jeniffer *Teles (Gnã)*, Fransislene *Karina (Fran)*, e *Danielle Reis (Danii)* que participaram de toda a minha jornada nesses dois anos.

Ao *Núcleo de Estudos em Biologia, Ecologia e Cultivo de Crustáceos (NEBECC)* por toda infraestrutura e materiais disponibilizados e aos integrantes deste grupo de pesquisa que participaram das difíceis coletas, sem as quais seria impossível a realização desta dissertação.

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

Ao professor *Dr. Raoul Henry* pelo empréstimo dos equipamentos necessários para análise da matéria orgânica do sedimento.

Às Professoras *Dra. Milena Regina Wolf* e *Dra. Mariana Antunes da Silva* por todas as preciosas sugestões e correções no meu exame de qualificação.

Aos Professores *Dr. Hipólito Ferreira Paulino Neto* e *Dr. Thiago Elias da Silva* – membros titulares da banca examinadora da presente Dissertação– por terem gentilmente aceitado o convite de fazer parte desta banca, pelo tempo que irão despender, pela atenção e grande disponibilidade demonstradas, e pela enorme consideração em fazer parte desta importante etapa da minha vida.

Aos funcionários do Departamento de Zoologia: *Flávio da Silva*, *Hamilton A. Rodrigues*, *Juliana Ramos*, *Roseli Aguiar*, *Silvio César de Almeida* e à Seção de

Pós-Graduação: *Davi Müller, Herivaldo M. Santos, Luciene J. Tobias e Luciana Campos*. Agradeço também as meninas da limpeza, em especial à *Dona Maria*.

Muito obrigada a todos, pela grande paciência, competência e profissionalismo.

Em especial aos meus pais *Dito e Penha*, e também aos meus avós *Ana e Zote*, por todo apoio e incentivo desde o meu início da graduação e principalmente no mestrado.

Não tenho nem palavras para agradecer tudo o que fizeram por mim. Muito obrigado por tudo!!!

E os meus sinceros agradecimentos aquelas pessoas que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização de mais esta etapa da minha vida. Obrigado!!

Sumário

CONSIDERAÇÕES INICIAIS	11
REFERENCIAS	19
 CAPÍTULO 1. Distribuição ecológica do camarão-santana <i>Pleoticus muelleri</i> (Bate, 1888) (Crustacea, Solenoceridae), após um intervalo aproximado de 20 anos, no litoral norte do Estado de São Paulo	23
RESUMO	24
INTRODUÇÃO	25
MATERIAL E MÉTODOS	28
RESULTADOS	33
DISCUSSÃO	41
REFERÊNCIAS	44
 CAPÍTULO 2. Biologia populacional do camarão-santana <i>Pleoticus muelleri</i> (Bate, 1888) (Crustacea, Solenoceridae), após um intervalo aproximado de 20 anos, no litoral norte do Estado de São Paulo	48
RESUMO	49
INTRODUÇÃO	51
MATERIAL E MÉTODOS	53
RESULTADOS	57
DISCUSSÃO	69
REFERENCIAS	73
 CONSIDERAÇÕES FINAIS	78

CONSIDERAÇÕES INICIAIS



Considerações Iniciais

Os crustáceos representam um dos grupos mais populares de invertebrados, uma vez que alguns dos itens alimentares mais apreciados do cardápio gastronômico, incluem lagostas, caranguejos e camarões. Tais invertebrados compreendem, aproximadamente, 70.000 espécies vivas descritas e que, possivelmente, um número entre 5 e 10 vezes maior ainda aguarde ser descoberto e nomeado (BRUSCA et al., 2016). Amaral & Jablonshi (2005) registraram 2.500 espécies no Brasil, as quais apresentam uma grande diversidade de formas, habitats e dimensões, que ocupam diversos ambientes (marinho, salobro e de água doce).

Dentro do subfilo Crustacea, temos a ordem Decapoda, um grupo altamente diversificado, composta por cerca de 18.000 espécies. Esta ordem pode ser dividida em dois grandes grupos: os Dendrobranchiata, representado pelos camarões peneóideos e sergestóideos, que apresentam brânquias do tipo dendrobranquiadas. As fêmeas desse grupo não incubam seus ovos, a fecundação é externa e os embriões eclodem na forma de larva náuplios; e os Pleocyemata, representado pelos caranguejos, lagostas, ermitões, carídeos, lagostins, stenopodídeos, entre outros. Os membros desse táxon nunca têm brânquias dendrobranquiadas. Os ovos são incubados nos pleópodes das fêmeas e os embriões eclodem em algum estágio mais avançado que a larva náuplios (DE GRAVE et al., 2009; BRUSCA et al., 2016).

Pleoticus muelleri (Bate, 1888) (Figura 1) conhecido popularmente como camarão- santana ou camarão-vermelho, está inserido na superfamília Penaeoidea, família Solenoceridae. Esta espécie pode ser encontrada no Atlântico Ocidental desde o Rio de Janeiro (Brasil; 21° S), até a Província Santa Cruz (Argentina; 50° S) (BOSCHI,

1989, 1997, 2000; PÉREZ-FARFANTE & KENSLEY, 1997; Castilho et al., 2012). Possui registros em profundidades entre 2 a 600 m (GORNÝ, 1999; COSTA et al., 2003). No Brasil, as maiores abundâncias registradas ocorreram em áreas entre 15 e 45 m (DUMONT, 2005; CASTILHO et al., 2007).

A pesca de arrasto comercial é bastante intensa no Brasil, e na costa do Estado de São Paulo, a produção total anual de crustáceos apresentaram variações importantes em seus números, sendo maiores em 2012 e 2017 (Figura 2A). Quanto a produção anual de *P. muelleri*, maiores taxas de produção foram registradas para os anos 2007, 2008 e 2012 (Figura 2B) (Relatório do Instituto de Pesca, São Paulo - <http://www.propesq.pesca.sp.gov.br>).

Na Argentina, *P. muelleri* é um dos principais alvos da pescaria comercial. No ano de 2005, foi observada uma grande diminuição da abundância dessa espécie (FAO, 2012). Dessa forma, as autoridades locais adotaram algumas medidas de gestão da pesca e, assim, nos anos subsequentes os estoques se recuperaram e a captura ultrapassou os níveis máximos registrados anteriormente, atingindo 144.000 toneladas no ano de 2015 (FAO, 2018).

Os padrões de abundância do *P. muelleri* são influenciados diretamente pela temperatura da água de fundo, estando associado à entrada, na plataforma continental, da massa de água ACAS (Água Central do Atlântico Sul), sendo sua ocorrência considerada como indicador dessa massa d'água (BOSCHI, 1989; CASTILHO et al., 2008a; CARVALHO-BATISTA et al., 2011).

Essa espécie apresenta um ciclo exclusivamente marinho, migrando para áreas

mais profundas para se reproduzir, na busca de águas com salinidade mais elevada, onde atingem a maturidade sexual e realizam a desova, e depois retornam para à zona costeira (BOSCHI, 1989; MACCHI et al. 1992). Segundo DALL et al. (1990) migrações dentro do ciclo biológico para cada espécie, são de suma importância, podendo influenciar a distribuição espaço-temporal e a sazonalidade das populações de camarões.

Desse modo, torna-se fundamental, informações relativas à maturidade sexual, periodicidade reprodutiva, época de recrutamento juvenil e proporção de machos e fêmeas, as quais representam um parâmetro chave para o entendimento de seus ciclos de vida. Essas informações contribuem para a gestão de áreas costeiras na determinação e implementação de planos de manejo que possam servir de apoio na preservação deste importante grupo.

Estudos sobre a biologia geral do camarão-santana já foram realizados na costa sudeste do Brasil, que incluem abundância e distribuição ecológica (FRANSOZO et al., 2002; COSTA et al., 2004; CASTILHO et al. 2008a; CARVALHO-BATISTA et al., 2011; BERNARDO et al., 2018), bem como a dinâmica reprodutiva (CASTILHO et al. 2008b; CASTILHO et al., 2012;).

As áreas nas quais foram realizadas as coletas ficam localizadas no litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil. Esta região é caracterizada por apresentar aspectos peculiares, seu relevo circunjacente emerso e a conformação topográfica do fundo evidenciam o afundamento dos esporões terminais da Serra do Mar. Tais aspectos promovem formação de um litoral extremamente recortado com muitas baías e enseadas, no qual encontramos um ambiente propício ao estabelecimento de uma

grande variedade de organismos (AB'SABER, 1955). Essas características propiciam um aumento de nichos ecológicos, que possibilitam uma maior diversidade de espécies, em comparação ao litoral sul, onde as praias são extensas (Negreiros-Fransozo et al. 1991).

A plataforma continental de Ubatuba apresenta largura em torno de 120 km. Esta área pode ser dividida em duas áreas: uma com profundidade até 50 metros, localizada sobre a parte interna da plataforma a qual recebe influência do continente, e outra mais externa, com profundidade entre 50 e 120 metros com influência do mar aberto (ZEMBRUSKI, 1979).

A plataforma interna sofre influência de três massas de água que apresentam características específicas, a saber: Água Central do Atlântico Sul (ACAS), com temperatura e salinidade baixas ($T < 18^{\circ}\text{C}$ e $S < 36\text{‰}$); Água Tropical (AT), que apresenta temperatura e salinidade altas ($T > 20^{\circ}\text{C}$ e $S > 36\text{‰}$), e Água Costeira (AC), com alta temperatura e baixa salinidade ($T > 20^{\circ}\text{C}$ e $S < 36\text{‰}$) influenciada pelas duas últimas e pela drenagem continental (CASTRO FILHO et al. 1987).

Esta dissertação intitulada "COMPARAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO E BIOLOGIA POPULACIONAL DO CAMARÃO-SANTANA *Pleoticus muelleri* (BATE, 1888) (CRUSTACEA, DECAPODA, PENAEOIDEA): NUM INTERVALO DE 20 ANOS" foi um estudo conduzido na Enseada de Ubatuba, Estado de São Paulo, situada em uma Área de Proteção Ambiental (APA), em dois períodos distintos intercalados em 20 anos: de setembro/1995 a agosto de/1996, e de setembro/2016 a agosto/2017, o qual irá fornecer dados importantes para a avaliação da distribuição e biologia populacional do camarão-santana em um intervalo de 20 anos.

A presente dissertação foi dividida em dois capítulos:

CAPÍTULO 1: Distribuição ecológica do camarão-santana *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Crustacea, Solenoceridae), após um intervalo de 20 anos, no litoral norte do Estado de São Paulo.

CAPÍTULO 2: Biologia populacional do camarão-santana *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Crustacea, Solenoceridae), após um intervalo de 20 anos, no litoral norte do Estado de São Paulo.



Figura 1. Vista lateral de um exemplar adulto de *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888)

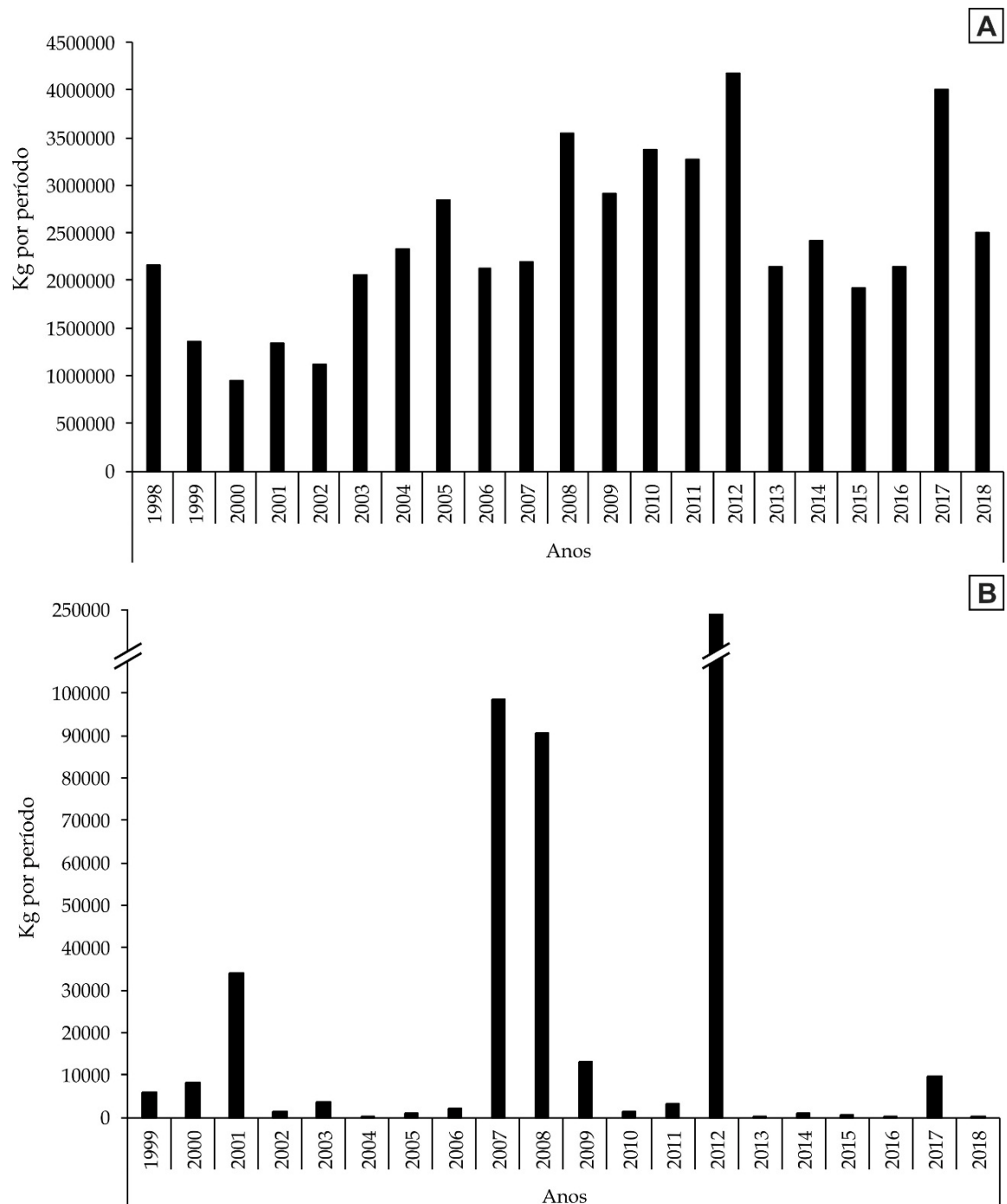


Figura 2. Relatório do Instituto de Pesca, São Paulo. **(A)** Produção anual de crustáceos em quilogramas por ano. **(B)** Produção anual de *Pleoticus muelleri* em quilogramas por ano.

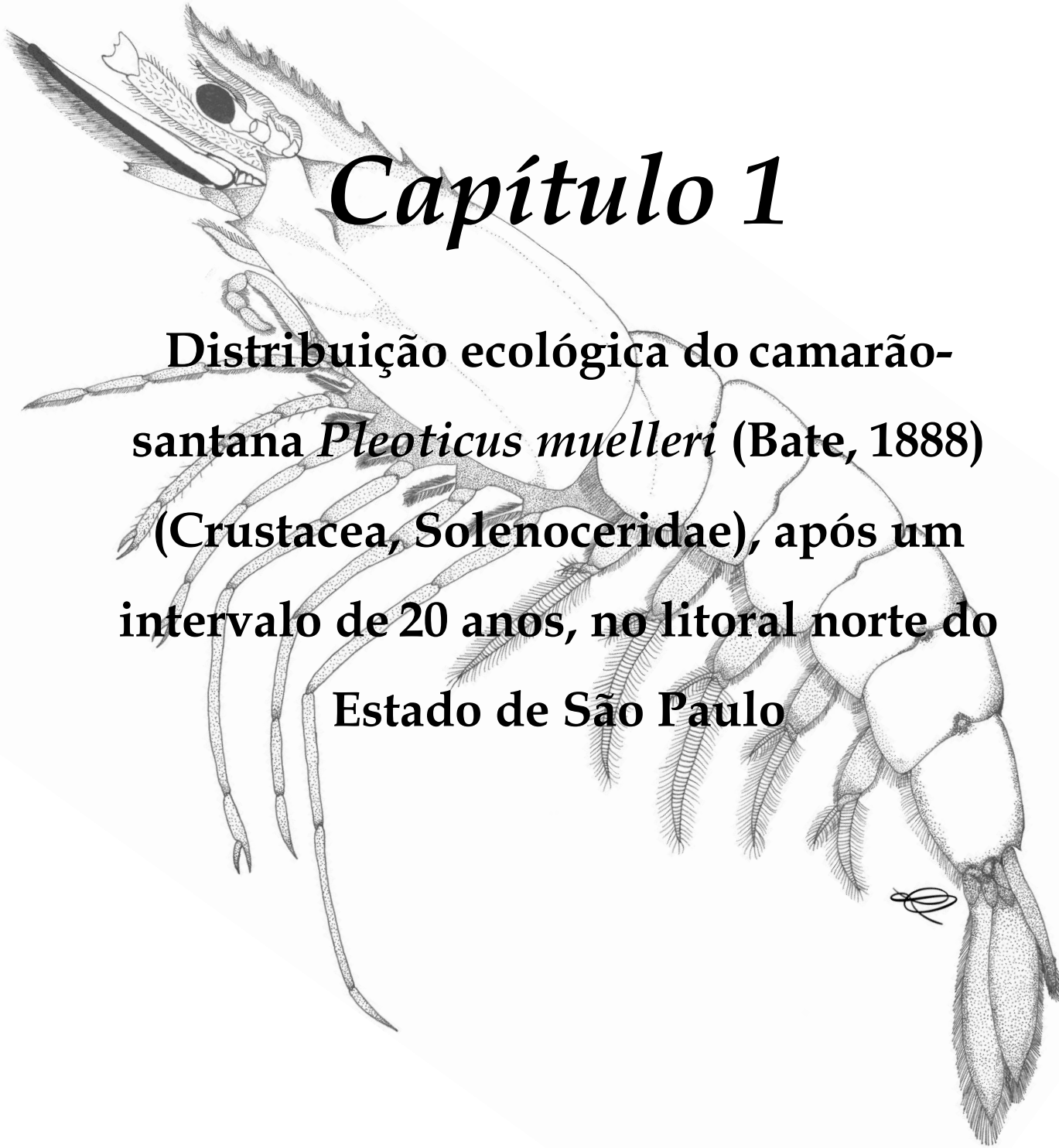
REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. (1995). Contribuição à geomorfologia do litoral paulista. *Revista Brasileira de Geografia*, 1: 1-37.
- AMARAL, A. C. Z. & JABLONSKI, S. (2005). Conservation of marine and coastal biodiversity in Brazil. *Conservation Biology*, 19(3): 625-631.
- BERNARDO, C. H.; SANCINETTI, G. S.; TADDEI, F. G.; HIROKI, K. A. N.; DE ALMEIDA, A. C. & FRANSOZO, A. (2018). Abundance and spatio-temporal distribution of two Southwest Atlantic endemic shrimps: changes after 20 years. *Biologia*, 73(6): 589-598.
- BOSCHI, E. E. (1989). Biología pesquera del lagostino del patagónico de Argentina (*Pleoticus muelleri*). Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, 646: 5-71.
- BOSCHI, E. E. (1997). Las pesquerías de crustáceos decápodos en el litoral de la República Argentina. *Investigaciones Marinas*, 25: 19-40.
- BOSCHI, E. E. (2000). Species of decapod crustaceans and their distribution in the American marine zoogeographic provinces. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 13: 1-64.
- BRUSCA, R. C.; MOORE, W. & SHUSTER, S. M. (2016). *Invertebrates*, 3rd edition. Massachusetts, USA: Sinauer Associates, Inc., 1104 p.
- CARVALHO-BATISTA, A.; SIMÕES, S. M.; LOPES, M. & 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. T. & FRANSOZO, A. (2007). Latitudinal Variation in Population Structure and Reproductive Pattern of the Endemic South American Shrimp *Artemesia longinaris*. *Journal of Crustacean Biology*, 27(4): 548-552.

- CASTILHO, A. L.; PIE, M. R.; FRANSOZO, A.; PINHEIRO, A. P. & COSTA, R. C. (2008a). The relationship between environmental variation and species abundance in shrimp community (Crustacea, Decapoda, Penaeoidea) in Southeastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88(1), 119–123.
- CASTILHO, A. L.; COSTA, R. C., FRANSOZO, A. & NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. (2008b). Reproduction and recruitment of the South American red shrimp, *Pleoticus muelleri* (Crustacea: Solenoceridae), from the southeastern coast of Brazil. *Marine Biology Research*, 4(5), 361–368.
- CASTILHO, A. L.; WOLF, M. R.; SIMÕES, S. M.; BOCHINI, G. L.; FRANSOZO, V. & COSTA, R. C. (2012). Growth and reproductive dynamics of the South American red shrimp, *Pleoticus muelleri* (Crustacea: Solenoceridae), from the southeastern coast of Brazil. *Journal of Marine Systems*, 105, 135–144.
- CASTRO-FILHO, B. M.; MIRANDA, L. B. & MIYAO S. Y. (1987). Condições Hidrográficas na Plataforma Continental ao Largo de Ubatuba: Variações Sazonais e em Média Escala. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 35(2):135-151.
- COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; MELO, G. A. S. & FREIRE, F. A. M. (2003). Chave ilustrada para identificação dos camarões Dendrobranchiata do litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, 3(1): 1-12.
- COSTA, R. C.; FRANSOZO, A. & PINHEIRO, A. P. (2004). Ecologic distribution of the shrimp *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Decapoda: Penaeoidea) of Southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, 529: 195- 203.
- DALL, W.; HILL, B. J.; ROTH LISBERG, P. C. & SHARPLES, D. J. (1990). The biology of the Penaeidae. *Advances in Marine Biology*, 27: 1-489 27: 1-489.
- 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. & WETZER, R. (2009). A

- classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *Raffles Bulletin of Zoology*, 21: 1-109.
- DUMONT, L. F. C. (2005). Distribuição e abundância do camarão-barba-ruça *Artemesia longinaris* e do camarão-santana *Pleoticus muelleri* nas águas costeiras da Plataforma Sul. VOOREN, CM; KLIPPEL, S: 163-168.
- FAO. (2012). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2012. Roma.
- FAO. (2018). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Roma.
- FRANSOZO, A.; COSTA, R. C.; MANTELATTO, F. L. M.; PINHEIRO, M. A. A. & SANTOS, S., (2002). Composition and abundance of shrimp species (Penaeidea and Caridea) in Fortaleza Bay, Ubatuba, São Paulo, Brazil. In: Briones, E.E., Alvarez, F. (Eds.), *Modern Approaches to the Study of Crustacea*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 117-125.
- GORNY, M. (1999). On the biogeography and ecology of the Southern Ocean decapod fauna. *Scientia Marina*, 63(1): 367-382.
- INSTITUTO DE PESCA, São Paulo; <http://www.pesca.sp.gov.br/default.php>. Acesso em: 30/05/2019.
- MACCHI, G. J.; IORIO, M. I. & CHRISTIANSEN, H. (1992). Aspectos del desove y fecundidad del langostino *Pleoticus muellerii* (Bate, 1888) (Crustácea, Decapoda, Solenoceridae). *Revista Biología Marina*, 27(1): 43-58.
- NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; FRANSOZO, A.; PINHEIRO, M. A. A.; MANTELALATTO, F. L. M. & SANTOS, S. (1991). Caracterização física e química da Enseada de Fortaleza, Ubatuba, SP. *Revista Brasileira Geociências*, 2(2): 114-120.
- PÉREZ-FARFANTE, I. & KENSLEY, B. (1997). *Penaeoid and Segestoid Shrimps and Prawns of the World. Keys and diagnoses for the families and genera*. Éditions du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. 233 p.
- ZEMBRUSCKI, S. G. (1979). Geomorfologia da margem continental sul brasileira e das bacias adjacentes. Série Projeto REMAC, nº7, Rio de Janeiro, PETROBRAS -

CENPES - DINTEP. pp. 129-177.



Capítulo 1

Distribuição ecológica do camarão-
santana *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888)
(Crustacea, Solenoceridae), após um
intervalo de 20 anos, no litoral norte do
Estado de São Paulo

Resumo

O aumento da pesca dos camarões mais rentáveis tem contribuído para incorporação de espécies adicionais, como o *Pleoticus muelleri*. O objetivo do presente estudo é investigar a abundância e a distribuição espaço-temporal de *P. muelleri* em dois períodos distintos num intervalo de 20 anos. Cada período de coletas consistiu de 12 coletas mensais consecutivas realizadas na Enseada de Ubatuba-SP, utilizando-se um barco de pesca de arrasto de camarão equipado com redes “double-rig”, em cinco, como segue: 15m; 10m; 5m; abrigado da ação das ondas (Ab) e exposto à ação das ondas (Exp). Um total de 1473 espécimes foram coletados no 1º período e 7897 no 2º. A maioria dos camarões foram coletados nas áreas mais profundas (transecto 15 m e Exp). A salinidade, o tipo de sedimento e a temperatura foram fatores determinantes na distribuição de *P. muelleri* nessa enseada.

Palavras-chave: Solenoceridae; pesca; fatores ambientais; Área de Proteção Ambiental.

Introdução

A região de Ubatuba possui um litoral bastante recortado, devido a sua proximidade com a Serra do Mar, que formam diversas baías e enseadas (MAHIQUES, 1995), se tornando um ambiente favorável para o estabelecimento de inúmeros organismos marinhos (NEGREIROS-FRANSOZO et al., 1991), incluindo várias espécies de camarões penaeídeos, os quais são de grande importância econômica (COSTA et al., 2008).

O estabelecimento de tais espécies de camarão na região, assim como, sua distribuição e abundância estão associados a uma série de fatores ambientais como temperatura, salinidade e textura do sedimento, os quais possuem flutuações espaciais e sazonais, que causam uma alta variabilidade nas taxas de capturas entre os anos (BOSCHI, 2000; COSTA et al., 2004; CASTILHO et al., 2008; HIROKI et al., 2011).

Na região de Ubatuba a pesca de camarões é praticada, principalmente, sobre os estoques dos camarões-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) e *F. paulensis* (Pérez-Farfante, 1967); do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862); e, também, do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936). Tal fato leva, pouco a pouco, à diminuição dos estoques naturais (D'INCAO et al., 2002; COSTA et al., 2004, 2005, 2007; MANTELATTO et al., 2016). Com a redução dos estoques desses camarões, outras espécies passaram a ser comercializadas, também, dentre as quais o camarão-santana *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (VALENTINI et al., 1991; D'INCAO et al., 2002).

O camarão *P. muelleri* possui uma ampla distribuição geográfica, ao longo da

costa Atlântica, desde o Rio de Janeiro (23° S – Brasil) a Santa Cruz (50° S - Patagônia Argentina), cujo o ciclo de vida se restringe ao ambiente marinho (BOSCHI, 1989, 1997; D'INCAO, 1999; COSTA et al., 2003). As maiores concentrações desta espécie são observadas ao longo da costa argentina, na qual é a principal espécie de crustáceo capturada, comercialmente, chegando a ser capturadas 144.000 toneladas no ano de 2015 (FAO, 2018).

Na costa de Ubatuba no Estado de São Paulo, alguns estudos relacionados a biologia geral da espécie já foram realizados, incluindo a abundância e distribuição ecológica (FRANSOZO et al., 2002; COSTA et al., 2004; CASTILHO et al. 2008a; CARVALHO-BATISTA et al., 2011; LOPES et al., 2014), e também a dinâmica reprodutiva (CASTILHO et al., 2008b; CASTILHO et al., 2012). No entanto, somente BERNARDO et al., (2018) realizaram um estudo na região, focando na enseada da Fortaleza-SP, comparando a distribuição espaço-temporal e abundância entre períodos distintos (1º período: 1998 e 1999; e 2º: 2008 e 2009).

Em 2008, Ubatuba foi inserida em uma Área de Proteção Ambiental Marinha, cuja finalidade é priorizar a preservação e conservação mediante a utilização sustentável dos recursos marinhos da região (Instrução Normativa IBAMA nº 189/2008). A implantação dessas áreas de proteção pode resultar em um aumento da biomassa das espécies que são fortemente exploradas em uma região (PALUMBI, 2004).

Como a região de Ubatuba é bastante explorada pela pesca de arrasto devido a sua geomorfologia favorável para o assentamento de diferentes espécies de camarões (FRANSOZO et al. 2016), estudos que são realizados em períodos distintos, são de

grande importância, pois podem ser usados para a avaliação dos impactos ambientais, visto que, diversas áreas estão sendo afetadas por ações antrópicas. A partir disso, esses locais podem ser identificados, e assim medidas podem ser tomadas para com isso colaborar com a preservação dos recursos naturais renováveis.

Desse modo, o presente estudo tem por objetivo comparar a abundância e a distribuição espaço-temporal de *P. muelleri* em dois períodos distintos num intervalo de 20 anos, relacionando a abundância com os fatores ambientais (temperatura e salinidade da água de fundo, phi e matéria orgânica) na Enseada de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil.

Material e Métodos

Área de estudo e amostragem

A região de Ubatuba (23° 26'S e 45° 02'W), bem como todo o litoral norte paulista, se tornou uma APA (Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte - Setor Cunhambebe; Decreto n ° 53 525, 08 de outubro de 2008), implantada com a finalidade de conservar os estoques pesqueiros da região. A pesca artesanal de camarões é permitida e realizada dentro e fora da enseada, durante o ano todo, exceto, durante o fechamento da pesca apenas no período de defeso, que vai de primeiro de março a 31 de maio (Instrução Normativa IBAMA nº189/2008).

Esta região é caracterizada por apresentar aspectos peculiares, seu relevo circunjacente emerso e a conformação topográfica do fundo evidenciam o afundamento dos esporões terminais da Serra do Mar. Tais aspectos promovem formação de um litoral extremamente recortado com muitas baías e enseadas, no qual encontramos um ambiente propício ao estabelecimento de uma grande variedade de organismos (AB'SABER, 1955). Essas características propiciam um aumento de nichos ecológicos, que possibilitam uma maior diversidade de espécies, em comparação ao litoral sul, onde as praias são extensas (Negreiros- Fransozo et al. 1991).

As coletas foram realizadas, mensalmente, em dois períodos distintos compreendidos de 12 meses consecutivos e intercalados em 21 anos: de setembro/1995 a agosto/1996, e de setembro/2016 a agosto/2017, na Enseada de Ubatuba. A mesma técnica de amostragem foi utilizada para ambos os períodos de coleta. Foram estabelecidos 5 transectos para execução de arrasto, como segue: 15m; 10m; 5m;

abrigado da ação das ondas (Ab) e exposto à ação das ondas (Exp) (Figura 1). Um barco de pesca de camarão equipado com redes duplas (malhagens de 20 mm na panagem e 15 mm, no ensacador) foi utilizado para a pesca de arrasto, que durou 20 minutos em cada transecto, efetuando-se coletas durante três dias em cada um deles.

Quatro características ambientais foram registradas em cada transecto, a saber: temperatura e salinidade de fundo, teor de matéria orgânica e tamanho dos grãos de sedimento (ϕ). A água de fundo foi amostrada usando uma garrafa de Nansen. A temperatura ($^{\circ}\text{C}$) foi mensurada com um termômetro de mercúrio (acurácia: $0,5^{\circ}\text{C}$), enquanto a salinidade foi medida com um refratômetro óptico. Amostras de sedimento foram coletadas em cada transecto com um pegador de Van Veen ($0,06\text{ m}^2$).

Análise laboratorial

No laboratório, o sedimento foi seco a 70°C por 72 h. Para a análise subsequente da composição granulométrica, duas subamostras de 50 g foram tratadas com 250 ml de uma solução de NaOH ($0,2\text{ mol/l}$), agitadas durante 5 min para separar partículas de silte e argila e depois enxaguadas numa peneira de $0,063\text{ mm}$ de malha.

Os tipos de sedimento foram separados mediante a um peneiramento de 2 mm (cascalho); $2,0-1,0\text{ mm}$ (areia muito grossa); $1,0\text{ a }0,5\text{ mm}$ (areia grossa); $0,5\text{ a }0,25\text{ mm}$ (areia média); $0,25\text{ a }0,125\text{ mm}$ (areia fina); e $0,125\text{ a }0,063\text{ mm}$ (areia muito fina). As partículas menores foram classificadas como silte + argila. A categorização do sedimento pelo tamanho do grão seguiu o padrão americano e as frações foram expressas na escala ϕ (ϕ), usando a fórmula $\phi = -\log_2 d$, onde d = diâmetro do grão (mm) (Tucker, 1988), sendo, $-1 = \phi < 0$ (areia muito grossa); $0 = \phi < 1$ (areia grossa); $1 = \phi < 2$

(areia média); $2 = \phi < 3$ (areia fina); $3 = \phi < 4$ (areia muito fina) e $\phi \geq 4$ (silte+argila). Finalmente, ϕ foi calculado por curvas cumulativas de tamanho de partícula que foram plotadas em um computador usando a escala, com valores correspondentes ao 16º, 50º e 84º percentis sendo usados para determinar o diâmetro médio do sedimento usando a fórmula $Md = (\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}) / 3$ (SUGUIO, 1973). Para quantificar o teor de matéria orgânica do sedimento, 3 subamostras de 10g foram acondicionadas em cadinhos de porcelana e incineradas em uma 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 coletados foram transportados em caixa térmica para o laboratório, onde foram identificados de acordo com D'INCAO (1995) e COSTA et al., (2003), contados e separados quanto ao sexo (presença de petasma nos machos e téllico nas fêmeas).

Análise de dados

As premissas de homocedasticidade (teste de Levene) e normalidade (teste de Shapiro-Wilk) foram testadas (ZAR, 2010). Foi utilizado o teste de Mann-Whitney para comparar a abundância da espécie e as variáveis ambientais entre os períodos. Diferenças na abundância de *P. muelleri* foram analisadas por estação de amostragem, mês e ano, usando um teste de Kruskal-Wallis, seguido por um teste de comparações múltiplas (Dunn, $\alpha = 0,05$). O Modelo Linear Generalizado - GLM (MCCULLAGH & NELDER, 1989; CRAWLEY, 1993), assumindo uma distribuição de Poisson, foi utilizado para avaliar os efeitos dos fatores ambientais [água: temperatura e salinidade de fundo; sedimento: teor de matéria orgânica e a textura (valores de ϕ)], em relação à abundância de *P. muelleri*. As análises foram realizadas utilizando-se os softwares R

(R Development Core Team, 2017) e BioEstat (Versão 5.0), considerando $\alpha = 0,05$ (ZAR, 2010).

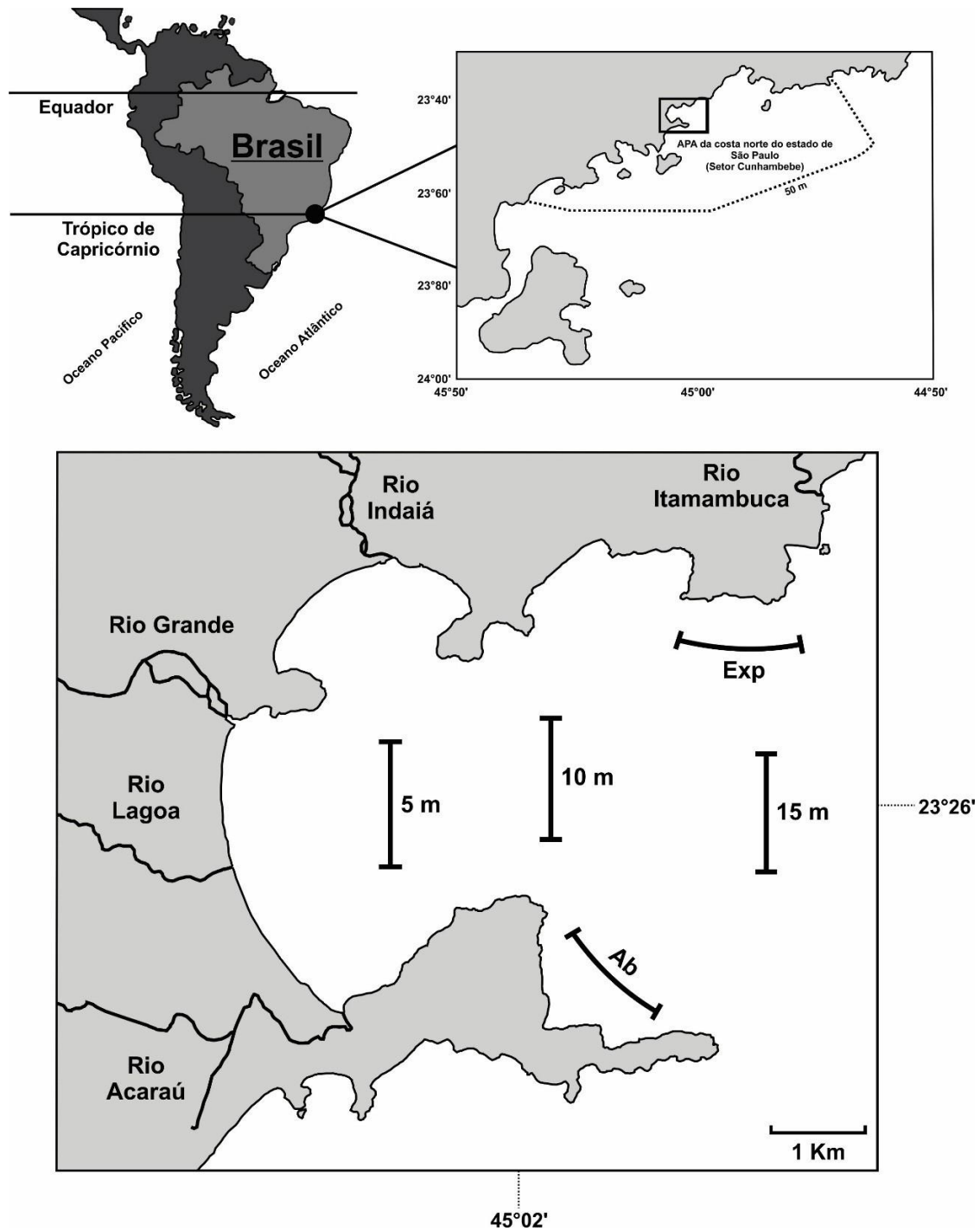


Figura 1. Mapa da região de estudo, indicando a Área de Proteção Marinha (APA) (Setor Cunhambebe) e a Enseada de Ubatuba-SP. Esta última, com indicação dos transectos amostrados (5, 10 e 15 m de profundidade; Ab = abrigado; Exp = exposto).

Resultados

De modo geral, as variáveis ambientais apresentaram diferenças significativas (Salinidade: $U = 900,00$; $gl = 60$; $p < 0,0001$ / Phi: $U = 408,00$; $gl = 60$; $p = < 0,0001$ / M.O: $U = 1138,00$; $gl = 60$; $p = 0,0005$) entre os dois períodos, com exceção da temperatura que não diferiu entre os períodos ($U = 1688,50$; $gl = 60$; $p = 0,5584$).

As maiores médias de temperatura de fundo observadas em fevereiro foram $27,5 \pm 0,6$ °C ($\bar{x} \pm dp$; amplitude: 28,2 °C; $n = 60$) e em janeiro de $27,8 \pm 0,2$ °C ($\bar{x} \pm dp$; amplitude: 30,0 °C; $n = 60$) no primeiro e segundo período, respectivamente. Em agosto observou-se as menores médias de temperatura para o primeiro período que foram de $19,5 \pm 0,4$ °C ($\bar{x} \pm dp$; amplitude: 17,3 °C; $n = 60$), e em setembro para o segundo período que foram de $21,2 \pm 0,8$ °C ($\bar{x} \pm dp$; amplitude: 20,0 °C; $n = 60$) (Figura 2 A e C).

Os maiores valores médios de salinidade, no primeiro período ocorreram em janeiro ($35,5 \pm 0,2$ ‰; $\bar{x} \pm dp$; amplitude: 35,8; $n = 60$); enquanto no segundo, foram nos meses de fevereiro e julho ($36,8 \pm 0,4$ ‰; $\bar{x} \pm dp$; amplitude: 39,0 ‰; $n = 60$). Os menores valores de salinidade foram de $30,0 \pm 0,8$ ‰ ($\bar{x} \pm dp$; amplitude: 29,3; $n = 60$) no mês de novembro, no primeiro período, e $31,4 \pm 2,2$ ‰ ($\bar{x} \pm DP$; amplitude: 30,0; $n = 60$) no mês de dezembro do segundo período (Figura 2 B e D).

Cruzando-se os dados de temperatura e salinidade de fundo (diagrama de T-S) foi possível identificar a presença das três massas de água na Enseada de Ubatuba. Sendo a AC ($T > 20$ °C; $S < 36$) predominante durante os dois períodos de estudo. Enquanto as características físicas e químicas contidas na ACAS ($T < 18$ °C; $S < 36$)

tiveram maiores reflexos apenas no 1º período e AT ($T > 20\text{ }^{\circ}\text{C}$; $S > 36$) no 2º Período (Figuras 3).

O tamanho médio das partículas de sedimento (ϕ) variou de 1,45 (Ab) a 4,57 (10m de profundidade) durante o primeiro período e de 0,22 (Ab) a 6,30 (5m de profundidade), no segundo. A composição granulométrica no primeiro período apresentou uma maior quantidade de areia fina e muito fina (Classe B) e cascalho (Classe A). No entanto, no segundo período a fração silte e argila (Classe C) predominou em todos os transectos, o que causou o aumento dos valores de ϕ e diminuição dos grãos: areia fina, muito fina e cascalho (Figura 4 A).

Já a porcentagem de matéria orgânica (MO) variou de 1,90 a 19,20 (15m), durante o primeiro período e de 1,20 (15m de profundidade) a 13,60 (5m de profundidade), no segundo. A maior porcentagem média de MO ocorreu nos 5 e 10m de profundidade para o primeiro e nos 5m de profundidade, no segundo período. A menor porcentagem média de MO ocorreu na área exposta, durante o primeiro e nos 15m de profundidade, no segundo período (Figura 4 B).

Adicionalmente, o total de camarões coletados foi de 1473 espécimes no primeiro e 7897 no segundo período, apresentando diferença significativa ($U = 1415,50$; $gl = 60$; $p = 0,0436$; Figura 5 A). No entanto, a comparação entre os meses indicou que apenas setembro diferiu dos demais ($U = 0,00$; $gl = 5$; $p = 0,0090$; Figura 5 A). Espacialmente, em ambos os períodos, as maiores abundâncias de *P. muelleri* foram encontradas nos transectos 15m e Exp (Figura 5 B). No 1º período, o transecto Exp diferiu dos transectos 15m e Ab (Dunn: $H = 17,7526$; $gl = 4$; $p = 0,0014$). Enquanto que, no 2º período, foi o transecto 5m que diferiu estatisticamente dos transectos 10m, 15m

e Ab (Dunn: $H = 20.4346$; $gl = 4$; $p = 0,0004$).

Em adição, constatou-se que todos fatores ambientais analisados afetaram significativamente a abundância de *P. muelleri* (Tabela 1). Os resultados do GLM indicaram uma correlação inversamente proporcional da abundância de *P. muelleri* em relação à temperatura da água de fundo e ao teor de matéria orgânica do sedimento, além de uma correlação diretamente proporcional da abundância e a salinidade da água ao valor de phi do sedimento.

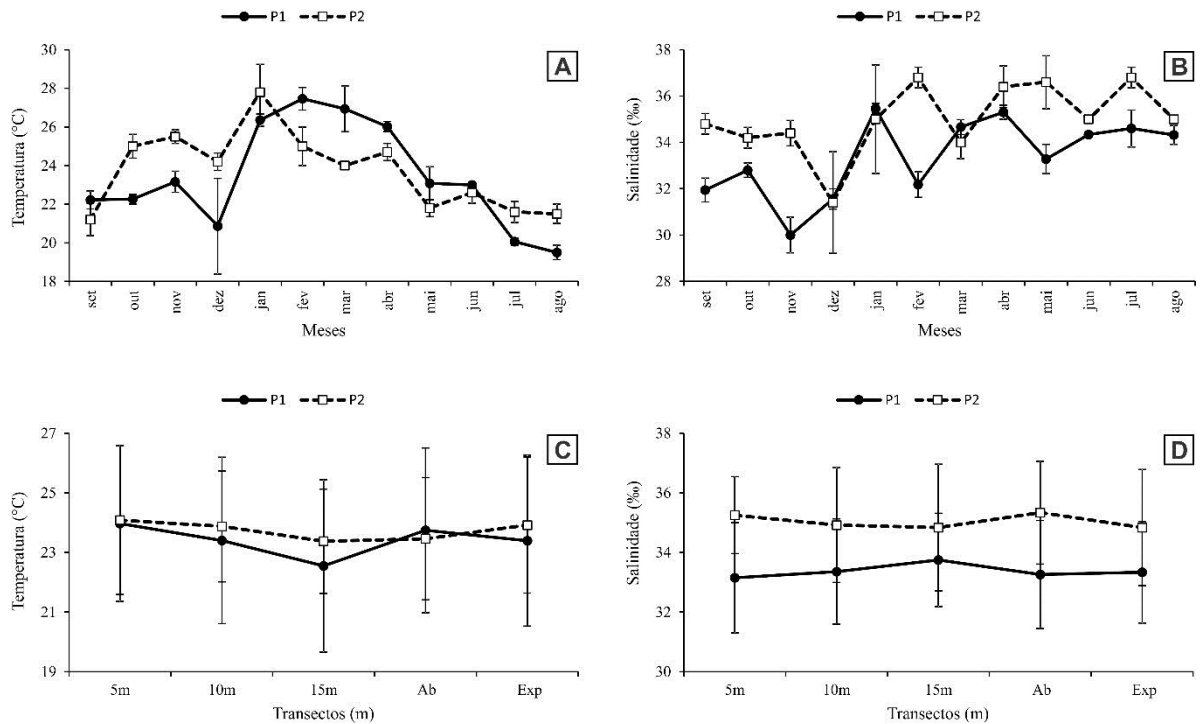


Figura 2. Valores (Média e desvio padrão) de temperatura e salinidade de fundo registrados por mês (A e B) e transectos (C e D) na Enseada de Ubatuba, nos dois períodos de estudo (primeiro período - de setembro de 1995 a agosto de 1996, e segundo período - de setembro de 2016 a agosto de 2017).

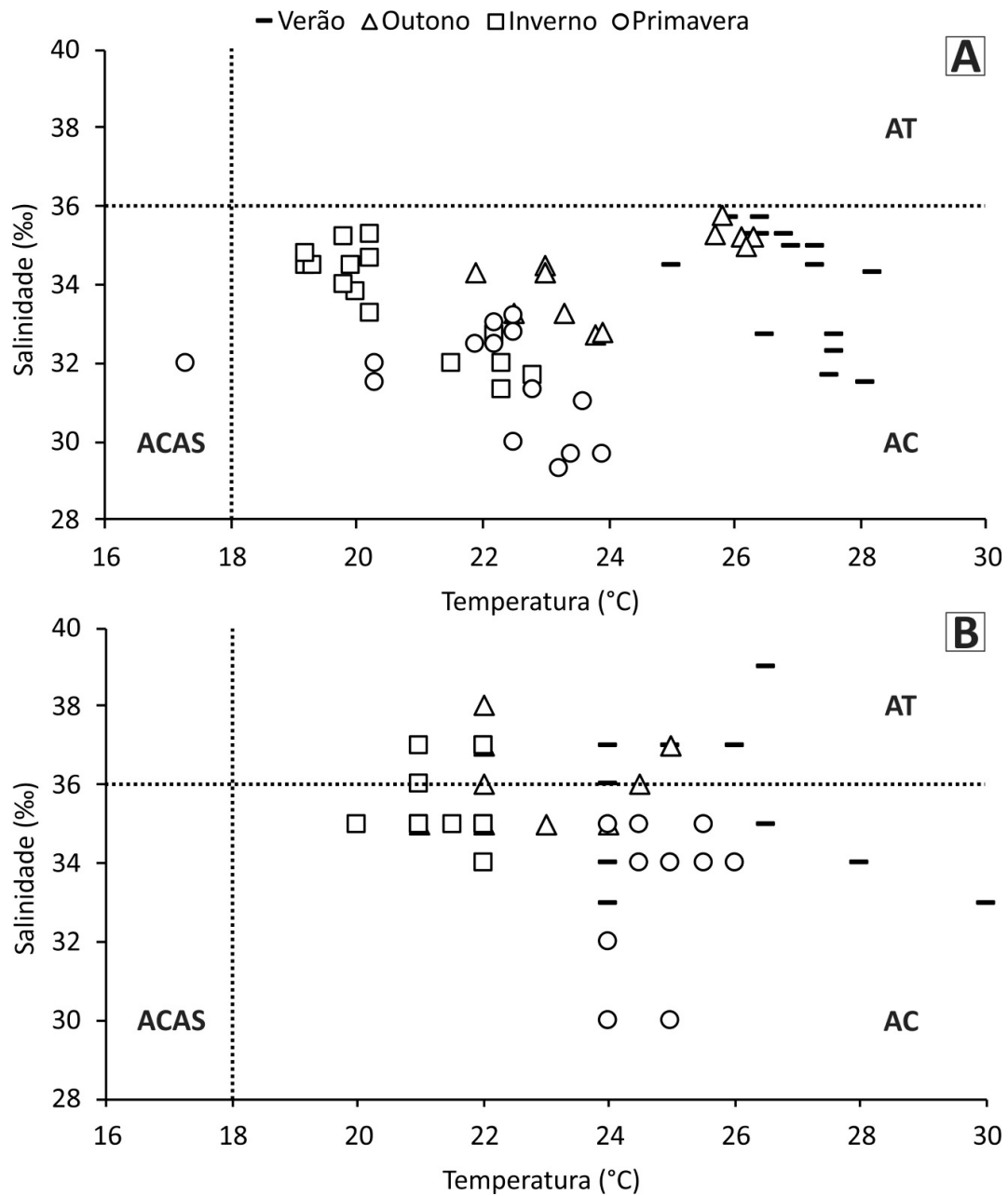


Figura 3. Diagrama T-S (temperatura-salinidade) caracterizando três massas d'água em dois os períodos (**A**= primeiro período - de setembro de 1995 a agosto de 1996, e **B**= segundo período - de setembro de 2016 a agosto de 2017) na Enseada de Ubatuba.

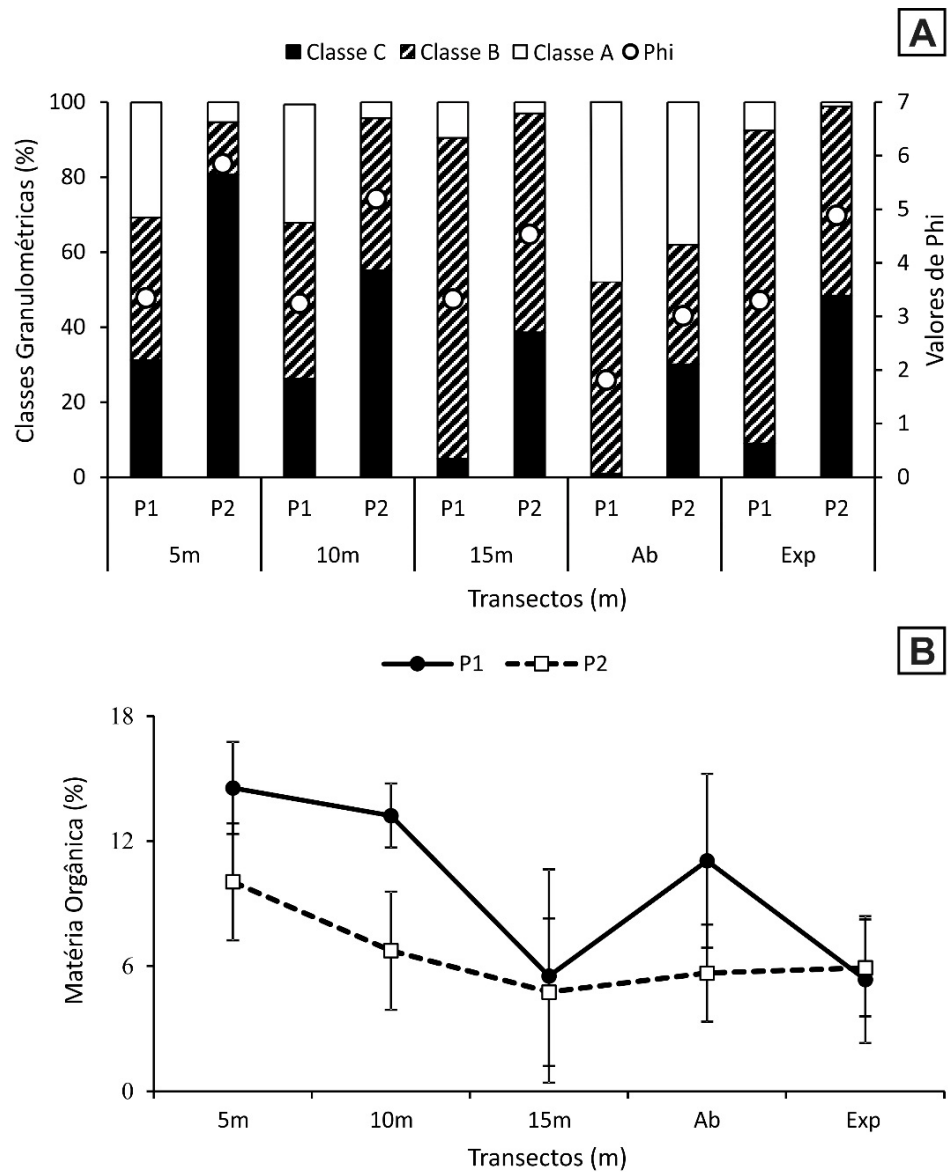


Figura 4. (A) Porcentagens das classes granulométricas e valores médios de phi coletados na área de estudo. Classe A (cascalho, areia muito grossa, grossa e média); Classe B (areia fina e muito fina); Classe C (silte + argila). **(B)** Valores médios e desvio padrão da matéria orgânica registrados em cada transecto na Enseada de Ubatuba, em dois períodos de estudo (primeiro período - de setembro de 1995 a agosto de 1996, e segundo período - de setembro de 2016 a agosto de 2017).

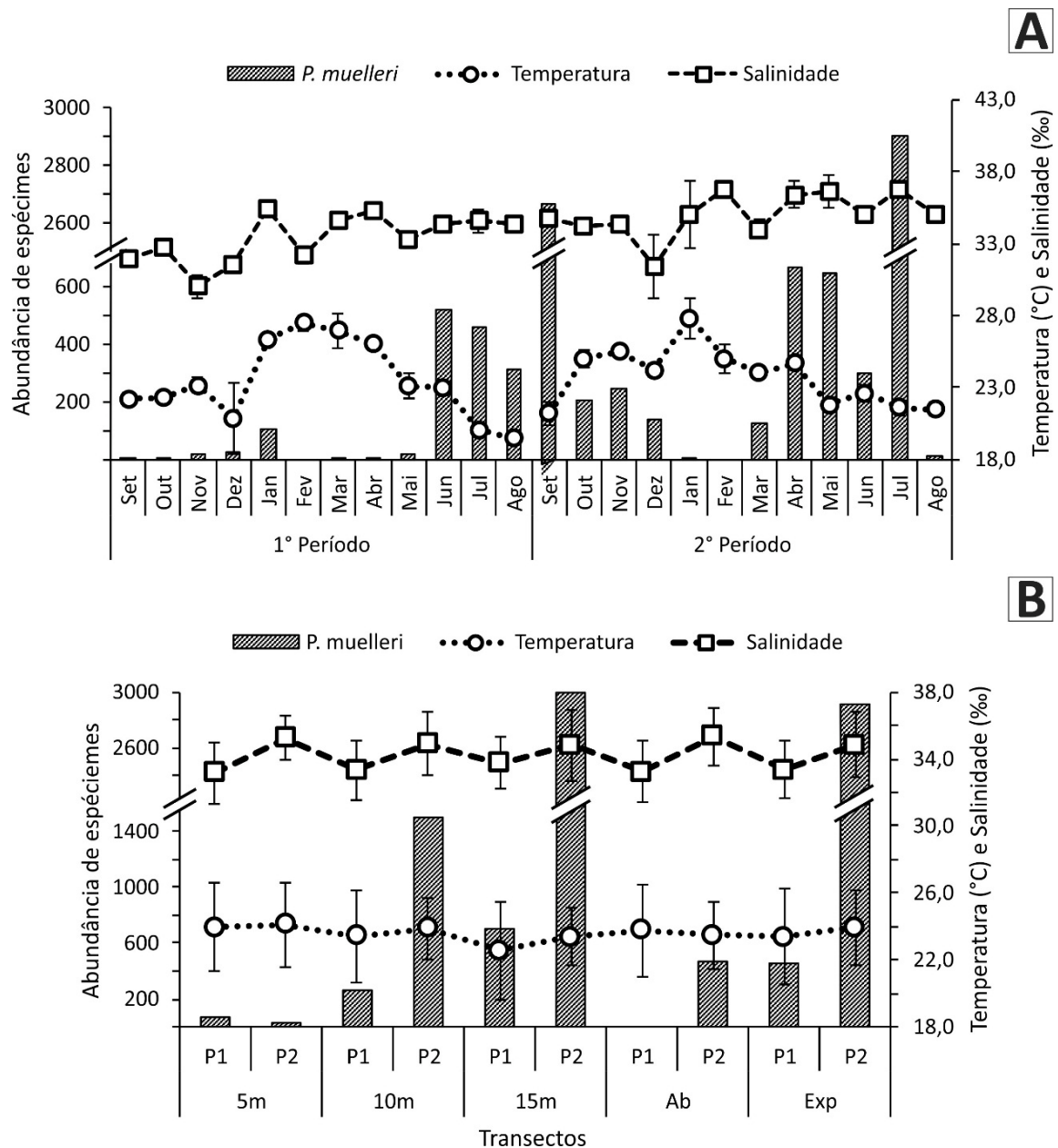


Figura 5. Abundância de *P. muelleri*, salinidade e temperatura de fundo amostradas mensalmente (A) e espacialmente (B), em dois os períodos (primeiro período - de setembro de 1995 a agosto de 1996, e segundo período - de setembro de 2016 a agosto de 2017) na Enseada de Ubatuba.

Tabela 1. Modelo Linear Generalizado (GLM) em relação às variáveis ambientais e seu efeito na abundância dos indivíduos na Enseada de Ubatuba (p = probabilidade 5%; *** = valores significativos).

	Estimativa	Std. Error	Valor t	p
Intercepto	- 2,709056	0,271729	- 9,97	< 2e-16***
Temp. de Fundo	- 0,244643	0,006150	- 39,78	< 2e-16***
Salin. de Fundo	0,351614	0,007420	47,38	< 2e-16***
Phi	0,336823	0,011629	28,96	< 2e-16***
MO	- 0,087005	0,003249	- 26,78	< 2e-16***

Discussão

As variáveis ambientais, abundância e a distribuição espaço-temporal de *P. muelleri* apresentaram algumas importantes alterações após um intervalo de vinte anos na Enseada de Ubatuba, no entanto, sendo maiores no segundo período.

Este presente estudo foi realizado na área interna da enseada, onde as profundidades não excedem os 20 m. Essa região recebe influência direta da Água Costeira, que é caracterizada por temperaturas superiores a 20° C e salinidade sempre abaixo de 36 ‰. Além dessa massa de água, também podemos encontrar a Água Central do Atlântico Sul, na qual a temperatura é sempre abaixo de 20 °C, prevalecendo durante o verão.

Alguns estudos sugerem que *P. muelleri* geralmente vive em águas temperadas frias, ocorrendo em uma faixa de temperatura de 7 a 21 °C (BOSCHI, 1969, 1989; COSTA et al. 2004), sendo considerado como um indicador da entrada de massa de água fria ACAS na região (CASTILHO et al. 2008a; COSTA et al. 2004). Embora ele migre para a costa sudoeste do Brasil durante a intrusão da ACAS, o presente estudo encontrou pouca associação entre a temperatura da água e a abundância do camarão-santana, visto que, essa massa de água teve pouca influência nestes períodos. Portanto, nossos resultados indicam que, a distribuição espaço-temporal desta espécie foi regulada por temperaturas um pouco mais quentes, já que as maiores abundâncias foram registradas em meses que as médias de temperaturas estavam entre 21 e 23 °C, diferente do que foi encontrado para outros estudos realizados com essa mesma espécie que, associaram maiores abundâncias à temperaturas mais frias devido à entrada da ACAS (COSTA et al. 2004; CASTILHO et al. 2008a, 2012; CARVALHO-

BATISTA et al. 2011; BERNARDO et al. 2018),

Quanto a salinidade, a GLM indicou uma correlação diretamente proporcional entre a abundância e salinidade, sugerindo que esta espécie prefere áreas mais profundas, onde a salinidade é mais alta. Dall et al. (1990) propôs que, *P. muelleri* têm um ciclo de vida do tipo III, ou seja, essa espécie é restrita a ambientes verdadeiramente marinhos, pois apresentam uma tolerância limitada às variações na salinidade da água (SCHMIDT-NIELSEN, 2002). Costa et al. (2004) relataram um aumento nas taxas de capturas de *P. muelleri* em arrastos realizados em locais, cujo os valores de salinidade eram mais elevados. O mesmo foi registrado neste estudo, no qual maior número de espécimes foi encontrado no segundo período (2016 e 2017), sendo o período que apresentou a salinidade mais alta.

O aumento do número de indivíduos, entre os períodos estudados, apresenta forte correlação negativa com o tipo de sedimento presente na enseada, ou seja, quanto menor o grão, maior a abundância. Essa associação das maiores abundâncias de *P. muelleri* com sedimentos compostos por grandes proporções de silte e argila, já foram constatadas em outros estudos (COSTA et al. 2004; CARVALHO-BATISTA et al. 2011). A preferência por habitats com sedimentos mais finos, já foi apontada por outros autores, como sendo um importante aspecto regulador da distribuição de várias espécies de camarões Penaeídeos, estando relacionada ao comportamento de escavação (DALL et al. 1990; COSTA et al. 2000, 2005, 2007; FRANSOZO et al. 2004; COSTA e FRANSOZO, 2004; CASTILHO et al. 2008; SIMÕES et al. 2010; HIROKE et al. 2011).

Em síntese, diante das medidas que foram criadas, como a Área de Proteção

Ambiental (APA), na qual a região de Ubatuba está inserida a quase uma década, e também as áreas de exclusão natural de pesca, que atuam como APA, pois não é permitida a realização de arrastos nestes locais, podemos inferir que, essas medidas tomadas visam a conservação do ambiente na região de Ubatuba, e podem ter influenciado de forma favorável para o estabelecimento da espécie *P. muelleri* nesta área. Isso vem reforçar o quão importante são esses planos de conservação, pois eles irão fornecer condições para o uso sustentável dessa e de outras espécies de camarões que são de grande importância econômica para a região.

Referências

- ALMEIDA, A.C.; FRANSOZO, A.; TEIXEIRA, G.M.; HIROKI, K. A. N.; FURLAN, M. & BERTINI, G. (2012). Ecological distribution of the shrimp *Nematopalaemon schmitti* (Crustacea: Decapoda: Caridea) in three bays on the southeastern coast of Brazil. *African Journal of Marine Science*, 34(1), 93-102.
- BATISTA, A. C.; SIMÕES, S. M.; LOPES, M. & 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.
- BERNARDO, C. H.; SANCINETTI, G. S.; TADDEI, F. G.; HIROKI, K. A. N.; DE ALMEIDA, A. C. & 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. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero* 18: 1-47.
- BOSCHI, E. E., (1989). Biología pesquera del lagostino del patagónico de Argentina (*Pleoticus muelleri*). *Contribución Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero* 646: 5-71.
- BOSCHI, E. E., (1997). Las pesquerías de crustáceos decápodos en el litoral de la República Argentina. *Invest. Mar.* 25, 19-40.
- CALAZANS, D. (2000). Taxonomy of solenocerid larvae and the distribution of larval phases of *Pleoticus muelleri* (Decapoda: Solenoceridae) on the southern Brazilian coast. *Crustacean Issues*, 12, 565-576.
- CASTILHO, A. L.; PIE, M. R.; FRANSOZO, A.; PINHEIRO, A. P. & COSTA, R. C. (2008a). The relationship between environmental variation and species abundance in shrimp community (Crustacea: Decapoda: Penaeoidea) in

- southeastern Brazil. Journal of the Marine Biological Association of the UK, 88(01): 119-123.
- CASTILHO, A. L.; COSTA, R. C.; FRANSOZO, A. & NEGREIROS-FRANSOZO, M. L., (2008b). Reproduction and recruitment of the South American red shrimp, *Pleoticus muelleri* (Crustacea: Solenoceridae), from the southeastern coast of Brazil. Mar. Biol. Res. 4, 361-368.
- CASTILHO, A. L., WOLF, M. R., SIMÕES, S. M., BOCHINI, G. L., FRANSOZO, V. & COSTA, R. C. D. (2012). Growth and reproductive dynamics of the South American red shrimp, *Pleoticus muelleri* (Crustacea: Solenoceridae), from the southeastern coast of Brazil. Journal of Marine Systems, 105, 135-144.
- CASTRO-FILHO, B. M.; MIRANDA, L. B. & MIYAO, S. Y. (1987). Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: Variações sazonais e em média escala. Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo 35(2): 135-151.
- COSTA, R. C.; FRANSOZO, A. & PINHEIRO, A. P. (2004). Ecologic distribution of the shrimp *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Decapoda: Penaeoidea) of Southeastern Brazil. Hydrobiologia, 529: 195- 203.
- COSTA, R. C. & FRANSOZO, A. (2004a). Abundance and ecologic distribution of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Crustacea: Penaeidae) in the northern coast of Sao Paulo State, Brazil. Journal of Natural History, 38(7): 901-912.
- COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; CASTILHO, A. L. & FREIRE, F. A. M. (2005). Annual, seasonal and spatial variation of abundance of *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeoidea) in a region a southeastern region of Brazil. Journal of Marine Biological Association of United Kingdom, 85(1): 107-112.
- COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; MELO, G. A. S. & FREIRE, F. A. M. (2003). An illustrated key for Dendrobranchiata shrimps from the northern coast of São Paulo, Brazil. Biota Neotropica, 3: 1-12.
- CRAWLEY, M. J. (1993). GLIM for ecologists (No. 574.501519 C7).

- DALL, W.; HILL, B. J.; ROTH LISBERG, P. C. & STAPLES, D. J. (1990). The biology of the Penaeidae. In: Blaxter, J. H. S. A. J. Southward (Eds). Advances in Marine Biology, San Diego, Academic Press, 27, 489pp.
- D'INCAO, F. (1995). Taxonomia, Padrões Distribucionais e dos Dendrobranchiata (Crustacea: Decapoda) Do Litoral Brasileiro. Curitiba (Pr): Universidade Estadual Do Paraná, 365p.
- FRANSOZO, A.; COSTA, R. C.; MANTELATTO, F. L. M.; PINHEIRO, M. A. A. & SANTOS, S., (2002). Composition and abundance of shrimp species (Penaeidea and Caridea) in Fortaleza Bay, Ubatuba, São Paulo, Brazil. In: Briones, E.E., Alvarez, F. (Eds.), Modern Approaches to the Study of Crustacea. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 117-125.
- INSTITUTO DE PESCA - São Paulo; <http://www.pesca.sp.gov.br>.
- LOPES, M.; FRANSOZO, A.; CASTILHO, A. L. & COSTA, R. C. D. (2014). Diel Variation in Abundance and Size of the South American Red Shrimp *Pleoticus Muelleri* (Spence Bate, 1888) (Decapoda, Solenoceridae) in the Ubatuba Region, Southeastern Brazil. Brazilian Journal of Oceanography, 62(3), 225-234.
- MCCULLAGH, P. & NELDER, J. A. (1989). Generalized Linear Models, Vol. 37 of Monographs on Statistics and Applied Probability.
- NAKAGAKI, J. M.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. & FRANSOZO, A. (1995). Composição e abundância de camarões marinhos (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) na Enseada de Ubatuba, Ubatuba, Brasil. Arquivos de Biologia e Tecnologia 38: 583- 591.
- PALUMBI, S. R. (2004). Marine reserves and ocean neighborhoods: the spatial scale of marine populations and their management. Annu. Rev. Environ. Resour., 29: 31-68.
- PENN, J. W. (1984). The behaviour and catchability of some commercially exploited penaeids and their relationship to stock and recruitment. In Gulland, J.A. e B.J. Rothschild (eds), Penaeid Shrimps - Their Biology and Management. Fishing

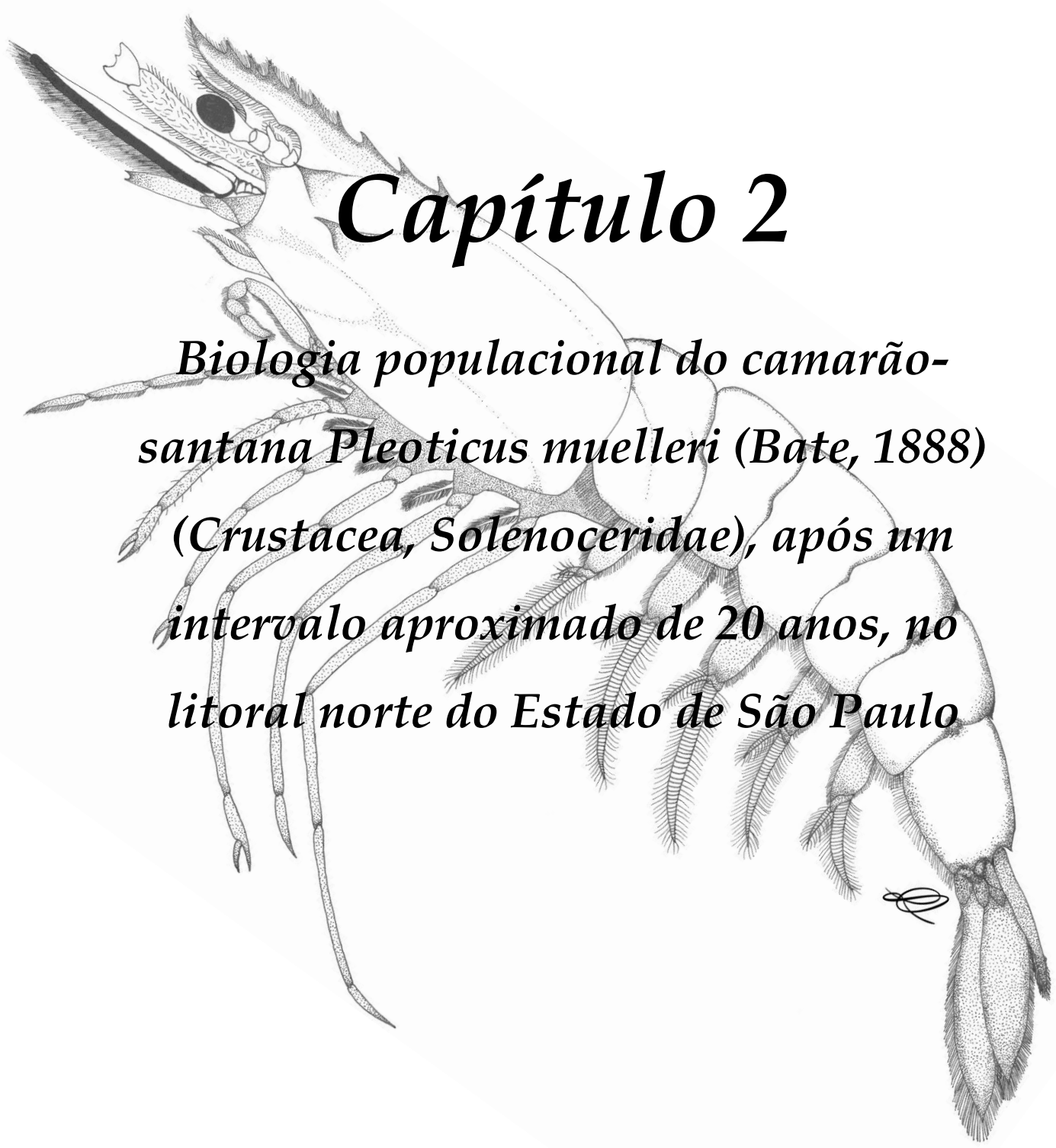
News Books. Farnham: 173–186.

SCHMIDT-NIELSEN, K. (2002). Fisiologia animal: adaptação e meio ambiente. Livraria Santos Editora Comércio e Importação Ltda, São Paulo, SP. 612 p.

SUGUIO, K. (1973). Introdução à sedimentologia. 1ª Edição. Editora Edgard Blücher/EDUSP, São Paulo, 317p.

TUCKER, M. (1998). Techniques in sedimentology. Blackwell Scientific Publications, Boston, 394 p.

ZAR, J. H. (2010). Biostatistical analysis, 5th Ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 944 p.



Capítulo 2

*Biologia populacional do camarão-santana *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888)
(Crustacea, Solenoceridae), após um
intervalo aproximado de 20 anos, no
litoral norte do Estado de São Paulo*

Resumo

A diminuição dos estoques de camarões comumente explorados no sudeste do Brasil resultou no direcionamento da pesca para outras espécies de camarão, como o *Pleoticus muelleri*. Determinação da biologia populacional e reprodutiva das espécies de peneídeos são essenciais para a implementação de técnicas sustentáveis de pesca. Neste sentido, o objetivo deste capítulo foi investigar a biologia populacional de *P. muelleri* na Enseada de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil. As coletas foram realizadas no 1º período (setembro/1995 a agosto/1996) e 2º período (setembro/2016 a agosto/2017), ambos de 12 meses consecutivos, e intercalados em 21 anos, com um barco com redes do tipo “double-rig” em 5 transectos amostrais. Para verificar se houve diferença no tamanho dos indivíduos entre os dois períodos, foi utilizado o teste de Mann-Whitney. A razão sexual foi obtida através da divisão do número de machos pelo número de fêmeas, e analisada pelo teste Binomial. O período reprodutivo foi analisado pelos meses com a presença de fêmeas reprodutivas (ED + DE) e o recrutamento juvenil com a presença de indivíduos jovens (IM). A maturidade sexual foi analisada pela LC₅₀%. A amostra total foi composta de 1.473 (1º período) e 7897 espécimes (2º período). Os indivíduos apresentaram frequência de distribuições nas classes de tamanho diferentes entre os dois períodos estudados (KS, $p < 0,05$). No primeiro período a média de tamanho da população foi de 15,3 mm, enquanto que no segundo houve uma redução do tamanho para 14,7 mm. Houve diferença significantes na razão sexual em relação às fêmeas (Teste Binomial, $p < 0,05$) em ambos os períodos. As fêmeas reprodutivas foram encontradas sazonalmente, com picos de junho a agosto (1º período), e em quase todos os meses no 2º período, exceto em janeiro e

fevereiro. Já o recrutamento teve picos em janeiro, julho e junho do 1º período, enquanto no 2º período ocorreu em quase todo ano, exceto em janeiro e fevereiro. A redução do tamanho dos indivíduos, pode estar relacionada com a intensa atividade pesqueira que existe na região. Desse modo para que exista uma exploração sustentável desta e de outras espécies de camarões importantes comercialmente, faz-se necessário uma criação de planos de manejo a fim de preservar os estoques pesqueiro.

Palavras-chave: Solenoceridae; camarão-santana; razão sexual; maturidade; período reprodutivo; Área de Proteção Ambiental.

Introdução

A caracterização da estrutura populacional de uma espécie numa determinada localidade permite a compreensão das interações entre seus componentes, além de propiciar o reconhecimento de padrões distribucionais dos diferentes grupos demográficos, no tempo e no espaço. De posse tais características, contribuem na avaliação da vulnerabilidade de uma população em particular à fragmentação, que pode resultar de distúrbios naturais ou induzidos pelo homem (RICKLEFS & MILLER, 1999; ALMEIDA et al., 2011).

Estes estudos são fundamentais para a manutenção dos recursos naturais e, também, para a preservação dos estoques pesqueiros. E para os crustáceos, a caracterização da estrutura populacional tem sido feita com base na distribuição de frequência de tamanho, ou seja, é o número de observações realizadas em cada classe de tamanho (POOLE, 1974). Além disso, a estimativa do tamanho mínimo em que os indivíduos atingem a maturidade sexual também pode ser considerada um parâmetro básico usado para descrever a estrutura e a dinâmica populacional (PINHEIRO & FRANSOZO, 1998). O tamanho mínimo legal para captura das espécies de interesse econômico é, usualmente, determinado pelo menor tamanho de maturidade que permita o acasalamento dos indivíduos, com o propósito de proteger o potencial reprodutivo dos estoques pesqueiros (GOSHIMA et al., 2000; CONAN et al., 2001).

A relação do número de machos em relação ao número de fêmeas, também, é uma característica que reflete o balanço de uma população (SILVA et al., 2007). De acordo com Fisher (1930), a seleção natural favorece a razão de 1:1, mas certos fatores

podem causar um desequilíbrio nesta razão sexual esperada. A mortalidade e o crescimento influenciariam machos e fêmeas diferencialmente, mais do que outros fatores como nutrição, habitat e a variação ambiental durante as estações do ano (WENNER, 1972).

Diante disso, este presente estudo tem como objetivo caracterizar a biologia populacional de *P. muelleri*, com ênfase na distribuição de frequência de indivíduos em classes de tamanho, proporção sexual, período reprodutivo, recrutamento juvenil e o tamanho no qual os indivíduos atingem a maturidade sexual na Enseada de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil.

Material e Métodos

Área de estudo e amostragem

A Enseada de Ubatuba (23° 26'S e 45° 02'W), está situada no litoral norte do Estado de São Paulo, foi demarcada como APA (Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte - Setor Cunhambebe; Decreto n ° 53 525, 08 de outubro de 2008), implantada com a finalidade de conservar os estoques pesqueiros da região. A pesca artesanal de camarões é permitida e realizada dentro e fora da enseada, durante o ano todo, com um fechamento da pesca apenas no período de defeso, que vai de primeiro de março a 31 de maio (Instrução Normativa IBAMA nº189/2008).

As coletas foram realizadas, mensalmente, em dois períodos distintos: de setembro/1995 a agosto/1996, e de setembro/2016 a agosto/2017 (12 meses consecutivos em cada período), na Enseada de Ubatuba. A mesma técnica de amostragem foi utilizada para ambos os períodos de coleta, sendo estabelecidos 5 transectos para execução de arrasto, como segue: 15m; 10m; 5m; abrigado da ação das ondas (Ab) e exposto à ação das ondas (Exp) (Figura 1). Um barco de pesca de camarão equipado com redes duplas (malhagens de 20 mm na panagem e 15 mm, no ensacador) foi utilizado para a pesca de arrasto, que durou 20 minutos em cada transecto, efetuando-se coletas durante três dias em cada um deles.

Análise laboratorial

Os camarões foram separados quanto ao sexo (presença de petasma nos machos e ausência nas fêmeas) e tamanhos medidos. O comprimento da carapaça (CL), uma medida padrão do tamanho do corpo do camarão, foi medido com precisão de 0,1 mm, e foi definido como a distância do ângulo orbital até a margem posterior da carapaça.

A condição reprodutiva feminina foi determinada pela observação macroscópica do grau de desenvolvimento ovariano (cor e volume ocupados pelas gônadas). Os ovários caracterizados como imaturos (IM) variaram de fios finos e transparentes a filamentos mais grossos. Já os ovários de fêmeas adultas foram classificados como rudimentares (RU) quando a coloração variou de amarelo a laranja, sendo muito maiores e mais grossos que as fêmeas imaturas; em desenvolvimento (ED), se fossem verde claros; ou desenvolvidos (DE) se fossem verde oliva. A maturidade sexual dos machos nos peneídeos geralmente é indicada pela fusão dos lobos petasmais (CASTILHO et al., 2007a). O macho juvenil de *P. muelleri* apresenta os lobos petasmais totalmente separados (endopoditos pleopodais). Assim, o estágio de maturidade dos machos foi avaliado examinando a forma do petasma, sendo fundido em machos adultos (BOSCHI, 1989, CASTILHO et al. 2008). No presente estudo, o recrutamento refere-se à idade mais jovem (macho e fêmea jovem), em que as espécies marinhas podem ser vulneráveis às artes de pesca (SPARRE & VENEMA, 1998). Segundo Castilho et al. (2008a), o comprimento da carapaça para o recrutamento do *P. muelleri* na região estudada é menor que 11,1 mm.

Análise dos dados

As premissas de homocedasticidade (teste de Levene) e normalidade (teste de Shapiro-Wilk) foram testadas (ZAR, 2010). Para representar a estrutura da população, as classes de tamanho foram definidas seguindo o estudo de Castilho et al. (2012) com intervalos de 2,0 mm. O Automatic Peak Detection and Fitting – “Method I” foi utilizado para a identificação de picos, incluídos na distribuição total da frequência individual por classes de tamanho. Esta técnica foi aplicada utilizando-se o pacote de software PeakFit, versão 4.12 (Sea Solve Software Inc. 1999).

- 2003). O teste Kolmogorov-Smirnov duas amostras (KS) foi utilizado para detectar diferença entre o tamanho da população do período 1 e do período 2. As diferenças nas médias de tamanho dos grupos (jovens, machos adultos e fêmeas adultos), entre os períodos, foram analisadas pelo teste de Mann-Whitney (ZAR, 2010). A razão sexual foi obtida pela divisão do número de macho pelo número de fêmeas. O teste binomial (WILSON & HARDY, 2002) foi aplicado para avaliar se a razão sexual diferiu da proporção 1 : 1 nas classes de tamanho e meses nos dois períodos. O período reprodutivo foi determinado pela presença de fêmeas reprodutivas (ED + DE) durante as estações do ano (BAUER & LIN, 1992, CASTILHO et al. 2008). O tipo de recrutamento foi determinado pela presença de jovens em todos os meses do ano (contínuo) ou apenas em alguns meses (sazonal) segundo (BAUER, 1989).

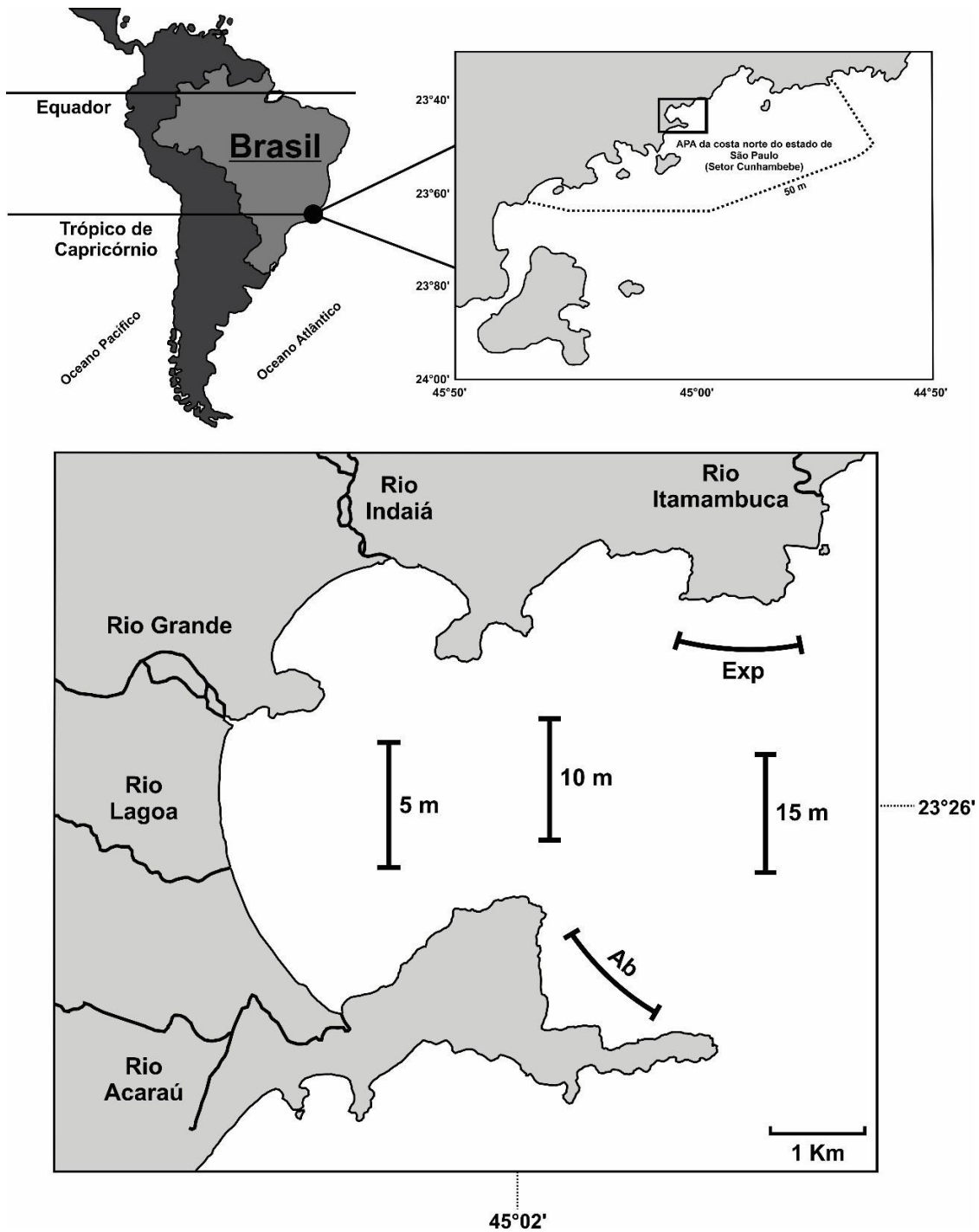


Figura 1. Mapa da região de estudo, indicando a Área de Proteção Ambiental Marinha (APA) (Setor Cunhambebe) e a Enseada de Ubatuba. Esta última, com indicação dos transectos amostrados (5, 10 e 15 m de profundidade; Ab = abrigado; Exp = exposto).

Resultados

Um total de 1473 e 7897 espécimes de *P. muelleri* foram coletados no 1º período e no 2º período, respectivamente. Os camarões jovens, nos dois períodos, apresentaram tamanho médio de $9,7 \pm 1,1$ mm ($\bar{x} \pm DP$; amplitude: 1º período = 5,0 a 11,1 mm e 2º período = 6,4 a 11,1 mm; $n = 510$). O tamanho dos jovens não diferiu estatisticamente ($U = 18284.50$; $gl = 510$; $p = 0.7217$). Para os machos adultos, tamanho médio no 1º. período foi de $13,6 \pm 2,1$ mm ($\bar{x} \pm DP$; amplitude: 9,2 a 22,0 mm; $n = 589$). No 2º. período, o tamanho médio foi de $13,0 \pm 1,7$ mm ($\bar{x} \pm DP$; amplitude: 9,2 a 19,6 mm; $n = 3133$). A redução de tamanho entre os períodos de estudo foi significativa ($U = 764470.50$; $gl = 3722$; $p = <0,0001$). As fêmeas adultas em ambos os períodos apresentaram médias de tamanhos maiores que os machos. No 1º. período, o tamanho médio das fêmeas adultas foi de $17,2 \pm 3,7$ mm ($\bar{x} \pm DP$; amplitude: 11,2 a 31,6 mm; $n = 795$). No 2º. período, a média de tamanho foi de $16,3 \pm 3,5$ mm ($\bar{x} \pm DP$; amplitude: 11,2 a 30,1 mm; $n = 4343$). Esta diferença de tamanho entre os períodos, também, foi considerada significativa ($U = 1459037.50$; $gl = 5138$; $p = <0,0001$).

A frequência de tamanho para o total de indivíduos diferiu estatisticamente, entre os períodos estudados (Kolmogorov-Smirnov; $U = 44.3163$; $gl = 9370$; $p = <0,0001$), indicando uma distribuição polimodal em ambos, com três picos de abundância no 1º Período e seis picos no 2º Período (Figura 2). Já o tamanho médio geral dos camarões, entre os períodos, apresentou uma redução de $15,3 \pm 3,8$ mm (1º período) para $14,7 \pm 3,5$ mm (2º período) ($U = 5135435.00$; $gl = 9370$; $p = <0,0001$).

Na comparação da frequência de tamanho de machos e fêmeas, em cada período, observaram-se diferenças significativas (Kolmogorov-Smirnov; 1º: $U=234,2390$; $g1: 1473$; $p < 0,0001$; 2º: $U= 1077.4542$, $p < 0,0001$). Em relação à distribuição modal, os machos apresentaram bimodalidade, ou seja, dois picos em cada os períodos. Enquanto que, nas fêmeas, verificou-se polimodalidade, com a presença de quatro picos no 1º período e sete, no 2º período.

Em ambos os períodos, os jovens atingiram até a classe de tamanho de 13 mm. Os machos apareceram na classe de 11 mm, uma classe antes do aparecimento das primeiras fêmeas adultas, as quais ocorreram na classe de 13 mm (Figura 3).

A distribuição dos grupos demográficos de *P. muelleri* (jovens, machos adultos e fêmeas adultas), por classes de tamanho, durante as estações do ano estão representadas pela figura 4. Os jovens predominaram com maiores abundâncias nas classes de tamanho de 7 e 9 mm, em ambos os períodos (outono, inverno e primavera). Para os adultos (machos e fêmeas), a predominância foi nas classes de 11 a 15 mm no 1º. período, e de 11 a 13 mm no 2º. período, nas estações outono e inverno (Figura 4 e 5).

No 1º. período foram coletados 602 machos e 871 fêmeas apresentando uma razão sexual de 1,0 : 1,44; enquanto, no 2º. período 3199 machos e 4698 fêmeas, sendo a razão 1,0 : 1,47. Em ambos os períodos, a razão sexual foi a favor das fêmeas ($p < 2,524 \times 10^{-12}$). Entretanto, não houve diferença na razão sexual para as classes de tamanho do primeiro período (5 mm: $p = 1$; 9 mm: 0,264), e no segundo período (7 mm: $p = 1$; 13 mm: $p < 0,331$).

Contudo, no 1º período, houve diferença, havendo número maior de machos nas classes de 5, 9, 11 e 13 mm, enquanto que a razão sexual de fêmeas foi maior nas classes de 15 a 31 mm ($p < 0,05$; Tabela 1). Para o 2º período, a razão sexual de machos foi maior nas classes de 5, 9 e 11 mm, enquanto fêmeas apresentaram maior razão sexual nas classes de 13 a 29 mm ($p < 0,05$; Tabela 1). A razão sexual para fêmeas foi maior em todos os meses, exceto em fevereiro e junho de 1996 no 1º período, e janeiro, fevereiro e agosto do 2º período (Tabela 2).

Durante o período de estudo foram amostrados 1473 espécime de *P. muelleri* no 1º período, sendo 89 jovens, 263 fêmeas reprodutivas, 532 fêmeas não reprodutivas e 589 machos. Já no 2º período foram coletados 7897 indivíduos, sendo 421 jovens, 774 fêmeas reprodutivas, 3569 fêmeas não reprodutivas e 3133 machos. As fêmeas reprodutivas apareceram sazonalmente na Enseada de Ubatuba, com picos nos meses de junho, julho e agosto do 1º período e, em quase todos os meses do 2º período, com exceção dos meses de janeiro e fevereiro. O recrutamento dos jovens no 1º período ocorreu em janeiro, junho, julho e agosto, enquanto que no 2º período o recrutamento ocorreu quase no ano todo, exceto em janeiro e fevereiro (Figura 6).

O tamanho da maturidade sexual de *P. muelleri* foi estimado em $CL_{50\%} = 11,60$ mm (1º período) e $CL_{50\%} = 11,46$ mm (2º período) para as fêmeas. Enquanto que para os machos o valor estimado foi de $CL_{50\%} = 9,35$ mm (1º período) e $CL_{50\%} = 9,51$ mm (2º período) (Figura 7). A maior fêmea imatura mensurada foi de 11,1 mm em ambos os períodos. Já a menor fêmeas desenvolvida foi de 13,3 mm (1º período) e 12,9 mm (2º período). Para os machos, o maior imaturo foi de 9,1 mm nos dois períodos. Já o menor macho desenvolvido mensurado com petasma fundido foi de 10,9 mm (1º período) e

10,7 mm (2º período).

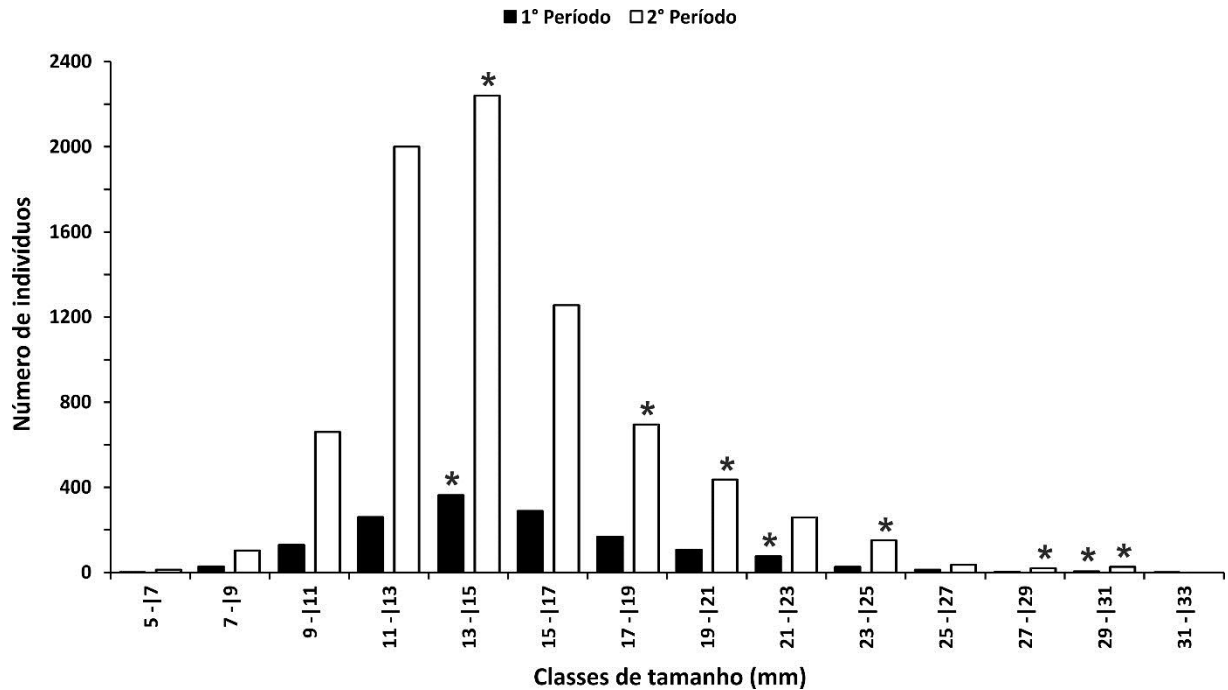


Figura 2. *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888). Distribuição da abundância total dos indivíduos em classes de tamanho na Enseada de Ubatuba, São Paulo, Brasil. (1º Período = setembro de 1995 a agosto de 1996; 2º Período = setembro de 2016 a agosto de 2017) (* = picos modais).

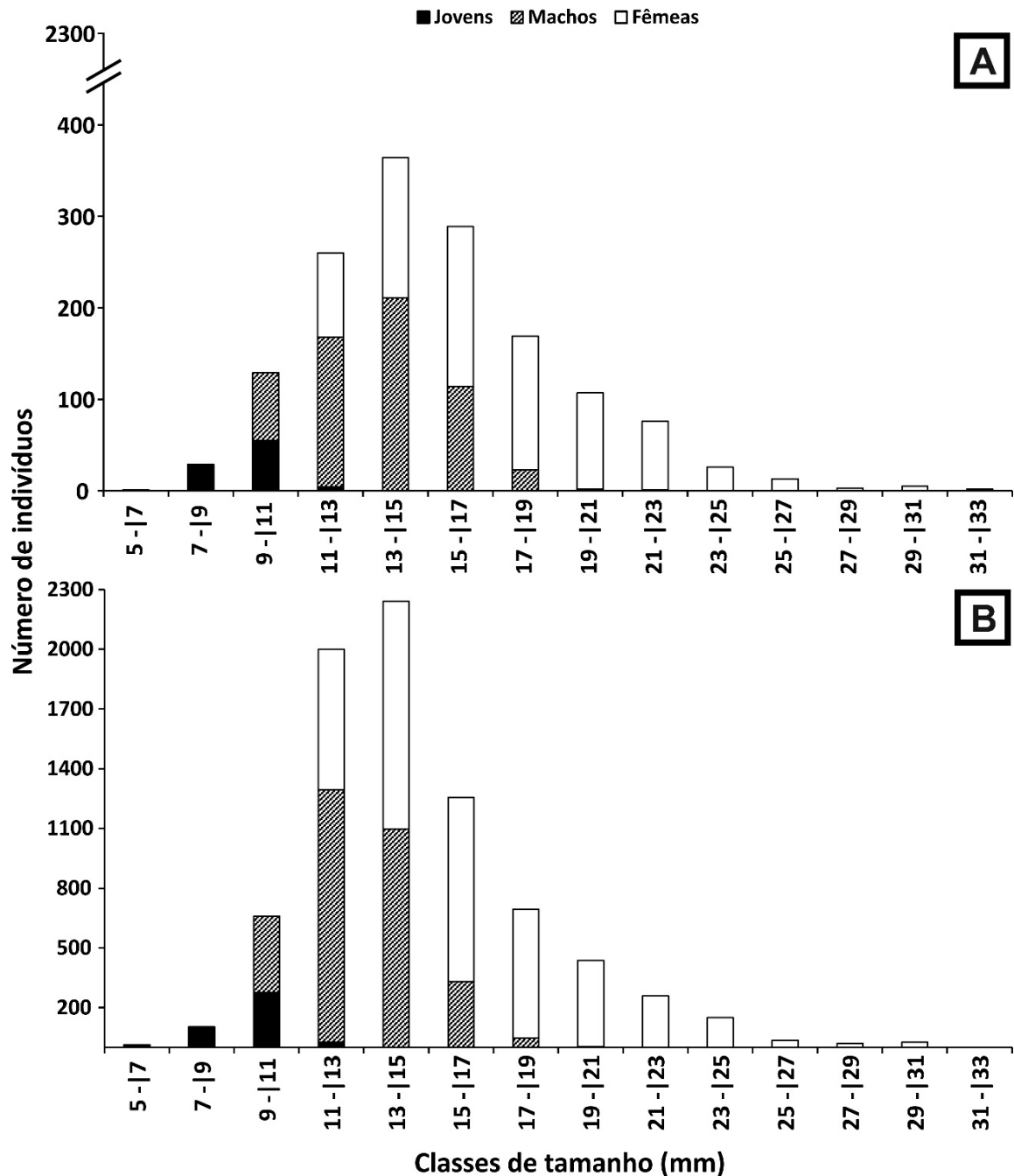


Figura 3. *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888). Distribuição dos grupos demográficos em classes de tamanho na Enseada de Ubatuba, São Paulo, Brasil. A) 1º Período (setembro de 1995 a agosto de 1996). B) 2º Período (setembro de 2016 a agosto de 2017).

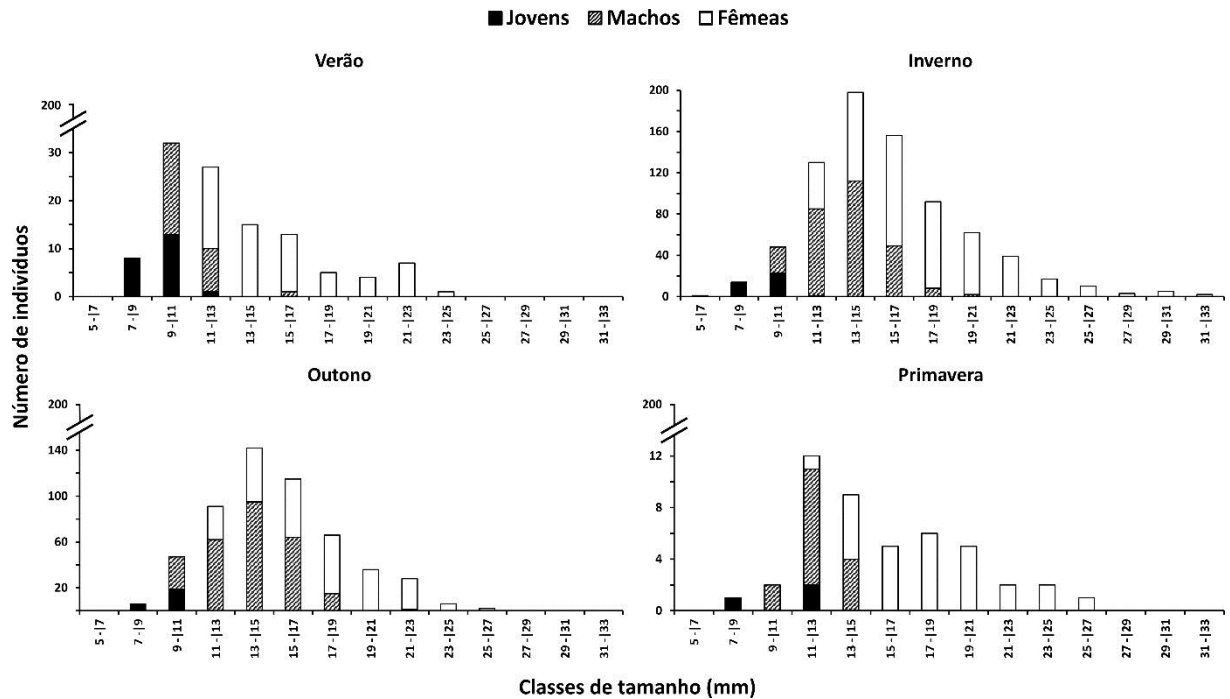


Figura 4. *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888). Distribuição dos grupos demográficos, por classes de tamanho (mm), na Enseada de Ubatuba, São Paulo, Brasil, nas estações do ano do 1º Período amostrado (setembro de 1995 a agosto de 1996).

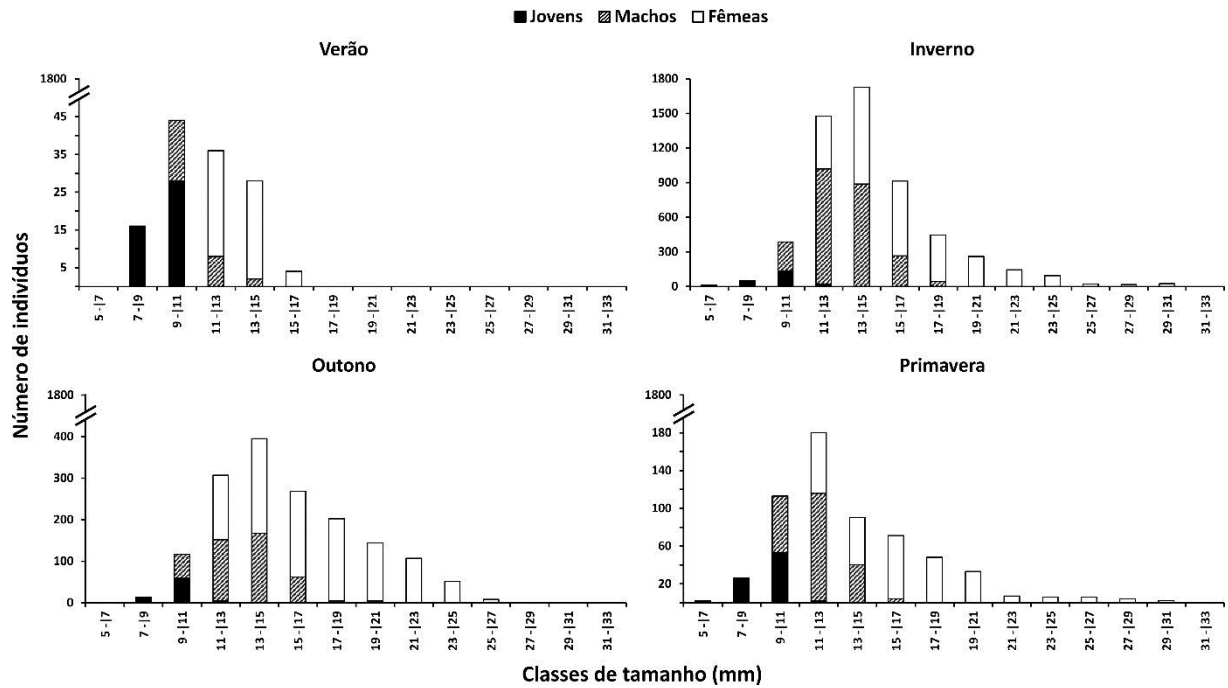


Figura 5. *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888). Distribuição dos grupos demográficos, por classes de tamanho (mm), na Enseada de Ubatuba, São Paulo, Brasil, nas estações do ano do 2º Período amostrado (setembro de 2016 a agosto de 2017).

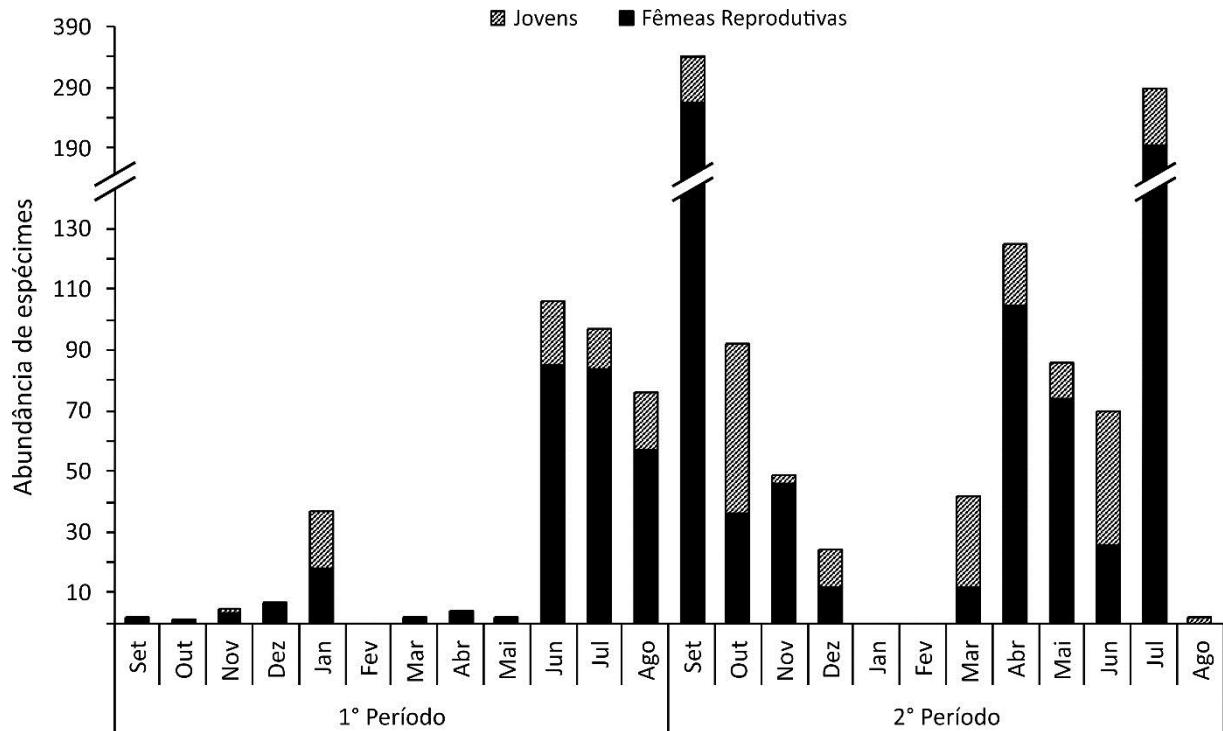


Figura 6. *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888). Abundância de fêmeas reprodutivas e jovens ao longo dos meses em dois períodos distintos na Enseada de Ubatuba, São Paulo, Brasil. (1º Período = setembro de 1995 a agosto de 1996; 2º Período = setembro de 2016 a agosto de 2017).

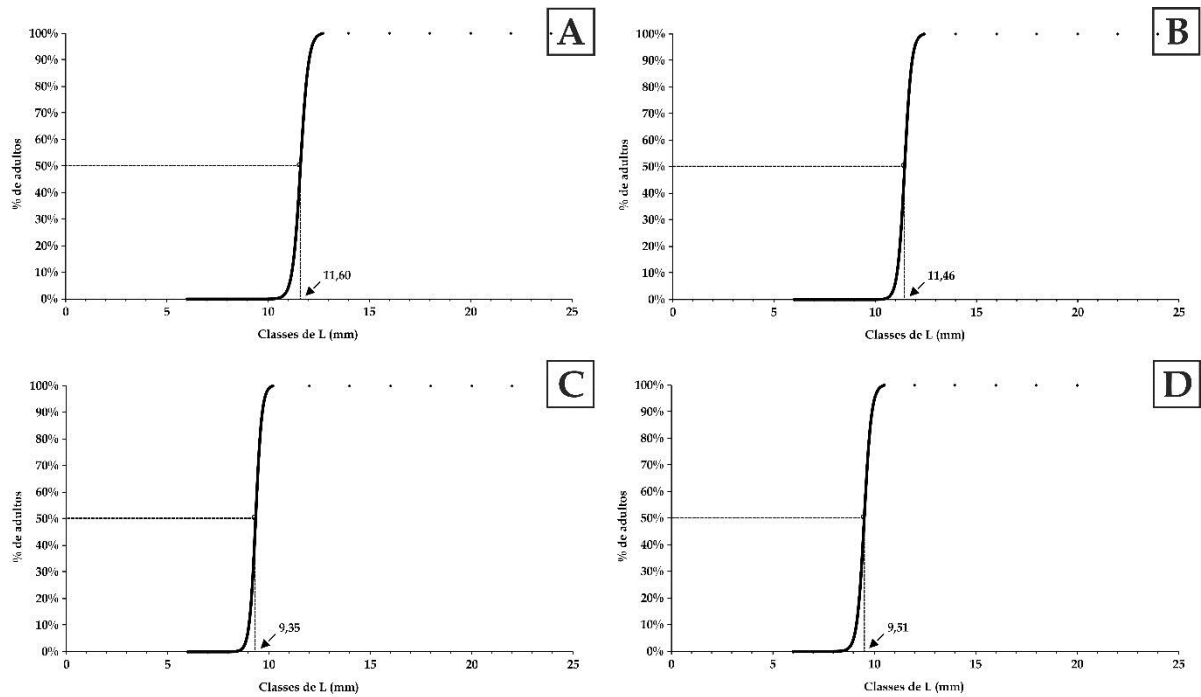


Figura 7. *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888). Maturidade sexual de fêmeas e machos em dois períodos distintos na Enseada de Ubatuba, São Paulo, Brasil. (1º Período = setembro de 1995 a agosto de 1996; 2º Período = setembro de 2016 a agosto de 2017).

Tabela 1. *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888). Razão sexual por classe de tamanho dos indivíduos coletados na Enseada de Ubatuba, São Paulo, Brasil. (1º Período = setembro de 1995 a agosto de 1996; 2º Período = setembro de 2016 a agosto de 2017); M= machos; F= fêmeas; * $p < 0,05$.

Classes de tamanho	1º Período			Binomial	2º Período			Binomial
	Machos	Fêmeas	M : F		Machos	Fêmeas	M : F	
5 - 7	1	0	1,00:0,00	1	12	2	1,00:0,17	0,012*
7 - 9	11	18	1,00:1,64	0,264	52	52	1,00:1,00	1
9 - 11	75	54	1,00:0,72	0,077	385	275	1,00:0,71	2,11E-05*
11 - 13	164	96	1,00:0,59	2,94E-05*	1269	731	1,00:0,58	2,20E-16*
13 - 15	211	153	1,00:0,73	2,76E-03*	1097	1144	1,00:1,04	0,331
15 - 17	114	175	1,00:1,54	3,98E-04*	332	924	1,00:2,78	2,20E-16*
17 - 19	23	146	1,00:6,35	2,20E-16*	48	647	1,00:13,48	2,20E-16*
19 - 21	2	105	1,00:52,50	2,20E-16*	4	433	1,00:108,25	2,20E-16*
21 - 23	1	75	1,00:75,00	2,20E-16*	0	259	0,00:1,00	2,20E-16*
23 - 25	0	26	0,00:1,00	2,98E-08*	0	150	0,00:1,00	2,20E-16*
25 - 27	0	13	0,00:1,00	2,44E-04*	0	35	0,00:1,00	5,82E-11*
27 - 29	0	3	0,00:1,00	0,25	0	20	0,00:1,00	1,90E-06*
29 - 31	0	5	0,00:1,00	0,062	0	26	0,00:1,00	2,98E-08*
31 - 33	0	2	0,00:1,00	0,5	0	0	0,00:0,00	0
Total	602	871	1,00:1,44	2,52E-12*	3199	4698	1,00:1,47	2,20E-16*

Tabela 2. *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888). Razão sexual, por mês, dos indivíduos coletados na Enseada de Ubatuba, São Paulo, Brasil. (1º. Período = setembro de 1995 a agosto de 1996; 2º. Período = setembro de 2016 a agosto de 2017); M= machos; F= fêmeas; * $p < 0,05$.

Meses	1º Período			Binomial	2º Período			Binomial
	Macho	Fêmeas	M:F		Macho	Fêmeas	M:F	
Setembro	1	2	1,00:2,00	1,0	1098	1547	1,00:1,40	2,2E-16*
Outubro	2	4	1,00:2,00	0,6875	74	132	1,00:1,78	6,448E-05*
Novembro	5	12	1,00:2,40	0,1435	96	150	1,00:1,56	6,96E-04*
Dezembro	8	14	1,00:1,75	0,2863	60	76	1,00:1,26	0,1982
Janeiro	32	76	1,00:2,38	2,761E-05*	2	2	1,00:1,00	1
Fevereiro	0	0	0,00:0,00	0	0	0	0,00:0,00	0
Março	0	4	0,00:1,00	0,125	38	86	1,00:2,26	1,945E-05*
Abril	1	4	1,00:4,00	0,375	137	532	1,00:3,88	2,2E-16*
Maio	8	9	1,00:1,13	1,0	204	443	1,00:2,17	2,2E-16*
Junho	260	257	1,00:0,99	0,9299	102	194	1,00:1,90	9,77E-08*
Julho	165	296	1,00:1,79	1,095E-09*	1380	1530	1,00:1,10	5,73E-03*
Agosto	120	193	1,00:1,61	4,372E-05*	8	6	1,00:0,75	0,7905

Discussão

Houve uma redução no tamanho dos indivíduos da população de *P. muelleri* observada após o intervalo aproximado de 20 anos, revelando um aumento da população com indivíduos menores no segundo período de estudo.

Em relação a pequena redução de tamanho dos espécimes, a hipótese mais provável sobre a redução do tamanho do camarão *P. muelleri*, que ocorre na Enseada de Ubatuba, pode estar associado a intensa atividade pesqueira que existe na região. De acordo com Vazzoler (1996), Kaiser et al. (2002), Keunecke et al. (2012), a intensa pressão da pesca de arrasto, pode causar uma redução do tamanho assintótico dos indivíduos, fazendo com que as populações sejam compostas por espécimes de tamanhos reduzidos e, conseqüentemente, o tamanho da primeira maturação também pode diminuir. Além da atividade pesqueira, outros fatores como a variação da temperatura da água, a disponibilidade de nutrientes, além da produtividade primária do oceano, pode influenciar a biologia e morfologia dos camarões (BAUER, 1992; BOSCHI, 1997; CASTILHO et al. 2007b).

Foi possível observar, mediante a distribuição das classes de frequência de tamanho em ambos os períodos, que as fêmeas de *P. muelleri* são maiores do que os machos. Diferenças entre tamanho corporal, sendo as fêmeas maiores que os machos é um padrão observado entre alguns camarões Dendrobranquiata, com, *Artemesia longinaris* Bate, 1888, estudada por Boschi (1969a), Castilho et al. (2007a), Costa et al. (2010) e Sancinetti et al. (2015), *Sicyonia dorsalis* Kingsley, 1878 por Castilho et al. (2008b), *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) por Branco (2005), Castro (2005), Almeida

et al. (2012), Heckler et al. (2013), Grabowski et al. (2014) e Silva et al. (2015). O dimorfismo sexual de tamanho ocorre provavelmente devido à biologia reprodutiva da espécie, pois fêmeas com maior volume do cefalotórax e parte do abdome produzem uma maior quantidade de oócitos (GAB-ALLA et al., 1990; BRANCO et al., 1999; e YAMADA et al., 2007).

Os padrões de bi e polimodalidade, encontrados nas distribuições de frequência de comprimento de carapaça, geralmente, sugerem pulsos de recrutamento, mortalidade distinta ou catastrófica e/ou comportamento diferencial (DÍAZ & CONDE, 1989). Assim, os padrões de distribuições das modas observado para *P. muelleri* podem estar relacionados pulsos reprodutivos, uma vez que juvenis e fêmeas desenvolvidas foram registradas ao longo dos períodos estudados.

Outro parâmetro a ser considerado na estrutura populacional é a razão sexual, que segundo Wenner (1972), tende a ser de 1:1, o que para os crustáceos é considerada mais uma exceção do que uma regra. Segundo esse mesmo autor, os desvios na proporção sexual podem ser resultado de vários fatores, como diferenças nas taxas de crescimento entre os sexos, reversão sexual, maior atividade alimentar em um dos sexos, e migração para reprodução.

De modo geral, machos e fêmeas estiveram presentes durante todos os meses amostrados, exceto no mês de fevereiro, porém as fêmeas foram mais abundantes e com maiores tamanhos na maioria dos transectos e estações do ano. Branco et al. (1994), Nakagaki & Negreiros-Fransozo (1998) e Lopes et al. (2010) estudando a espécie *X. kroyeri* também relataram diferenças na razão sexual. A maior porcentagem de fêmeas pode estar relacionada ao fato de elas possuírem uma longevidade maior

do que os machos, com foi encontrado por Castilho et al. (2012), em duas regiões distintas. Outro fator que também pode ser considerado, é o sistema de copula, pois, um único macho pode copular várias fêmeas (PIANKA, 1983).

Com relação a presença de indivíduos jovens e de fêmeas reprodutivas, podemos sugerir que esta espécie se reproduz continuamente, visto que foram encontrados em praticamente todos os meses. No entanto, nossos dados indicaram que as atividades reprodutivas mais intensas ocorreram durante o segundo período e nos meses de inverno e de primavera em relação às outras estações do ano. As variações sazonais na frequência de fêmeas reprodutivas de *P. muelleri* encontradas por Castilho et al (2008a), foram mais intensas durante a primavera e verão, sendo semelhante ao encontrado para outras espécies, como *A. longinarius* (CASTILHO et al., 2007a, b) e *Rimapenaeus constrictus* (STIMPSON, 1874) (COSTA & FRANSOZO, 2004). Os resultados obtidos neste estudo, mostram que houve uma pequena redução de tamanho do camarão *P. muelleri* após um intervalo de aproximadamente 20 anos. Esta região possui uma intensa atividade pesqueira, desse modo para que exista uma exploração sustentável desta e de outras espécies importantes comercialmente, faz-se necessário uma criação de planos de manejo a fim de preservar os estoques pesqueiro.

Uma Área de proteção ambiental marinha foi criada na região de Ubatuba com o propósito de conservar a natureza e seus recursos naturais, garantindo a sobrevivência dos estoques pesqueiros da região para as gerações futuras (Proclamação nº 53.525, 08 de outubro de 2008). Com a criação desta APA, foi estabelecida a proibição de pesca de arrasto com a utilização do sistema de parelha, e também a redução do número de embarcações pesqueiras que operam na região, na qual está

inserida a Enseada de Ubatuba, para preservar os estoques pesqueiros e toda a biodiversidade da região. Podemos notar que essa e outras medidas tomadas estão sendo eficientes, pois o número de espécimes aumentou de cinco a sete vezes após o intervalo de 20 anos.

Em síntese, para que essas medidas continuem sendo efetivas na região, a implantação de planos de manejo é de grande importância. No decreto de outubro de 2008 referente a APA, tais planos estão incluídos e teriam um prazo de 2 anos para serem elaborados e aprovados. No entanto, até o presente momento (10 anos após a implantação da APA) nada foi elaborado e implantado na região, tendo em vista que, sem um plano de manejo os estoques pesqueiros irão se esgotar pouco a pouco e ocasionar um desequilíbrio na comunidade marinha. Portanto, os resultados deste estudo são de suma importância para uma melhor compreensão da biologia da espécie, e pode ser usado posteriormente como modelo para a monitoração dos estoques pesqueiros, além de servir de bases para a criação dos planos de manejo.

Referências

- ALMEIDA, A. C.; FRANSOZO, V.; TEIXEIRA, G. M.; FURLAN, M.; HIROKI, K. A. N. & FRANSOZO, A. (2011). Population structure and reproductive period of white belly prawn *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis 1950) (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) on the southeastern coast of Brazil. *Invertebrate Reproduction & Development*, 55(1), 30- 39.
- ALMEIDA A. C.; BAEZA, J. A; FRANSOZO, V.; CASTILHO, A. L.; FRANSOZO, A. (2012). Reproductive biology and recruitment of *Xiphopenaeus kroyeri* in a marine protected area in the Western Atlantic: implications for resource management. *Aquatic Biology*, 17: 57–69.
- BAUER, R. T. (1992). Testing generalizations about latitudinal variation in reproduction and recruitment patterns with sicyoniid and caridean shrimp species. *Invertebrate reproduction & development*, 22(1-3), 193-202.
- BAUER, R. T. & VEGA, L. W. R. (1992). Pattern of reproduction and recruitment in two sicyoniid shrimp species (Decapoda: Penaeoidea) from a tropical seagrass habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 161(2), 223-240.
- 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.
- 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. (1969b). Crecimiento, migración y ecología del camarón commercial *Artemesia longinaris* Bate, 1888, de Mar del Plata. *FAO Fisheries Report.*, 57(3): 833-846.
- BOSCHI, E. E. (1989). Biología pesquera del lagostino del patagonico de Argentina (*Pleoticus muelleri*). *Contrib. Boletín del. Instituto Nacional de Investigacion y Desarrollo Pesquero*, 646: 5-71.
- BOSCHI, E. E. (1997). Las pesquerías de crustáceos decápodos en el litoral de la

- República Argentina. Investigaciones Marinas, 25: 19-40.
- BRANCO, J. O.; LUNARDON-BRANCO, M. J. & DE FINIS, A. (1994). Crescimento de *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Penaeidae) da Região de Matinhos, Paraná, Brasil. Brazilian Archives of Biology and Technology, 37(1): 1-8.
- BRANCO, J. O.; LUNARDON-BRANCO, M. J.; SOUTO, F. X. & GUERRA, C. R. (1999). Estrutura populacional do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), na foz do rio Itajaí-Açú, Itajaí, SC, Brasil. Brazilian Archives of Biology and Technology, 42(1), 0-0.
- BRANCO, J. O. (2005). Biologia e pesca do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Penaeidae) na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, 22(4): 1050-1062.
- CASTILHO, A. L.; COSTA, R. C. D.; FRANSOZO, A. & BOSCHI, E. E. (2007). Reproductive pattern of the South American endemic shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea), of São Paulo State, Brazil. Revista de Biología Tropical, 55(Su1), 39-48.
- CASTILHO, A. L.; GAVIO, M. A.; COSTA, R. C.; BOSCHI, E. E.; BAUER, R. T. & FRANSOZO, A. (2007). Latitudinal variation in population structure and reproductive pattern of the endemic South American shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea). Journal of Crustacean Biology, 27(4), 548-552.
- CASTILHO, A. L.; DA COSTA, R. C.; FRANSOZO, A. & NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. (2008). Reproduction and recruitment of the South American red shrimp, *Pleoticus muelleri* (Crustacea: Solenoceridae), from the southeastern coast of Brazil. Marine Biology Research, 4(5), 361-368.
- CASTILHO, A. L.; FURLAN, M.; COSTA, R. C. D. & FRANSOZO, V. (2008). Reproductive biology of the rock shrimp *Sicyonia dorsalis* (Decapoda: Penaeoidea) from the southeastern coast of Brazil. Invertebrate Reproduction & Development, 52(1-2), 59-68.
- CASTILHO, A. L.; WOLF, M. R.; SIMÕES, S. M.; BOCHINI, G. L.; FRANSOZO, V. &

- COSTA, R. C. D. (2012). Growth and reproductive dynamics of the South American red shrimp, *Pleoticus muelleri* (Crustacea: Solenoceridae), from the southeastern coast of Brazil. *Journal of Marine Systems*, 105: 135-144.
- CASTRO, R. H.; COSTA, R. C.; FRANSOZO, A. & MANTELATTO, F. L. M. (2005). Population structure of seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Penaeoidea) in the littoral of São Paulo, Brazil. *Scientia Marina*, 69: 105-112.
- CONAN, G. Y.; COMEAU, M. & MORIYASU, M. (2001). Are morphometrical approaches appropriate to establish size at maturity of male American lobster *Homarus americanus*? *Journal of Crustacean Biology*, 21: 937-947.
- COSTA, R. C. D. & FRANSOZO, A. (2004). Reproductive biology of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Decapoda, Penaeidae) in the Ubatuba region of Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, 24(2), 274.
- COSTA, R. C.; BRANCO, J. O.; MACHADO, I. F.; CAMPOS, B. R. & 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.
- DÍAZ, H. & CONDE, J. E. (1989). Population dynamics and life history of the mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. *Bulletin of Marine Science*, 45(1): 148-163.
- FISHER, R. A. (1930). The genetical theory of natural selection. 2ª Edição. Dover, 219 p.
- GAB-ALLA, A. F.; HARTNOLL, R. G.; GHOBASHY, A. F. & MOHAMMED, S. Z. (1990). Biology of penaeid prawns in the Suez Canal lakes. *Marine Biology*, 107(3): 417- 426.
- GOSHIMA, S.; KANAZAWA, M.; YOSHINO, K. & WADA, S. (2000). Maturity in male stone crab *Hapalogaster dentate* (Anomura, Lithodidae) and its application for fishery management. *Journal of Crustacean Biology*, 20: 641-646.

- GRABOWSKI, R. C.; SIMÕES, S. M. & CASTILHO, A. L. (2014). Population structure, sex ratio and growth of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Decapoda, Penaeidae) from coastal waters of southern Brazil. *ZooKeys*, 14(2): 253-269.
- HECKLER, G. S.; SIMÕES, S. M.; SANTOS, A. P. F.; FRANSOZO, A. & COSTA, R. C. (2013). Population dynamics of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Dendrobranchiata, Penaeidae) in southeastern Brazil. *African Journal of Marine Science*, 35(1): 17-24.
- KAISER, M. J.; COLLIE, J. S.; HALL, S. J.; JENNINGS, S. & 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. & VIANNA, M. (2012). Reproductive strategies of two sympatric swimming crabs *Callinectes danae* and *Callinectes ornatus* (Crustacea: Portunidae) in an estuarine system, south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 92(02): 343-347.
- LOPES, J. B. B. S.; VASQUES, R. O.; GUIMARÃES, F. J.; CETRA, M. & COUTO, E. C. G. (2010). Proporção sexual do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* na costa de Ilhéus, Bahia, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 36(4): 251-262.
- NAKAGAKI, J. M. & NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. (1998). Population biology of *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda: Penaeidae) from Ubatuba Bay, São Paulo, Brasil. *Journal of Shellfishery Research*, Miami, 17(4): 931-935.
- PIANKA, E. R. (1983). *Evolutionary Ecology*. 3ª ed. Harper & Row Publishers, Inc., New York.
- PINHEIRO, M. A. A. & FRANSOZO, A. (1998). Sexual maturity of the speckled swimming crab *Aranaeus cribarius* (Lamarck, 1818) (Decapoda, Brachyura, Portunidae), in the Ubatuba littoral, São Paulo State, Brazil. *Crustaceana*, 71: 434-452.
- POOLE, R. W. (1974). *An introduction to quantitative ecology*. McGraw-Hill, vii + 531

p.

- RICKLEFS, R. E. & MILLER, G. L. (1999). Ecology. 4ª Edição. W.H. Freeman and Company New York, 822 p.
- SANCINETTI, G. S.; AZEVEDO, A.; CASTILHO, A. L.; FRANSOZO, A.; COSTA, R. C. (2015). Population biology of the commercially exploited shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeidae) in an upwelling region in the Western Atlantic: comparisons at different latitudes. Brazilian Journal of Biology, 75(2): 305-313.
- SILVA, E. R.; SANCINETTI, G. S.; FRANSOZO, A.; AZEVEDO, A. & COSTA, R. C. (2015). Reproduction and recruitment of the seabob shrimp: A threatened exploitation species in southeastern of Brazil. Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo, 41(1): 157- 172.
- SILVA, S. M. J.; HIROSE, G. L. & NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. (2007). Population dynamic of *Sesarma rectum* (Crustacea, Brachyura, Sesarmidae) from a muddy flat under human impact, Paraty, Rio de Janeiro, Brazil. Iheringia, 97(2): 207- 214.
- SPARRE, P. & VENEMA, S. C. (1998). Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper, No. 306/1, Rev.2. FAO, Rome, 407 p.
- VAZZOLER, A. E. M. (1996). Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teorias e prática. Ed. EDUEM, Maringá, 169 p.
- WENNER, A. M. (1972). Sex ratio as a function of size in marine Crustacea. The American Naturalist, 106(949): 321-350.
- WILSON, K., & HARDY, I. C. (2002). Statistical analysis of sex ratios: an introduction. Sex Ratios: Concepts and Research Methods, 1, 48-92.
- YAMADA, R.; KODAMA, K.; YAMAKAWA, T.; HORIGUCHI, T. & AOKI, I. (2007). Growth and reproductive biology of the small penaeid shrimp *Trachysalambria curvirostris* in Tokyo Bay. Marine Biology, 151: 961-971.
- ZAR, J. H. (2010). Biostatistical Analysis. 5th Edition. Pearson Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 944 p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS



Considerações Finais

As características ambientais registradas na Enseada de Ubatuba mostraram alterações relevantes após um intervalo de 20 anos. Analisando-se a abundância de *P. muelleri* em função dos fatores ambientais, todos os fatores apresentaram diferenças significativas.

As variáveis ambientais, assim como a abundância e estrutura populacional do camarão-santana *Pleoticus muelleri* mostraram relevantes alterações num intervalo de 20 anos na Enseada de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo. Segundo os resultados obtidos neste trabalho, alterações no sedimento, bem com um aumento da salinidade no segundo período, refletiram diretamente na abundância da espécie. Os principais transectos de ocorrência de *P. muelleri* foram os 15 metros e o Exp (exposto à ação das ondas), sendo maiores no segundo período.

Com relação a distribuição espacial e abundância de *P. muelleri* ficou claro que, a temperatura e a salinidade de fundo foram fatores importantes para modularem o estabelecimento da espécie na enseada. Aliados a isso, podemos citar também outros fatores como, as áreas de exclusão natural de pesca, a criação de áreas de proteção ambiental e o período de defeso (fechamento temporário da pesca). Esses fatores foram de extrema importância para o estabelecimento e ocorrência do camarão-santana na Enseada de Ubatuba, que representam importantes ferramentas para a preservação e conservação da espécie que tem potencial para ser um recurso pesqueiro na região.

Os dados obtidos sobre a análise do tamanho dos indivíduos mostraram que, no segundo período (ca. 20 anos atrás), os espécimes apresentaram tamanhos menores,

quando comparados com o primeiro período. Um dos fatores que podem ocasionar essa diminuição, pode ser a intensa pressão de pesca de arrasto que ocorre na região, que a longo prazo causa diminuições no tamanho assintótico dos espécimes, fazendo com que, essas populações sejam compostas por indivíduos de tamanhos reduzidos e, como consequência, o tamanho da primeira maturação tende a diminuir.

Esses resultados nos ajudam a compreender o quão importante são as áreas de proteção ambiental e de exclusão natural de pesca, pois, no segundo período essas medidas já haviam sido tomadas e, mostraram um aumento considerável na abundância de espécimes. Para que as futuras gerações continuem se beneficiando dos recursos pesqueiros de forma sustentável, garantindo a proteção e a restauração da biodiversidade marinha, faz se necessário a criação de novos planos de manejo visando proteger essa e outras espécies que são muito importantes como recurso pesqueiro na região.