

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – CÂMPUS DE BOTUCATU

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ZOOLOGIA

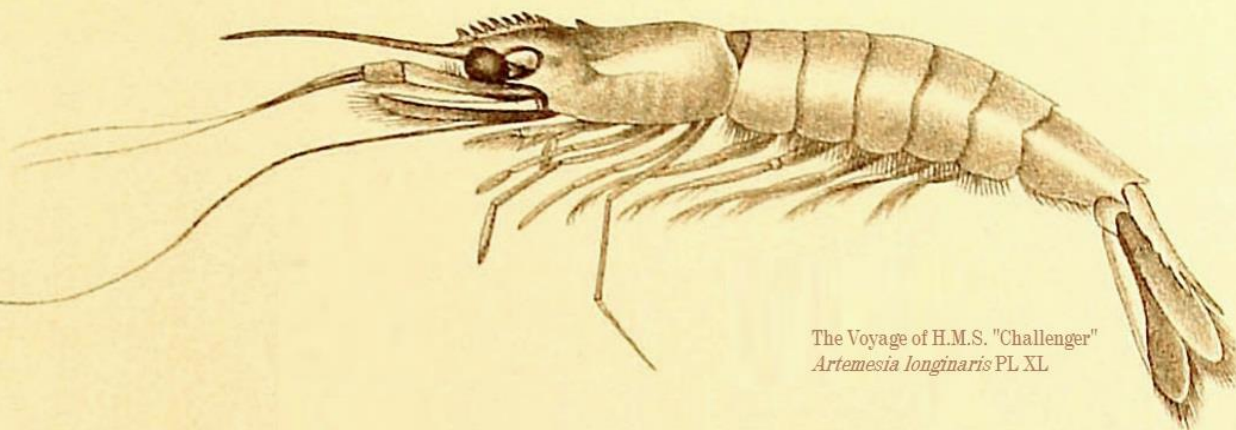
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DINÂMICA POPULACIONAL DO CAMARÃO "BARBA-RUÇA"

Artemesia longinaris SPENCE BATE, 1888 (CRUSTACEA,

DECAPODA, PENAEIDAE) EM DOIS PERIODOS DISTINTOS

(INTERVALO DE 20 ANOS) NO LITORAL SUDESTE DO BRASIL



The Voyage of H.M.S. "Challenger"
Artemesia longinaris PL XL

Camila Hipolito Bernardo

Orientador: Prof. Dr. Adilson Fransozo

Botucatu – SP

2017

DINÂMICA POPULACIONAL DO CAMARÃO “BARBARUÇA” *Artemesia longinaris* SPENCE BATE, 1888 (CRUSTACEA, DECAPODA, PENAEIDAE) EM DOIS PERIODOS DISTINTOS (INTERVALO DE 20 ANOS) NO LITORAL SUDESTE DO BRASIL

Camila Hipolito Bernardo

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 – Área de Concentração: Zoologia.

Botucatu – SP

2017

*“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que
ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê”
(Arthur Schopenhauer)*

Dedico esta dissertação aos meus pais **Aparecido** e **Vanise** e a minha irmã **Rafaela**, por sempre me apoiarem e não medirem esforços para que eu realizasse meu mestrado.- Amo vocês!!

À Deus, por ter me dado força e proteção nos momentos que precisei.

Ao meu orientador, professor *Dr. Adilson Fransozo* pelo apoio e ensinamentos, por ter me apresentado o mundo científico e me feito crescer profissionalmente. Agradeço também pela confiança em me fornecer os dados nos quais realizei minha dissertação. E por ter compartilhado toda sua experiência como professor e pesquisador.

À *Dra. Maria Lúcia Negreiros-Fransozo*, pelo exemplo profissional e por estar sempre disposta a ajudar e compartilhar o conhecimento.

A Professora *Msc. Yvana Cristina Tenório de Britto*, pela oportunidade de ir ao curso de Biologia Marinha e conhecer o professor Adilson.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de estudos concedida (2015/13.607-6).

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelos veículos cedidos (94/4878-8 e 98/031134-6), e ao Núcleo de Estudos em Biologia, Ecologia e Cultivo de Crustáceos (NEBECC) por toda a infraestrutura e materiais disponibilizados.

Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e à Polícia Florestal, pela concessão da licença utilizada para a obtenção do material biológico.

Aos Profs. Drs. Fernando L.M. Mantelatto, Marcelo A.A. Pinheiro, e Sandro Santos, e em memória ao pescador Mané Bié, os quais trabalharam juntamente com o Prof. Dr. Adilson Fransozo e a Profa. Dra. Maria Lúcia Negreiros Fransozo na obtenção do material referente ao período de 1988/1989. Agradeço também ao pescador Djalma Rosa (Passarinho), comandante da embarcação “Dill & Nenê”, e seu auxiliar “Zé Preto”, pela competência e dedicação durante as coletas efetuadas no período de 2008/2009. Agradeço aos companheiros que também trabalharam durante este mesmo período, sob a orientação do Prof. Dr. Adilson Fransozo: Alessandra P. Carneiro, Ana S. G. Garcia, Andréa A. F. Mourão, Gabriela F. Conz, Gustavo M. Teixeira, Jamile Queiroz, Kátia A.N. Hiroki, Ariádine C. de Almeida Mariana A. Silva, Michele Furlan, e Rafael R. Gomes.

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

Aos meus queridos amigos de laboratório Cabelo (Cabelinho, Cabelitcho, Jubs, Jubszinho ou Thiago) e Aline (Alinão ou Alinetchy), por todos os momentos compartilhados. Momentos de discussões, críticas, sugestões e descontrações que me fizeram crescer e aprender muito. Vocês foram muito importantes para que eu conseguisse atingir meu objetivo.

À todos os colegas de laboratório do NEBECC e que não foram citados anteriormente, mas que contribuíram direta ou indiretamente nesta fase da minha vida: *Veronica G. Bernardes(GreGre), Gabriel Rodrigues, Jeniffer Teles(Gnãõ), Prof. Dr.*

Gustavo S. Sancinetti, Prof. Dra. Kátia Hiroki, Prof. Dra. Ariádine C. Almeida, Israel Frameschi, Prof. Dr. Eduardo A. Bolla Jr., Mariana Antunes, Augusto R. Silveira, Professor Dr. Antônio L. Castilho, Gilson Stanski, Raphael Grabowski, Ana Elisa, Milena R. Wolf, Geslaine Gonçalves, João G. Barioto, Alexandre R. da Silva, Joice R. Garcia, Prof. Dr. Rogerio C. Costa, Thiago Davanso, Abner Batista, Gabriel Woody, Prof. Dr. Gustavo Teixeira.

Em especial a meus pais *Aparecido Bernardo* e *Vanise Goes Hipolito Bernado*, irmã *Rafaela Hipolito Bernardo*, avó *Gilda Góes Hipolito*, bisavó *Cecília Góes*, a tia *Andresa (suprimo- Gutinho)* e tios *Wesley* e *Lú* pelo carinho, apoio e principalmente pelos valores que me passaram ao longo da minha formação. E ao meu pontinho de luz (*Paula Chiachia Pasta*) que chegou no fim desse período de mestrado e trouxe a leveza, o carinho e o apoio que eu precisava. – Amo vocês!

Muito obrigada!!!

CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
Referências	5
CAPÍTULO 1	
DISTRIBUIÇÃO ECOLÓGICA DO CAMARÃO BARBA-RUÇA <i>Artemesia longinaris</i> SPENCE BATE, 1888 (CRUSTACEA, PENAEIDAE) EM UM INTERVALO DE 20 ANOS NO LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO	7
Resumo	8
Introdução	10
Material & Métodos.....	13
Resultados	19
Discussão	35
Referências	43
CAPÍTULO 2	
ESTRUTURA POPULACIONAL DO CAMARÃO BARBA-RUÇA <i>Artemesia longinaris</i> SPENCE BATE 1888 (CRUSTACEA, PENAEIDAE) EM UM INTERVALO DE 20 ANOS NO LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO	51
Resumo	52
Introdução	54
Material & Métodos.....	56
Resultados	59
Discussão	66
Referências	71
CAPÍTULO 3	
PERÍODO REPRODUTIVO E RECRUTAMENTO DO CAMARÃO <i>Artemesia longinaris</i> SPENCE BATE, 1888 (CRUSTACEA, PENAEIDAE) NO LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, EM UMA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	78
Resumo	79
Introdução	81
Material & Métodos.....	83
Resultados	87
Discussão	92
Referências	95
CONSIDERAÇÕES FINAIS	100

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Dentre todos os organismos atuais, o subfilo Crustacea é o grupo que apresenta a maior diversidade morfológica (MARTIN e DAVIS 2001). Essa grande variação de formas permitiu que esses organismos habitassem os mais diferenciados ambientes, adquirindo uma ampla distribuição no mundo todo (NG et al. 2008). A ordem Decapoda é a mais diversificada, sendo constituída por aproximadamente 14756 espécies descritas (De GRAVE et al. 2009). Essa ordem engloba organismos abundantes, com importância econômica e ecológica, como os camarões, lagostas, siris e caranguejos.

Artemesia longinaris Spence Bate, 1888 (Figura 1) conhecida popularmente como camarão barba-ruça ou pintadinho está inserido na superfamília Penaeoidea, na família Penaeidae, sendo a única espécie do gênero *Artemesia* Spence Bate, 1888. Sua distribuição é restrita ao Atlântico Sul Ocidental, ocorrendo de Atafona-RJ (Brasil) a província de Chubut (Argentina) (D'INCÃO, 1995 e COSTA et al., 2003).



Figura 1. Vista lateral de um exemplar adulto de *Artemesia longinaris* (Imagem retirada de COSTA, 2003)

Espécies como camarão-santana *Pleoticus muelleri* (Spence Bate, 1888) e *A. longinarius*, não possuíam grande interesse na pesca, porém com a redução do desembarque de espécies de maior interesse comercial (como camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817), *F. paulensis* (Pérez-Farfante, 1967), camarão-branco *Litopenaeus Schmitti* (Burkenroad, 1936), e o camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862)), houve uma grande expansão na exploração dessas duas outras espécies (D'INCAO et al., 2002; COSTA et al., 2004, 2005; FRANSOZO et al., 2004; CASTILHO et al., 2007a)

A pesca de arrasto é considerada uma atividade muito prejudicial, que vem causando diversos impactos negativos para a estrutura dos ecossistemas costeiros e marinhos, assim como para a sociedade que em diversos locais é extremamente dependente dos recursos fornecidos por estes ecossistemas. Este estudo foi realizado na Enseada da Fortaleza, região de Ubatuba, situada em uma recente Área de Proteção Ambiental (APA) do setor Cunhambebe, durante dois períodos distintos (novembro/1988 à outubro/1989) e (novembro/2008 à outubro/2009), o qual visou à obtenção de importantes informações sobre as mudanças na dinâmica populacional do camarão *A. longinarius* em um intervalo de 20 anos. Foram avaliadas variações espaço-temporais dos padrões de abundância frente às mudanças de fatores ambientais, como temperatura e salinidade da água e granulometria do sedimento. A presente dissertação foi constituída em três capítulos, nos quais abordaram tópicos relacionados à dinâmica populacional do camarão barba-ruça *A. longinarius*, incluindo aspectos como variações espaço-temporais da abundância da espécie, estrutura populacional, dimorfismo sexual, razão sexual, reprodução e recrutamento juvenil.

Histórico da Pesca

Na lista de desembarque mundial de camarões, o Brasil ocupa apenas a 15º lugar com uma produção anual de 31 mil toneladas (FAO, 2007). Em países onde a exploração é intensa, os limites ecológicos desses recursos parecem já ter sido atingidos (EJF, 2003). Segundo ZELLER e PAULY, (2005) em regiões tropicais e subtropicais, está havendo um declínio significativo na abundância das principais espécies pescadas por longos períodos. No Brasil as principais espécies de camarão exploradas na região sul e sudeste são os camarões rosa *F. paulensis*, *F. brasiliensis*, camarão sete barbas *X. kroyeri*, camarão branco *L. schmitii*, camarão santana *P. muelleri* e camarão barba ruça *A. longinaris*. Esse grupo de camarões possui grande valor econômico, representando cerca 24% da produção pesqueira em relação a valor econômico e 6% em peso de captura na região sul e sudeste do Brasil (PEREZ et al., 2001).

A princípio essa pesca era mono específica e tinha como espécie alvo apenas o camarão-rosa, que estava entre os principais recursos pesqueiros da região. Com o declínio desse camarão, a partir da década de 80 essa atividade transformou-se em multi-específica, buscando espécies alternativas para compensação da rentabilidade econômica (VALENTINI et al, 1991; 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 47,5% e no ano de 1999 apenas 21% (D'INCAO et al, 2002).

Devido a esse declínio, outras espécies de camarões ganharam maior importância comercial (VALENTINI, et al., 1991). Na região Sul e Sudeste destaca-se o camarão sete-barbas (*X. kroyeri*) com desembarque de 8.875 t em 1988 e 5.495 t em 1999, o camarão-branco (*L. schmitii*) com desembarque de 600 t em 1988 a 218 t em 1999,

camarão-santana (*P. muelleri*) com desembarque de 2.416 t em 1988 e 514 em 1999 e camarão-barba-ruça (*A. longinaris*) com desembarque de 2.292 t em 1988 e 1.602 t em 1999 (D'INCAO, et al, 2002). Em 2008, a produção anual de *A. longinaris* no Brasil foi de 3.024 t (ICMBio-MMA, 2008/2008). Em recente estudo de COSTA et al. (2016), dentre os camarões capturados pela pesca artesanal em Macaé -RJ, *A. longinaris* é responsável por 51,49% da captura seguida de *X. kroyeri* com 27,49% e *P. muelleri* com 20,62%. As espécies *L. schmitti*, *F. brasiliensis* e *F. paulensis* juntas somaram apenas 0,11%.

REFERÊNCIAS

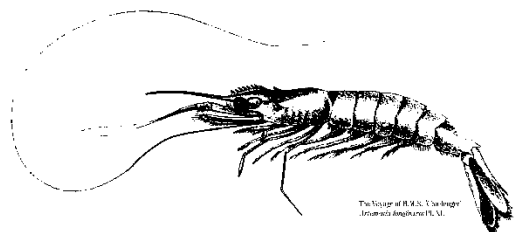
- CASTILHO, A.L.; COSTA, R.C. da; FRANSOZO, A.; BOSCHI, E.E. 2007a. Reproductive pattern of the South American endemic shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeidae), off the coast of São Paulo State, Brazil. *Revista de Biología Tropical*, 55: 39-48.
- COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; MELO, G.A.S.; FREIRE, F.A.M. 2003 An illustrated key for Dendrobranchiata shrimps from the northern coast of São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*, 3: 1-12.
- COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; PINHEIRO, A.P. 2004 Ecological distribution of the shrimp *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Decapoda: Penaeoidea) in southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, 529(1-3): 195-203.
- COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; CASTILHO, A.L.; FREIRE, F.A. 2005 Annual, seasonal and spatial variation of abundance of the shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea) in south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 85(01): 107-112.
- COSTA, R.C.; CARVALHO-BATISTA, A.; HERRERA, D. R.; PANTALEÃO, J.A.F.; TEODORO, S.D.S.A.; MAIA, T. 2016 Carcinofauna acompanhante da pesca do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* em Macaé, Rio de Janeiro, Sudeste Brasileiro. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42(3), 611-624.

- D'INCAO, F. 1995 Taxonomia, padrões distribucionais e ecológicos dos Dendrobranchiata (Crustacea: Decapoda) do litoral brasileiro. 1995. 365 f. Tese (Doutorado em zoologia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), Brasil.
- D'INCAO, F.; VALENTINI, H.; RODRIGUES, L. F. 2002 Avaliação da pesca de camarões nas regiões sudeste e sul do Brasil. *Atlântica*, 24 (2): 103-116.
- De GRAVE, S.; PENTCHEFF, N.D.; AHYONG, S.T; CHAN, T.Y.; CRANDALL, K.A; DWORSCHAK, P.C.; FELDER, D.L.; FELDMANN, R.M.; FRANSEN, C.H.J.M.; GOULDING, L.Y.D.; LEMAITRE, R.; LOW, M.E.Y.; MARTIN, J.W.; NG, P.K.L.; SCHWEITZER, C.E.; TAN, S.H.; TSHUDY, D.; WETZER, R. 2009. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *Raffles Bulletin of Zoology* 21: 1-109.
- EJF, 2003 Squandering the Seas: How shrimp trawling is threatening ecological integrity and food security around the world? Environmental Justice Foundation, London, 48p.
- FAO, 2007. The world state of fisheries and aquaculture - 2006. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Rome, 180pp.
- FRANSOZO, A.; COSTA, R.C.; CASTILHO, A.L.; MANTELATTO, F.L. 2004 Ecological Distribution of the Shrimp "Camarão Serrinha" *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeidea) in Fortaleza Bay, Ubatuba, Brazil, in Relation to Abiotic Factors. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero.*, 16: 43-50.
- ICMBio Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Disponível: em http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2008_2009_nac_pesca.pdf
- MARTIN, J.W. & DAVIS, G.E. *An updated classification of the recent Crustacea*. Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series, v. 39, p. 123. 2001.
- NG, P.K.L.; Guinot, D. & Davie, P. J. F. 2008. Systema brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. *The Raffles Bulletin of Zoology* 17: 1-286.
- PEREZ, J.A.A.; PEZZUTO, P.R.; RODRIGUES, L.F.; VALENTINI, H.; VOOREN, C.M., 2001. Relatório da reunião técnica de ordenamento da pesca de arrasto nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. Notas Técnicas da Facimar, 5:1-34.

- VALENTINI, H.; D'INCAO, F.; RODRIGUES, L.F.; REBELO-NETO, J.E. & RAHN, E., 1991. Análise da pesca do camarão-rosa (*Penaeus paulensis* e *Penaeus brasiliensis*) nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. *Atlântica*, 13(1): 143-157
- ZELLER, D. e PAULY, D., 2005. Good news, bad news: global fisheries discards are declining, but so are total catches. *Fish and Fisheries*, 6, 156-159.

CAPÍTULO 1

Distribuição ecológica do camarão barba-ruça *Artemesia longinaris* SPENCE BATE, 1888 (Crustacea, Penaeidae) em um intervalo de 20 anos no litoral norte do estado de São Paulo



RESUMO

Artemesia longinaris Spence Bate, 1888 é considerada uma espécie monotípica endêmica das zonas costeiras do Atlântico Sul Ocidental. Vem sendo recentemente explorada comercialmente devido à queda nos estoques dos camarões de maior interesse comercial. Esse estudo visou comparar a distribuição espaço temporal da *A. longinaris* em um intervalo de 20 anos (novembro/1988 a outubro/ 1989 e novembro/2008 a outubro/2009) na Enseada da Fortaleza, em Ubatuba, São Paulo. Em ambos os períodos os indivíduos e fatores ambientais (temperatura e salinidade da água de fundo e superfície, sedimento) foram coletados em 7 transectos. Uma RDA foi feita para relacionar os fatores ambientais com a abundância dos indivíduos. O teste de Mann-Whitney foi realizado para comparar fatores ambientais e abundância dos indivíduos entre os dois períodos. Foram coletados de 3088 espécimes no primeiro período e 1252 no segundo, não havendo diferença significativa entre os períodos ($p>0,05$). Apesar de não apontada estatisticamente houve uma redução do número de indivíduos entre os períodos. Segundo resultados da RDA, uma forte correlação negativa entre a abundância e a classe C (silte+argila) do sedimento, mostrou que o aumento desse tipo de sedimento no segundo período, pode ter contribuído para a redução do número de indivíduos. Aliado a isso, houve menores reflexos da massa ACAS nesta enseada, ocasionando uma redução do número de indivíduos. Esta massa de água reduz as temperaturas de fundo, sendo que a espécie em estudo possui uma história evolutiva vinculada a águas oceânicas frias. Além das condições do sedimento e reflexos da ACAS, a intensa atividade de pesca de arrasto de camarão na região de Ubatuba pode ter contribuído para a redução do número de indivíduos, pois como já é sabido, a pesca de arrasto é considerada uma atividade predatória e causa

desestabilização da comunidade bentônica. Em ambos os períodos a espécie se concentrou nos transectos mais profundos (I, VI e VII) onde as características ambientais eram mais favoráveis (temperatura baixa e salinidade alta). O conhecimento sobre a distribuição ecológica desta espécie é importante para que haja um manejo sustentável dos estoques pesqueiros. A Enseada da Fortaleza é desde 8 de outubro de 2008, uma Área de Proteção Ambiental (APA), que visa a preservação dessa biodiversidade. Estudos futuros poderão mostrar se o estoque do camarão *A. longinaris* está se recuperando devidos às medidas de proteção estabelecidas na região.

Palavras-chave: pesca de arrasto; APA; variáveis ambientais.

INTRODUÇÃO

A plataforma Sudeste-Sul do Brasil abriga áreas onde são encontradas espécies com características tanto de regiões tropicais quanto subantárticas, com isso essas áreas possuem uma fauna muito diversificada e são consideradas áreas de intensa transição faunística, na qual grande parte dessa biodiversidade é controlada pelas dinâmicas das massas de água (CASTRO-FILHO et al. 1987). Segundo FRANSOZO e NEGREIROS-FRANSOZO (1996) e BOSCHI (2000), a maioria das espécies de crustáceos ocorrem em regiões tropicais e subtropicais, apresentando uma significativa diminuição da diversidade em direção as regiões temperadas-frias e frias. Desta forma, o local de ocupação de um determinado organismo na natureza é reflexo de fatores ambientais ou bióticos, que atuam de forma isolada ou conjunta. Para a fauna bentônica marinha, FORNERIS (1969) observou que os fatores ambientais influenciam mais os padrões de distribuição quando comparados com os fatores bióticos.

No ambiente marinho, os camarões são fortemente influenciados pela salinidade e temperatura da água, textura e matéria orgânica no sedimento. Como os camarões peneídeos passam a maior parte da vida em contato direto com o sedimento, as características do substrato são de relevante importância no estudo de abundância e distribuição espaço-temporal desses animais (FRANSOZO et al., 2004; COSTA et al., 2005a, 2007; CASTRO et al, 2005; CASTILHO et al., 2008b). PIRES-VANIN e MATSUURA, (1993), ressalta também a importância das correntes marinhas para a composição e distribuição das comunidades de crustáceos.

Nas regiões tropicais devido a suas características ambientais favoráveis, os camarões peneídeos são considerados um importante recurso econômico na pesca comercial de crustáceos (JAYAWARDANE et al., 2003; HOSSAIN e OHTOMI, 2008). No Atlântico Ocidental, existem 95 espécies de camarões peneídeos descritos, dentre eles, 61 espécies são encontrados na costa brasileira, 20 no litoral de São Paulo e 13 na região de Ubatuba (D'INCAO, 1995 e COSTA et al., 2000).

Artemesia longinaris Spence Bate, 1888 pertence à família Penaeidae e é considerada uma espécie monotípica e endêmica das zonas costeiras do Atlântico Sul Ocidental, com sua distribuição se estendendo de Atafona no Rio de Janeiro (Brasil - 21°S) até a província de Chubut (Argentina - 43°S) (BOSCHI, 1963, 1969a, 2000; RUFFINO, 1991 e PEREZ-FARFANTE e KENSLEY, 1997). O aumento da frota pesqueira e o consequente aumento na captura do pescado brasileiro, ocasionou a diminuição dos estoques de espécies mais rentáveis (COSTA, 2000; HILSDORF & MOREIRA, 2004) como os camarões-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817), *F. paulensis* (Pérez-Farfante, 1967), camarão-branco *Litopenaeus Schmitti* (Burkenroad, 1936), e o camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (VALENTII et al., 1991a; PEREZ et al., 2001). Esse declínio nos estoques dos camarões mais rentáveis, ocasionou uma expansão na exploração dos camarões *A. longinaris* e *Pleoticus muelleri* (Spence Bate, 1888) que até então não eram tão atrativos comercialmente (D'INCAO et al. 2002; COSTA et al 2004, 2005, 2007; CASTILHO et al., 2007, 2008b).

Além do recente interesse econômico pela espécie *A. longinaris*, RUFFINO (1991) descreveu sua importância ecológica, como sendo um importante integrante da cadeia trófica marinha, servido de alimento para 16 espécies de peixes demersais e

uma espécie de lula, e suas larvas são predadas por peixes jovens da família Sciaenidae e diversas espécies de invertebrados.

O conhecimento sobre a distribuição ecológica das espécies exploradas economicamente ou que acabam sendo capturas como fauna acompanhante da pesca de arrasto, são de suma importância para que haja uma utilização racional e manutenção destes recursos. Tendo em vista a importância ecológica e a crescente exploração econômica da espécie, este trabalho comparou a distribuição espaço-temporal de *A. longinaris* correlacionando-a aos fatores ambientais (temperatura e salinidade da água e o sedimento) na Enseada da Fortaleza, litoral norte do Estado de São Paulo em dois períodos em um intervalo de 20 anos (novembro/88 a outubro/89 e novembro/08 a outubro/09).

MATERIAL E MÉTODOS

Áreas de estudo

A região de Ubatuba situada no litoral norte do Estado de São Paulo 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 $> 20^{\circ}\text{C}$; salinidade < 36), Água Tropical (AT: temperatura $> 20^{\circ}\text{C}$; salinidade > 36) e Água Central do Atlântico Sul (ACAS: temperatura $< 18^{\circ}\text{C}$; salinidade < 36) (CASTRO-FILHO et al., 1987; ODEBRECHT e CASTELLO, 2001). Durante o final da primavera e início do verão, a ACAS penetra a camada inferior da plataforma continental na região de Ubatuba, formando uma termoclina entre as profundidades de 10 a 15 m. Durante o inverno, a ACAS retrai-se em direção à quebra da plataforma, e é substituída pela AC. Como resultado, nenhuma estratificação está presente sobre o interior da plataforma continental nos meses de inverno (PIRES, 1992; PIRES-VANIN e MATSUURA, 1993). Na região de Ubatuba, o sedimento é composto, principalmente, por areia fina, muito fina e silte+argila, devido ao baixo hidrodinamismo dentro das enseadas, assim como entre as enseadas e a plataforma continental adjacente (MAHIQUES et al., 1998).

A área de estudo compreendeu a Enseada da Fortaleza que está localizada em Ubatuba, entre as latitudes de $23^{\circ}29'30''\text{S}$ e $23^{\circ}32'30''\text{S}$ recentemente estabelecida como APA (Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte - Setor Cunhambebe; Decreto n.º 53 525, 08 de outubro de 2008), nesta região a pesca comercial é proibida,

permitida apenas para subsistência das comunidades tradicionais e pesca amadora (Figura 1).

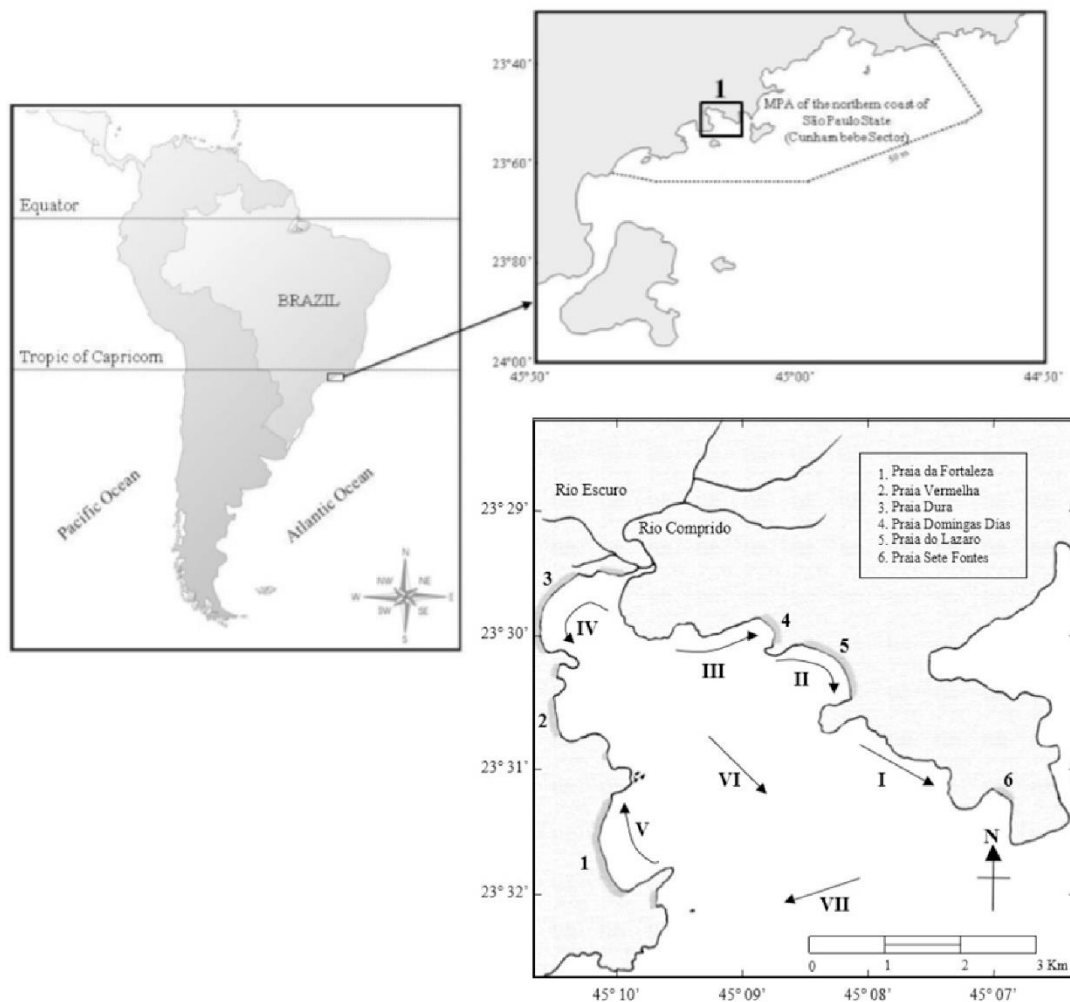


Figura 1. Mapa da região de estudo mostrando a Área de Proteção Ambiental – APA (Setor Cunhambebe) e a Enseada da Fortaleza com os transectos.

Metodologia da Coleta

Os dados foram coletados em dois períodos distintos (intervalo de 20 anos): o período 1, (novembro/1988 a outubro/1989) e período 2, (novembro/ 2008 a outubro/ 2009). A mesma metodologia foi utilizada em ambos os períodos de coleta. Amostras

de camarão foram coletados mensalmente durante os períodos 1 e 2, utilizou-se um barco de pesca camaroeiro com rede “double-rig” com 8 metros de comprimento, abertura da boca de 3 metros, 20 milímetros entrenós na panagem e 15 milímetros no ensacador. Foram estabelecidos 7 transectos dentro da Enseada da Fortaleza e cada transecto foi percorrido a uma velocidade média de aproximadamente 1,5 nós com uma extensão de 1 km. No final de cada arrasto, os camarões coletados foram transportados em caixa térmica para o laboratório onde foram identificados (de acordo com PÉREZ FARFANTE e KENSLEY, 1997 e COSTA et al., 2003). Subamostras de 250 g foram separados aleatoriamente e analisadas em todas as amostras. Em amostras de 250g ou menos, todos os indivíduos foram analisados. Após esse procedimento, os indivíduos foram contados e separados quanto ao sexo (presença de petasma nos machos e nas fêmeas télico). Durante o período 1, os camarões foram separados em três categorias demográficas: juvenis, machos adultos e fêmeas adultas. Fêmeas menores do que 13,3 mm de comprimento da carapaça e machos menores que 11,0 mm foram considerados juvenis, de acordo com o tamanho para o qual 50% da população atingiu a maturidade sexual (CASTILHO et al., 2007b).

Considerando que, no período 2, machos e fêmeas foram classificados como jovens ou adultos com base em observações macroscópicas dos caracteres sexuais secundários (petasma e télico) e estágio de maturidade de ampolas de terminais (em machos) e ovários (nas fêmeas). Para a classificação quanto ao estágio de desenvolvimento ontogenético foi seguido a metodologia adotada por NAKAGAKI e NEGREIROS-FRANSOZO (1998).

Amostragem dos fatores ambientais

Em cada transecto os fatores ambientais (temperatura de fundo e superfície, salinidade de fundo e superfície e textura do sedimento) foram amostrados. Amostras de água de fundo foram coletadas com uma garrafa de Nansen, a temperatura da água e a salinidade foram mensuradas com um termômetro de mercúrio (acurácia: 0,5°C) e um refratômetro óptico (precisão: 1 ppt), respectivamente. Amostras de sedimento foram obtidas utilizando-se um pegador de Van Veen (0,06 m²), para analisar a granulometria. As amostras foram transportadas para o laboratório e secas em estufas a 70 °C por 48 horas. Para a análise da granulometria, duas sub-amostras de 50 g foram tratadas com 250 ml de solução de NaOH (0,2 mol/l) e agitadas por 5 minutos para separar o silte e a argila das partículas. Posteriormente, as sub-amostras foram enxaguadas em uma peneira com diâmetro da malha de 0,063 mm. As categorias granulométricas seguiram o padrão americano de WENTWORTH (1922) no qual os sedimentos foram peneirados a 2 mm (para retenção do cascalho); 2,0–1,0 (areia muito grossa); 1,0–0,5 (areia grossa); 0,5–0,25 (areia média); 0,25–0,125 (areia fina) e 0,125–0,063 mm (areia muito fina). As menores partículas foram classificadas como silte e argila. As três frações mais importantes quantitativamente do tamanho do grão dos sedimentos serão definidos de acordo com HAKANSON e JANSSON (1983) e TUCKER (1988): Classe A composta por cascalho (CA), areia muito grossa (AMG), areia grossa (AG) e areia média (AM), Classe B areia fina (AF) e areia muito fina (AMF) e Classe C silte e argila (S + A).

Análise dos dados

A Análise de Componentes Principais (ACP) foi realizada utilizando as variáveis ambientais (temperatura, salinidade de fundo e classes A, B e C do sedimento) obtidas na amostra durante cada período. As variáveis ambientais foram padronizadas através do cálculo dos escores z , uma vez que cada variável geralmente tem sua própria escala (LEPS e ŠMILAUER, 2003). Os principais componentes em que a porcentagem total (cumulativo) da variação conjunto de dados representaram 70% serão selecionados. Dentro de cada componente principal selecionada, as variáveis ambientais mais relevantes serão selecionadas através da exclusão desses valores cujo valor (altovetores) for intermediário de -1 e 1 e inferior a 0,4 do valor absoluto (RAKOCINSKI et al.1996).

As premissas de homocedasticidade (teste de Levene) e normalidade (teste de Shapiro-Wilks) foram testadas. As diferenças na abundância total de *A. longinaris* e por categorias demográficas (jovens, machos adultos e fêmeas adultas) foram analisadas por transecto e mês durante cada período (Kruskal-Wallis) seguido por um teste de comparações múltiplas (Dunn, $\alpha = 0,05$). A abundância total e as categorias demográficas foram analisadas entre os dois períodos usando o teste de Mann-Whitney. As variáveis ambientais amostradas, também foram comparadas entre os dois períodos pelo teste de Mann-Whitney. A Análise de Redundância (RDA) foi utilizada para detectar possíveis relações entre as variações na abundância dos camarões e as variáveis ambientais mensuradas (temperatura de superfície e fundo, salinidade de fundo e classes A, B e C do sedimento). A RDA produz escores finais de coordenação que resumem a relação linear entre as variáveis explicativas e de resposta

(JONGMAN et al. 1995). Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software R (R Development Core Team 2015), considerando $\alpha = 0.05$ (Zar 2010). A RDA e o ajuste dos vetores ambientais (ENVIFIT) serão foram com o pacote “vegan” (OKSANEN et al. 2012).

RESULTADOS

A profundidade média na enseada da Fortaleza no período 1 foi de $8,9 \pm 3,0$ m, variando 3,5-16,0 m e no período 2 de $7,9 \pm 1,9$ m, variando 4,0-14,0 m. A profundidade média entre os períodos apresentou diferença significativa (Tabela 1). Durante os dois períodos, o transecto IV apresentou as menores médias de profundidade e o transecto VII as maiores (Figura 2). A temperatura de fundo variou de 20,0-29,5 ° C, no período 1 e de 18,0-27,5 ° C no período 2. Os transectos I e VII, localizado perto da boca da enseada de Fortaleza, apresentaram as menores médias de temperatura de fundo nos dois períodos (Figura 3a). A variação mensal da temperatura de fundo apresentou uma queda de novembro de 1988 a janeiro de 1989, um aumento em fevereiro, seguido por uma nova queda até julho de 1989. (Figura 3b). No segundo período a temperatura de fundo apresentou uma queda de novembro 2008 a dezembro 2008, aumentou até a março 2008 e nova queda de junho 2008. A menor média de temperatura de fundo foi registrada em dezembro de 2008 ($19,7 \pm 1,6$ ° C) e variação de temperatura de fundo entre os dois períodos não foi significativa (Figura 3b e Tabela 1).

A média da temperatura de superfície foi de $24,5 \pm 2,6$ ° C, variando 21,1-29,2 ° C no primeiro período, e de $24,7 \pm 2,3$ ° C variando 21,0-29,0 ° C no segundo período (Figura 4). No primeiro período, a amplitude térmica causada pela massa de água ACAS foi observada nos meses de novembro, dezembro e janeiro, enquanto que no segundo período, apenas em dezembro. A abundância da espécie, acompanhou essa variação da amplitude térmica (Figura 5).

Os valores médios de salinidade de fundo não variaram muito entre os transectos e meses durante os dois períodos de estudo. De modo geral, variaram de 30

a 38, com média $34,4 \pm 1,3$ no primeiro período e de 29 a 38 com uma média de e $34,1 \pm 1,6$ durante o segundo período. O menor valor médio de salinidade de fundo foi registrado no transecto IV. (Figura 6a). Os menores valores de salinidade de fundo foram obtidos nos meses de fevereiro de 1989 a abril de 1989 e outubro de 1989 e no segundo período em março, setembro e outubro de 2009. (Figura 6b). A salinidade de fundo não apresentou diferença significativa entre os períodos (Tabela 1). Os valores médios mensais de salinidade de superfície do período 1 variaram 29,4-35,2, com uma média de 33,2. A salinidade de superfície apresentou uma oscilação semelhante ao padrão registrado para salinidade de fundo para os meses. Em ambos os períodos, a menor média de salinidade de superfície foi em outubro. (Figura 7)

No geral, o sedimento da enseada da Fortaleza foi caracterizado com areia fina, muito fina e silte + argila em ambos os períodos de estudo. Notou-se uma drástica redução da classe A e aumento das classes B e C nos transectos I, II, V, VI e VII durante o período 2 em comparação com o período 1. Essa mudança na porcentagem das classes de sedimento teve diferença significativa entre os períodos (Figura 8 e Tabela 1).

Dentre os fatores ambientais analisados na PCA, todos tiveram resultados significativos (Tabela 2) e foram relacionados a abundância dos grupos demográficos na RDA. Houve uma correlação significativa entre os grupos demográficos de *A. longinaris* e os fatores ambientais amostrados, os dois eixos da RDA explicam juntos 97,69% da correlação. Os resultados obtidos na RDA para os grupos demográficos indicam no eixo 1 (90,53%) uma forte correlação negativa entre a abundância da espécie e a classe C do sedimento e a temperatura de fundo e uma correlação positiva

com a salinidade de fundo e a classe A (Tabela 2 e Figuras 13 e 14). No eixo 2 (7,16%), uma correlação mais fraca foi observada entre os grupos demográficos e os fatores ambientais. A temperatura de fundo e a classe A do sedimento, foram correlacionados positivamente com os jovens e as fêmeas e negativamente com os machos.

A abundância total capturada foi de 3088 espécimes de *A. longinaris* no primeiro período e 1252 no segundo, com um total de 84 arrastos por período. O total de indivíduos analisados no período 1 foram 361 jovens, 647 machos adultos e 2080 fêmeas adultas e no período 2 foram 198 jovens, 409 machos adultos e 645 fêmeas adultas. No primeiro período, apenas a abundância total diferiu estatisticamente entre os transectos ($p < 0,05$), no qual a abundância do V foi menor que a do VII (Dunn, $p < 0,05$), enquanto que no segundo período não houve diferença significativa para a distribuição da abundância total nos meses e transectos (Tabela 4). Os grupos demográficos não diferiram estatisticamente entre os transectos e meses em ambos os períodos (Tabela 4). A abundância total e os grupos demográficos não diferiram estatisticamente entre os períodos ($U=3336,0$ $p=0,54$) (Tabela 4).

Apesar de não apontada estatisticamente ($H=16,83$ $p=0,11$), a distribuição temporal da abundância total apresentou no primeiro período um pico nos meses de novembro a janeiro e outro de junho a agosto. No segundo período também não houve diferença significativa ($H=17,55$ $p=0,09$) e um único pico foi observado no mês de janeiro. Nos dois períodos não foram amostrados indivíduos em outubro, e houve uma baixa incidência nos meses de março, abril e maio (Figura 9 e Tabelas 4 e 5). Para os grupos demográficos, a maior abundância de jovens ocorreu nos meses de novembro a fevereiro do período 1 e em janeiro e fevereiro do período 2. As fêmeas apresentaram

dois picos no primeiro período, um de novembro a fevereiro e outro de junho a agosto, o segundo período apresentou apenas um pico em janeiro. Os machos de *A. longinaris* ocorreram em maior número no primeiro período nos meses de julho a agosto enquanto que no segundo período ocorreu de janeiro a fevereiro (Figura 10).

Assim como nos meses, apesar de não apontar diferença significativa, a distribuição espacial da *A. longinaris* em ambos os períodos apresentou maior abundância nos transectos I, VI e VII. No período 1 não foi encontrado nenhum indivíduo no transecto V e no período 2 foram amostrados indivíduos em todos os transectos, sendo que a menor abundância ocorreu no transecto V (Figura 11). Para os grupos demográficos, os jovens no primeiro período foram mais abundantes nos transectos I, VI e VII, e estiveram ausentes no IV e V. Para o segundo período, foram amostrados maior número de jovens apenas nos transectos I e VII, e estes estiveram ausentes nos transectos II, IV e V. Para machos e fêmeas do primeiro período, as maiores abundâncias foram registradas nos transectos I, VI e VII e no segundo período nos transectos I e VII. (Figura 12).

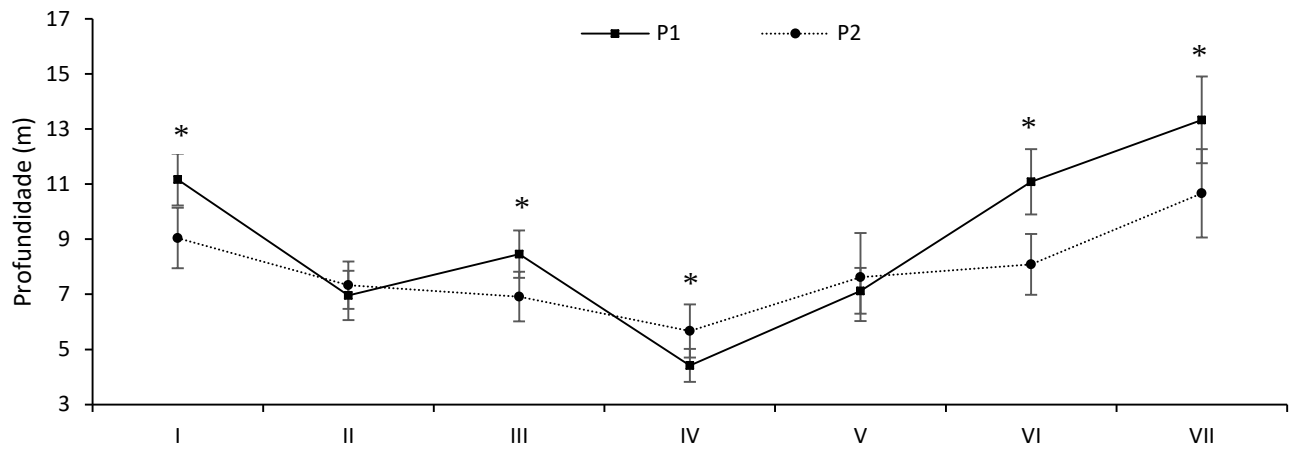


Figura 2. Profundidade média e desvio padrão registradas nos transectos nos dois períodos de estudo (P1= novembro de 1988 a outubro de 1989 e P2= novembro de 2008 a outubro de 2009) (* teste de Mann-Whitney $p < 0,05$).

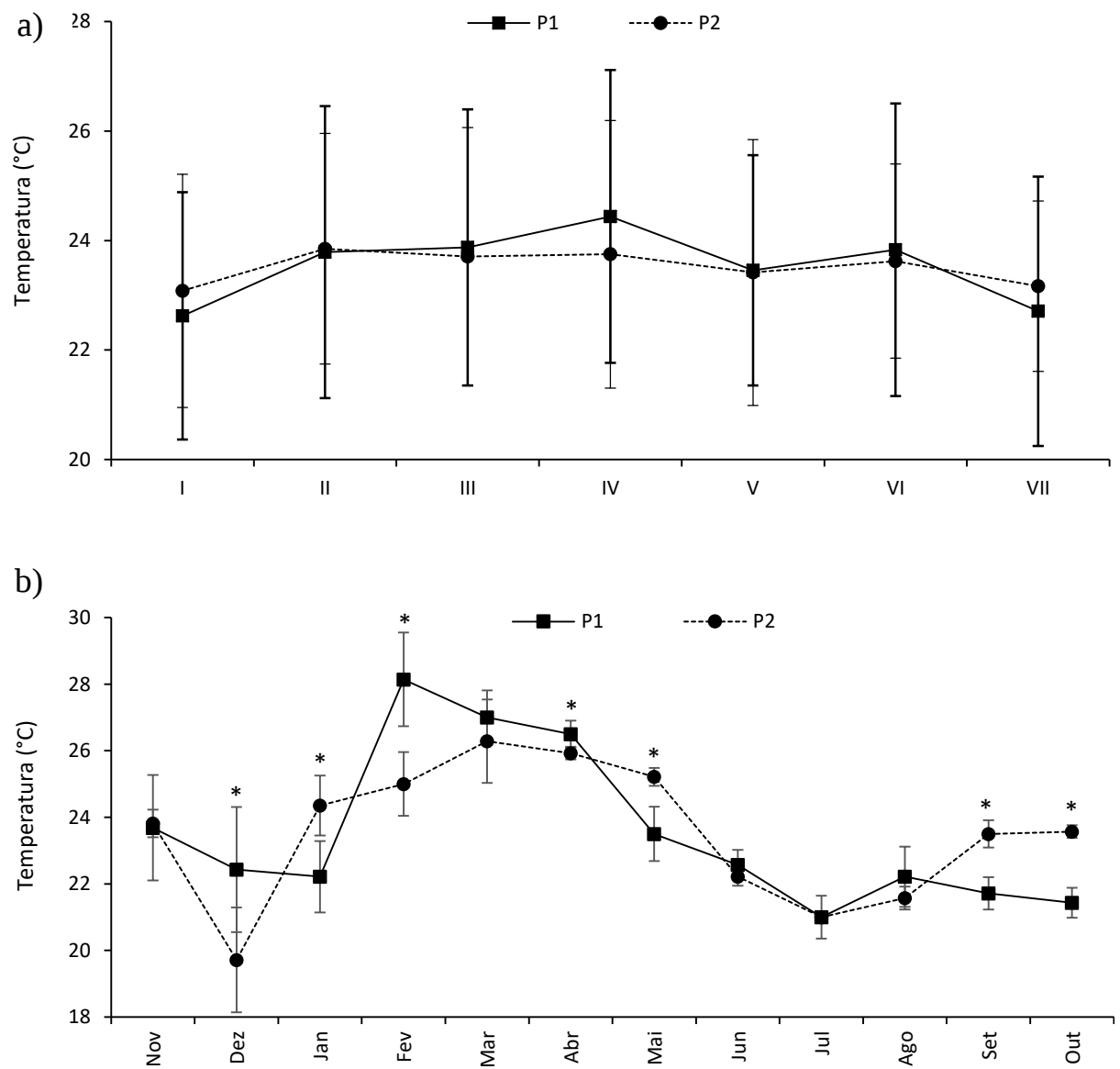


Figura 3. Média da temperatura de fundo e desvio padrão registradas nos dois períodos de estudo por transecto (a) e por mês (b) (P1= novembro de 1988 a outubro de 1989 e P2= novembro de 2008 a outubro de 2009) (* teste de Mann-Whitney $p < 0,05$).

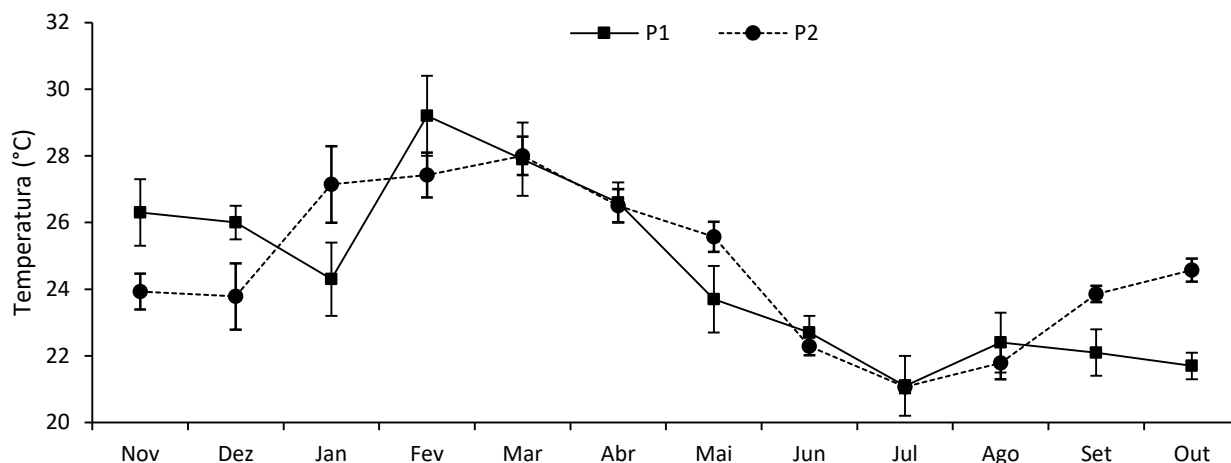


Figura 4. Média da temperatura de superfície e desvio padrão registradas nos dois períodos de estudo por mês (P1= novembro de 1988 a outubro de 1989 e P2= novembro de 2008 a outubro de 2009).

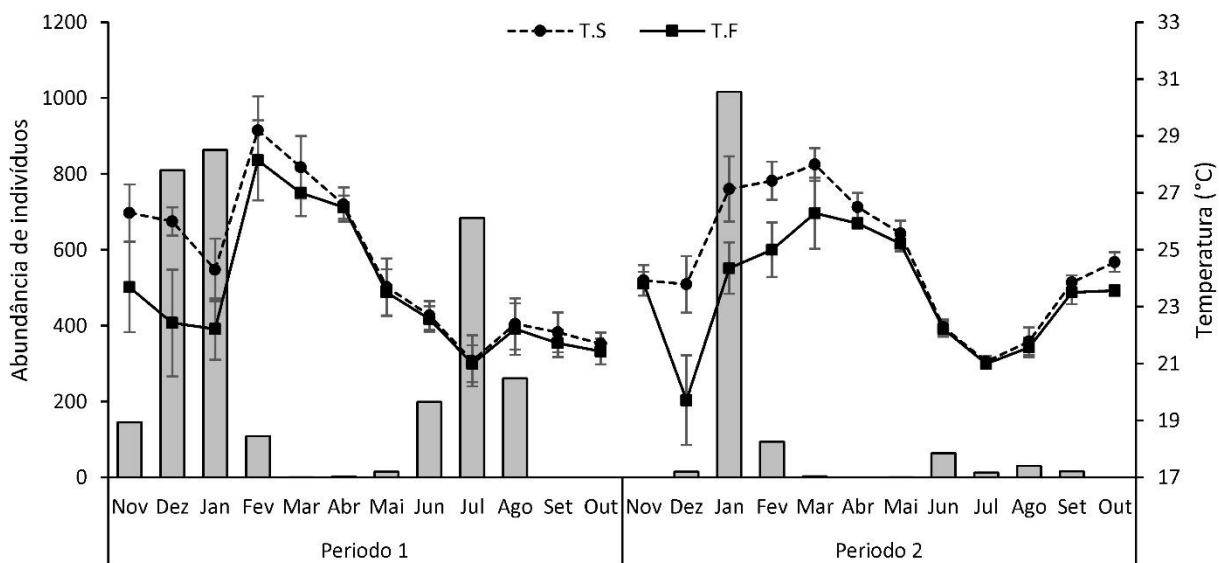


Figura 5. *Artemesia longinaris*. Abundância, temperatura de fundo (TF) e de superfície (TS) no período 1 de novembro de 1988 a outubro de 1989 e no período 2 de novembro de 2008 a outubro de 2009.

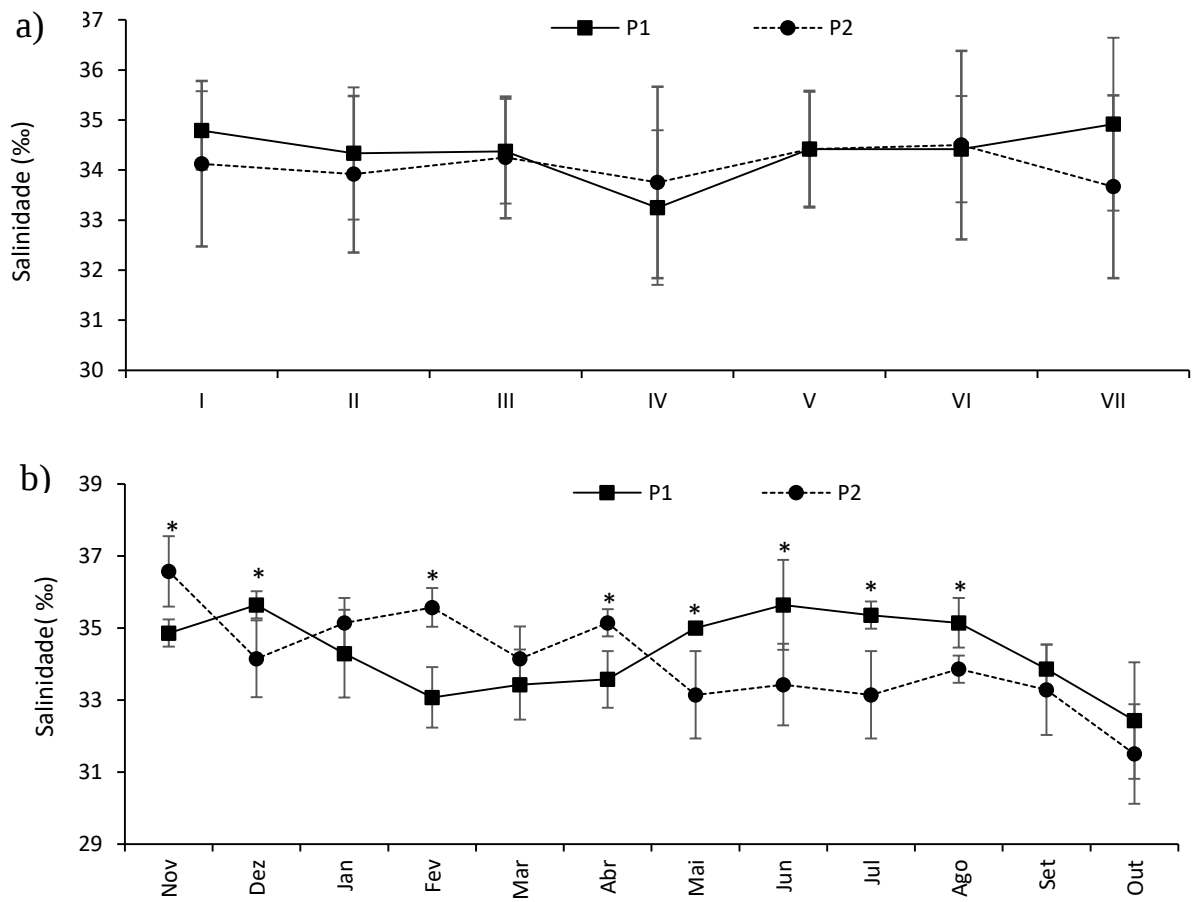


Figura 6. Média da salinidade de fundo e desvio padrão registradas nos dois períodos de estudo por transecto (a) e por mês (b) (P1= novembro de 1988 a outubro de 1989 e P2= novembro de 2008 a outubro de 2009) (* teste de Mann-Whitney $p < 0,05$).

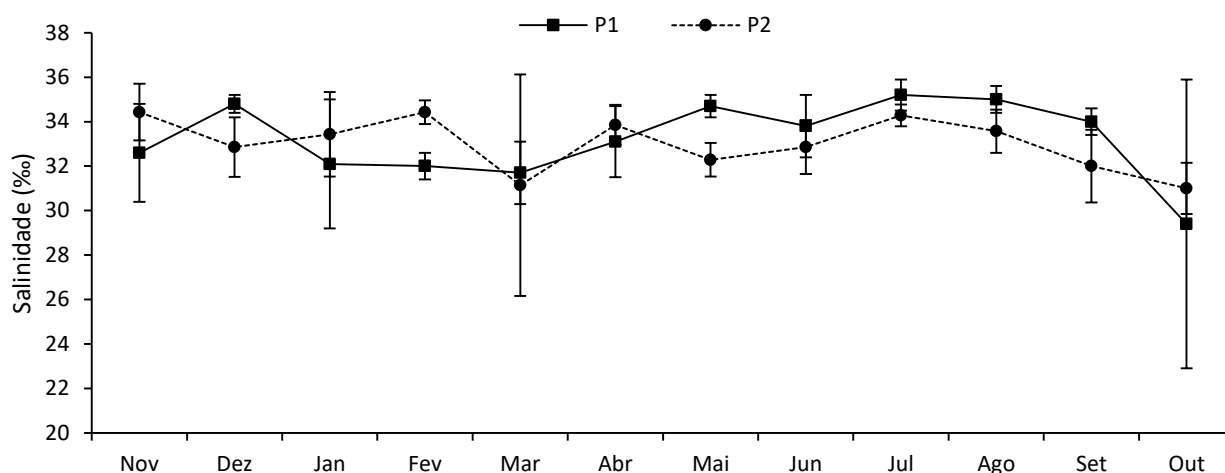


Figura 7. Média da salinidade de superfície e desvio padrão registradas nos dois períodos de estudo por transecto e por mês (P1= novembro de 1988 a outubro de 1989 e P2= novembro de 2008 a outubro de 2009).

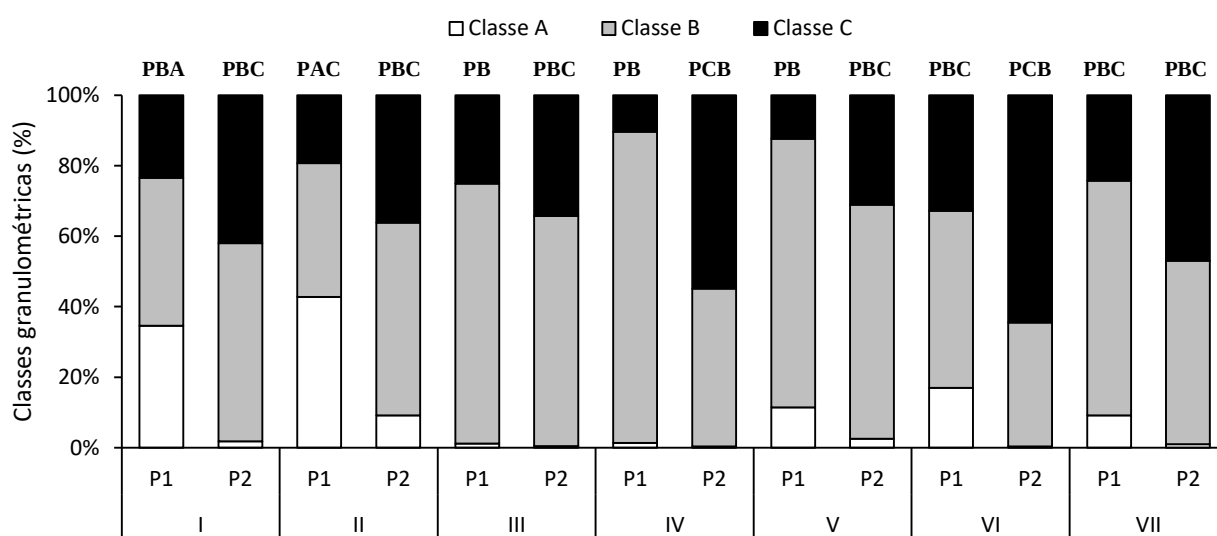


Figura 8. Porcentagens das classes granulométricas em cada transectos nos dois períodos de estudo. (P1= novembro de 1988 a outubro de 1989 e P2= novembro de 2008 a outubro de 2009). A: classe A (cascalho, areia muito grossa, grossa e média). B: classe B (areia fina e muito fina). C: classe C (silte + argila). (PBA= predomínio de B sobre A; PBC= predomínio de B sobre C; PAC= predomínio de A sobre C; PB= predomínio de B; PCB= predomínio de C sobre B).

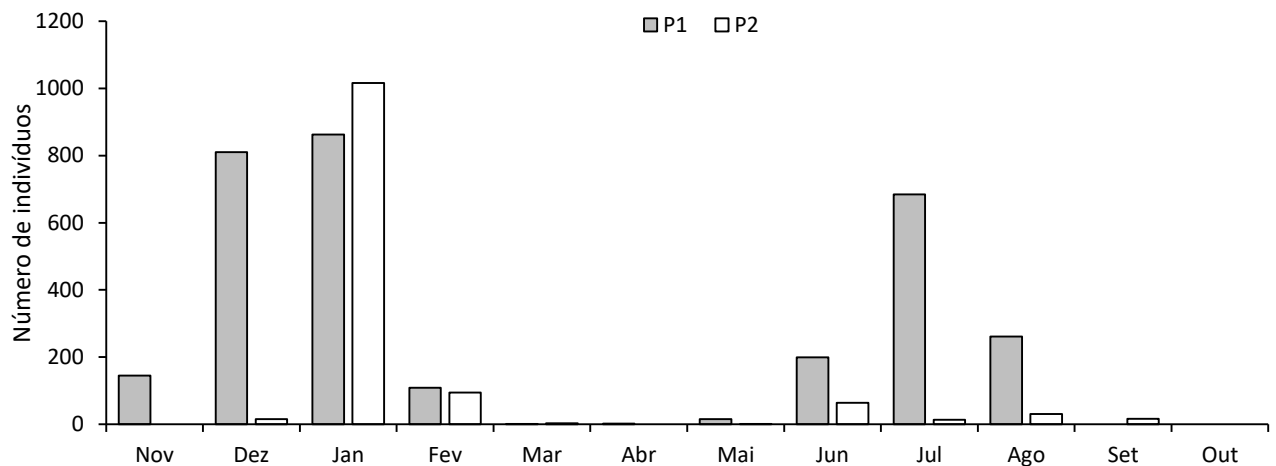


Figura 9. *Artemesia longinaris*. Abundância total por mês nos dois períodos amostrados (P1= novembro de 1988 a outubro de 1989 e P2= novembro de 2008 a outubro de 2009).

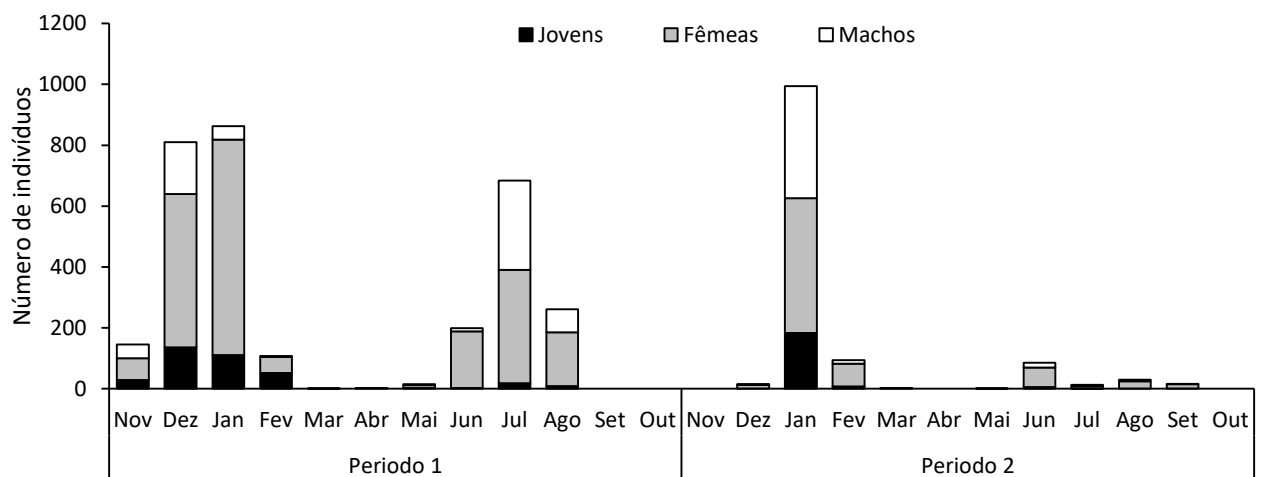


Figura 10. *Artemesia longinaris*. Abundância temporal dos grupos demográficos nos dois períodos amostrados.

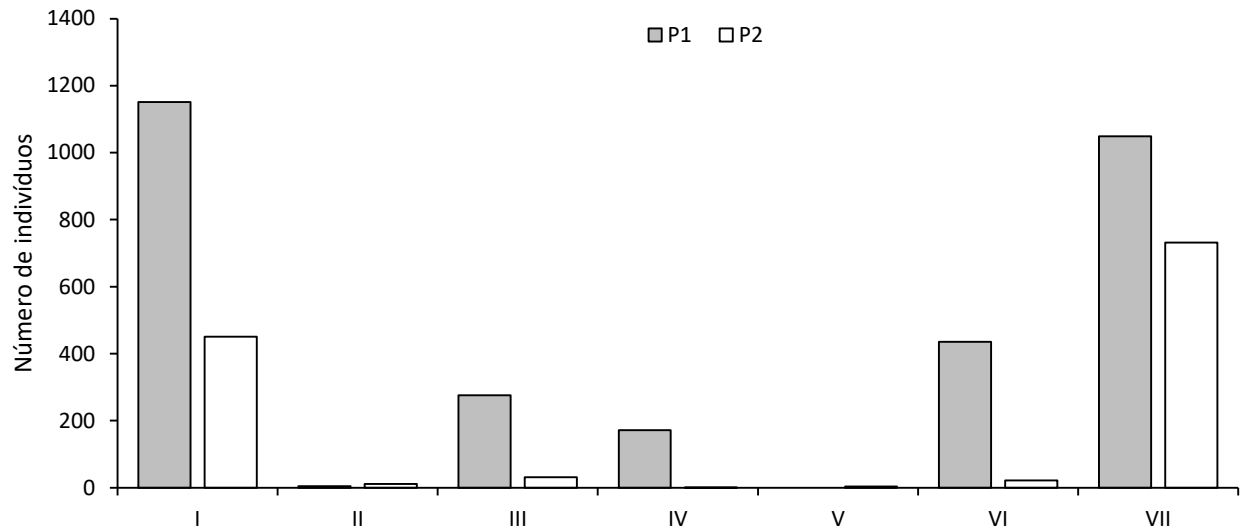


Figura 11. *Artemesia longinaris*. Abundância total por transecto em ambos períodos amostrados. (P1= novembro de 1988 a outubro de 1989 e P2= novembro de 2008 a outubro de 2009).

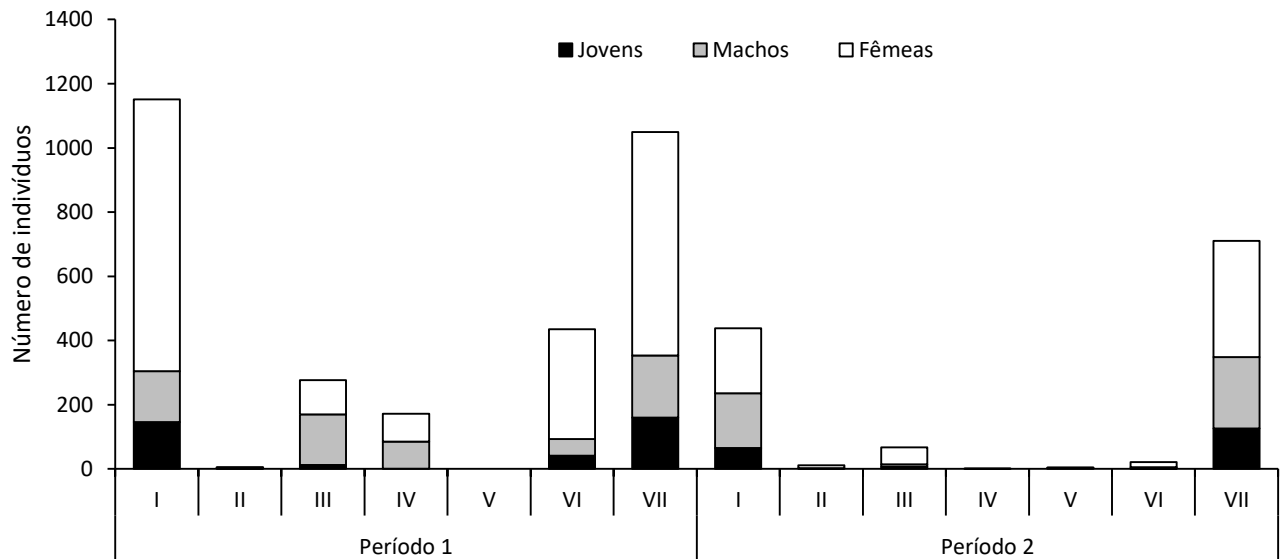


Figura 12. *Artemesia longinaris*. Abundância espacial dos grupos demográficos nos dois períodos amostrados.

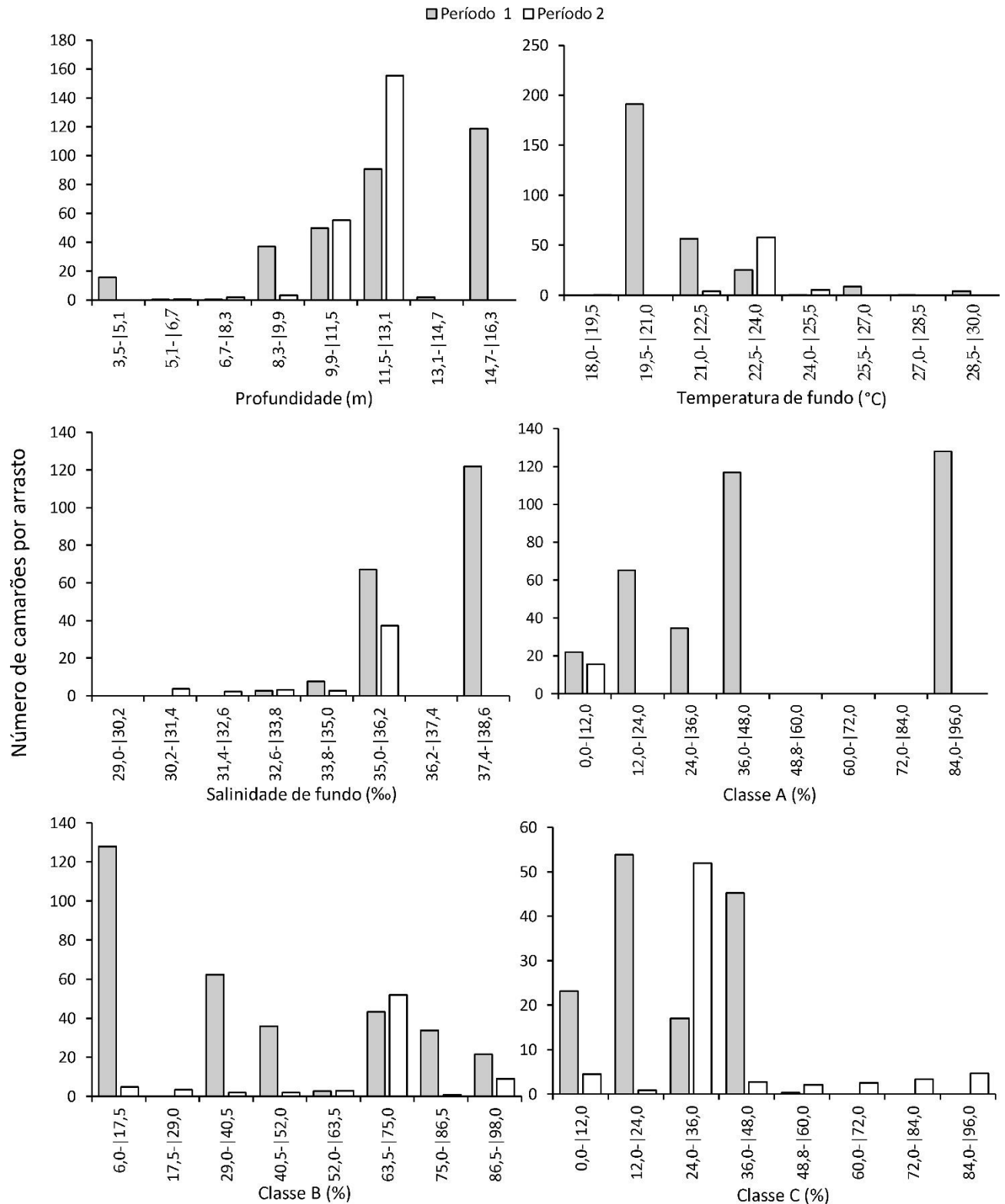


Figura 13. *Artemesia longinaris*. Número médio de camarões por arrasto nas classes dos fatores ambientais amostrados no período 1 de novembro de 1988 a outubro de 1989 e no período 2 de novembro de 2008 a outubro de 2009.

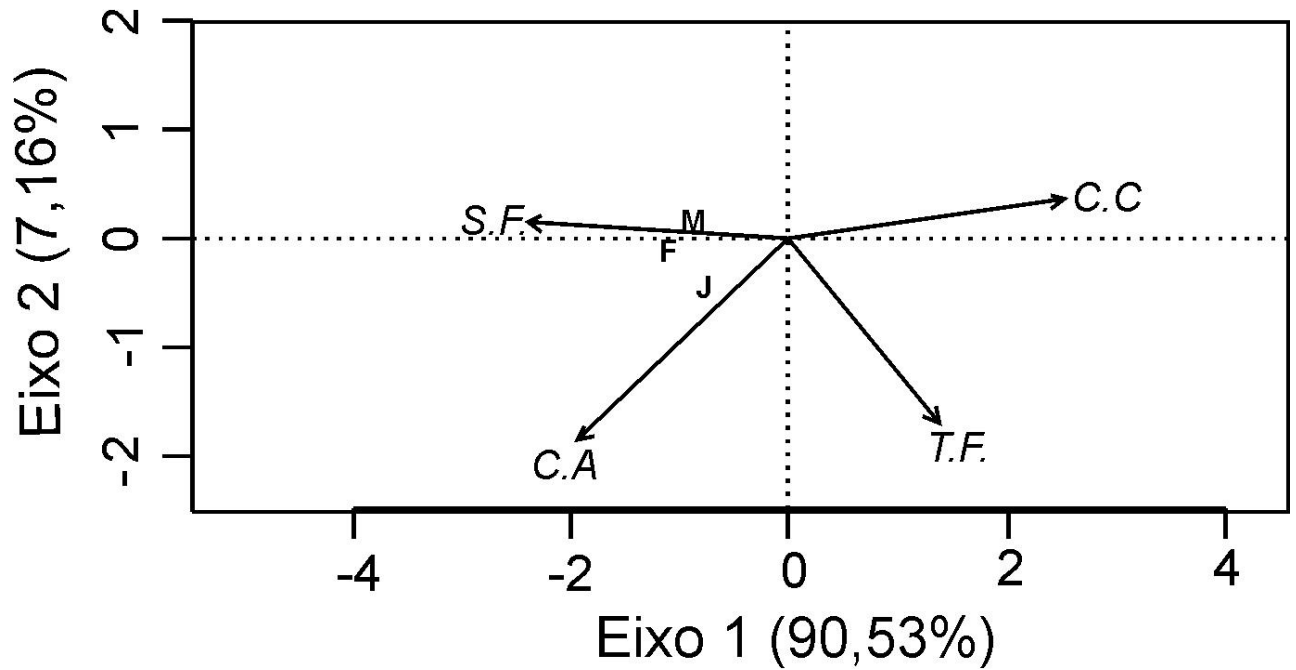


Figura 14. *Artemesia longinaris*. Análise de Redundância (RDA) da matriz de abundância de grupos demográficos (J= Juvenis, M = Machos adultos, F = Fêmeas adultas) e a matriz de dados ambientais (TF = Temperatura de Fundo, S.F. = Salinidade de fundo, Classe A, Classe B e Classe C) amostradas no estudo para a Ensedada da Fortaleza nos dois períodos de estudo.

Tabela 1. Resultado do teste de Mann-Whitney entre os dois períodos para as variáveis analisadas (* $p < 0,05$).

	U	p
Profundidade	2804.5	0.02*
Temperatura de fundo	3273.0	0.42
Salinidade de fundo	3119.0	0.19
Classe A	1242.0	0.01*
Classe B	2673.0	0.01*
Classe C	1074.0	0.01*

Tabela 2. Resumo estatístico dos eixos gerados pela Análise de Componentes Principais (PCA). * Coeficientes com valores modulares iguais ou superiores a 0,4 são considerados ecologicamente importantes (ver Rakocinski et al.1996).

	PC 1	PC 2	PC3
Autovalor	1.794	1.464	1.092
% Explicação	29.9	24.4	18.2
Temperatura de fundo	0.107	0.121	0.725*
Salinidade de fundo	0.077	0.229	0.667*
Classe A	0.583*	0.423	0.057
Classe B	0.522*	0.319	0.090
Classe C	0.110	0.756*	0.114

Tabela 3. Resumo dos resultados da Análise de Redundância (RDA). * Coeficientes com valores modulares iguais ou superiores a 0,4 são considerados ecologicamente importantes (ver Rakocinski et al.1996).

	Eixo 1	Eixo 2
Autovalor	0.143	0.028
%Explicação	78,75	15,94
Jovens	-0.718	-0.335
Machos	-0.835	0.272
Fêmeas	-1.070	0.011
Temperatura de fundo	0.380	-0.667*
Salinidade de fundo	-0.735*	-0.081
Classe A	-0.527*	-0.734*
Classe B	0.054	0.410*
Classe C	0.771*	-0.133

Tabela 4. *Artemesia longinaris*. Resultado da análise de variância para a abundância total e para os grupos demográficos por transecto e por meses durante cada período (Kruskal-Wallis) e entre os períodos (Mann-Whitney). (P1= novembro de 1988 a outubro de 1989 e P2= novembro de 2008 a outubro de 2009; N total= abundância total; G.L. = grau de liberdade; H= resultados do teste de Kruskal-Wallis; U= resultados do teste de Mann-Whitney). *p<0,05

		H						p		
		G.L	N total	Jovens	Machos	Fêmeas	N total	Jovens	Machos	Fêmeas
P1	Transectos	6	18,24	11,84	15,23	15,94	0,01*	0,07	0,05	0,05
	Meses	11	16,83	12,47	14,22	14,89	0,11	0,33	0,22	0,18
P2	Transectos	6	14,27	3,22	7,60	13,18	0,05	0,78	0,26	0,05
	Meses	11	17,55	5,49	14,21	17,88	0,09	0,91	0,22	0,08
		U						p		
P1 X P2			3336,0	2930,0	3274,0	3405,5	0,54	0,06	0,42	0,69

Tabela 5. *Artemesia longinaris*. Abundância total dos indivíduos coletados nos meses, estações e transectos amostrados nos dois períodos de estudo.

Meses	Transectos							Total
Período 1	I	II	III	IV	V	VI	VII	Mês
Novembro	2	0	0	0	0	0	143	145
Dezembro	580	0	0	0	0	32	198	810
Janeiro	384	0	7	0	0	100	372	863
Fevereiro	61	0	0	0	0	17	30	108
Março	0	0	0	0	0	0	1	1
Abril	0	0	0	0	0	0	2	2
Maio	11	4	0	0	0	0	0	15
Junho	40	0	2	0	0	35	122	199
Julho	73	1	267	172	0	62	109	684
Agosto	0	0	0	0	0	189	72	261
Setembro	0	0	0	0	0	0	0	0
Outubro	0	0	0	0	0	0	0	0
Total período 1	1151	5	276	172	0	435	1049	3088
Meses								
Período 2	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Novembro	0	0	0	0	0	0	0	0
Dezembro	2	0	0	0	0	0	13	15
Janeiro	390	0	0	0	1	16	609	1016
Fevereiro	6	0	0	0	1	0	87	94
Março	0	0	0	0	0	0	3	3
Abril	0	0	0	0	0	0	0	0
Maio	1	0	0	0	0	0	0	1
Junho	17	6	18	1	2	6	14	64
Julho	7	0	4	0	0	0	2	13
Agosto	18	1	9	0	0	0	2	30
Setembro	10	4	0	0	0	0	2	16
Outubro	0	0	0	0	0	0	0	0
Total período 2	451	11	31	1	4	22	732	1252
TOTAL	1062	16	307	173	4	456	1781	4340

DISCUSSÃO

As variáveis ambientais, assim como a abundância de *A. longinaris* mostraram relevantes alterações ao longo de um intervalo de 20 anos na Enseada da Fortaleza. As alterações nas variáveis ambientais analisadas, podem ter sido causadas por atividade antrópica (crescimento urbano, turismo e intensa exploração dos recursos naturais) ou por fenômenos naturais (El Niño, La Niña e processos hidrodinâmicos) e tiveram reflexo direto na abundância desta espécie. Houve uma redução da profundidade dos transectos na Enseada da Fortaleza ao longo dos 20 anos, causada por um processo de sedimentação no qual resultou em uma enseada com sedimento composto por grãos mais finos e menos heterogêneo no segundo período.

Dentre as causas antrópicas da sedimentação da enseada, a urbanização (KATSANEVAKIS et al, 2011) que ocorreu nas praias desta enseada podem ter contribuído para esse fato. De acordo com MUEHE (2006), 80% das causas da erosão na costa do Brasil são atribuídos aos impactos relacionados à urbanização, que tem consequências diretas no fluxo de sedimentos. Na região de estudo houve também nesse intervalo, a construção de uma nova ponte sobre os rios Escuro e Comprido conectando a cidade de Ubatuba e Caraguatatuba, o que pode ter também contribuído para o fluxo de sedimento para dentro da Enseada da Fortaleza

Em relação aos fenômenos naturais que podem ter contribuído para tal sedimentação, estão circulação das massas de águas, correntes de maré, processos hidrodinâmicos (MAHIQUES et al, 2002, 2004, 2005, 2010; CONTI et al, 2012). De acordo com GYLLENCREUTZ et al. (2010), a plataforma sudeste do Brasil é muito suscetível a um sistema de vento, que compreende a Corrente do Brasil que flui para

o sul e a Corrente Costeira Brasileira (CCB) que flui para o norte. A confluência destes dois principais sistemas próximo a latitude 24° S implica em uma importante influência no transporte de sedimentos ao longo da plataforma sudeste brasileira (GYLLENCREUTZ et al., 2010). Ainda segundo este autor, durante intensos eventos do El Niño-Oscilação Sul (ENOS) e da La Niña-Oscilação Sul (LNOS), as partículas de sedimentos finos depositados no Rio La Plata, são ressuspensas e carregadas ao longo da costa sudeste do Brasil pela CCB, resultando em uma contribuição elevada de grãos mais finos para o norte (GYLLENCREUTZ et al, 2010; MAHIQUES et al, 2010). Vale ressaltar que durante o intervalo entre os dois períodos de estudo, foram observados alguns eventos de El Niño (1990-1993 e 1997-1998) e La Niña (1988-1989 e 2007-2008) (CPTEC, 2012; NOAA, 2012).

Portanto, a sedimentação observada durante o segundo período, provavelmente seja resultado de uma combinação de processos naturais associado a atividades antrópicas no intervalo de 20 anos. As mudanças nas características do sedimento, associada aos outros fatores ambientais, causaram impactos negativos na abundância da *A. longinaris* nesta enseada, pois houve uma redução do número de indivíduos no segundo período.

Para a distribuição espacial em ambos os períodos a espécie foi mais abundante nos transectos mais profundos, onde as principais condições ambientais que modulam sua distribuição foram mais favoráveis. Segundo COSTAS et al. (2005), a temperatura da água, salinidade e textura do sedimento podem ser considerados fatores chaves na distribuição ecológica da *A. longinaris*, isso corrobora com os resultados encontrados

neste estudo no qual uma alta abundância desta espécie foi amostrada em áreas com substratos de areia fina e muito fina, alta salinidade e baixas temperaturas.

A sedimentação que ocorreu na enseada da Fortaleza parece ter contribuído para a redução do número de indivíduos entre os períodos estudados. A forte correlação negativa apontada pela RDA mostra que o aumento da classe C no sedimento influenciou na redução do número de indivíduos. No primeiro período os principais pontos de ocorrência da *A. longinaris* eram compostos por um sedimento mais heterogêneo, enquanto que no segundo período, houve uma redução da classe A e aumento da classe C (silte+argila) no sedimento. Embora diversos autores (DALL et al, 1990; COSTA et al, 2000, 2005a, 2007; FRANSOZO et al, 2004; COSTA e FRANSOZO, 2004; CASTILHO et al, 2008b; SIMÕES et al, 2010; FREIRE et al, 2011; HIROKI et al, 2011), ressaltem a importância do sedimento fino na distribuição de diversas espécies de camarões peneideos, provavelmente devido ao seu comportamento de se enterrar, WILLIAMS (1984) sugeriu que as espécies escolhem seus habitats não apenas pelos locais de mais fácil enterramento, mas também em locais onde sua capacidade respiratória não seja prejudicada. Substrato composto apenas por sedimento muito fino, com grande quantidade de silte+argila, atrapalha o rápido bombeamento para as brânquias, fazendo com que algumas espécies prefiram sedimentos mais heterogêneos. Esse comportamento na escolha de habitat também foi constatado para algumas espécies de *Farfantepenaeus spp* (FURLAN et al, 2013). De acordo com os três modelos de enterramento propostos por PENN (1984), *A. longinaris* enquadra-se no tipo 2, ou seja, permanece enterrado durante o dia (podendo emergir ocasionalmente) e é ativo geralmente durante toda a noite. A redução na ocorrência

da *A. longinaris* nesta enseada, parece ter sido influenciada por esse aumento do silte+argila no sedimento.

Associado a isso, a relação positiva entre a abundância dos grupos demográficos e a salinidade apontada pela RDA, indica a preferência da espécie por áreas mais profundas (transectos I, VI e VII) onde a salinidade é maior, pois como já se sabe, esta espécie possui um ciclo de vida do tipo III como proposto por DALL et al. (1990). Neste tipo de ciclo de vida, as espécies estão restritas a ambientes verdadeiramente marinho, com os indivíduos migrando para áreas offshore durante sua ontogenia. Segundo SHMIDT-NIELSEN (2002), organismos com este ciclo de vida são classificados como estenoalinos, por apresentarem uma tolerância limitada às variações na salinidade da água. A salinidade é um fator chave na distribuição de *A. longinaris*, o presente estudo encontrou maior abundância em salinidades entre 35 e 38. BOSCHI (1969a, b), NASCIMENTO (1981), RUFFINO (1991), FRANSOZO et al. (2004); COSTA et al. (2005) encontraram resultados semelhantes com maior abundância em locais com salinidades superiores a 34. O padrão de distribuição para os grupos demográficos acompanhou a distribuição espacial da abundância total da população.

A distribuição temporal em ambos os períodos parece ser modulada principalmente pela temperatura de fundo e salinidade da água, pois a espécie foi mais abundante nos meses os quais a temperatura de fundo foi menor e a salinidade maior. Esse resultado corrobora com o proposto por DALL et al., (1990), BOSCHI (1969a, b), NASCIMENTO (1981), RUFFINO (1991), FRANSOZO et al. (2004), que a distribuição dos camarões peneídeos é modulada pela temperatura e com o proposto por COSTA e FRANSOZO, (2004) e COSTA et al. (2005) que o camarão *A. longinaris* é encontrado

em maiores salinidades. Em ambos os períodos o mês de outubro apresentou baixa valores de salinidade, como consequência, nenhum indivíduo foi capturado nesse mês. O primeiro pico de abundância ocorreu nos meses referentes ao fim da primavera e início do verão, pois nesse período a região sobre influência das características contidas na massa de água ACAS. Esse resultado também foi encontrado por SANCINETTI et al (2014) em Macaé -RJ. Segundo CASTRO-FILHO et al. (1987) a massa de água ACAS além de transportar águas frias, transporta também muitos nutrientes. No fim da primavera início do verão, verifica-se uma estratificação na coluna de água pela intrusão da ACAS, que devido ao movimento ciclônico de corrente superficial, atinge camadas mais superficiais. Essa movimentação de massas de água até a zona eufótica, proporciona o crescimento fitoplânctônico, que é a base da cadeia trófica marinha, produzindo assim grande quantidade de alimento (PIRES-VANIN et al., 1993; De LEO e PIRES-VANIN, 2006).

Aliado a isso, o aumento do número de indivíduos durante o fim da primavera e início do verão em ambos os períodos, corrobora com o proposto por COSTA et al (2005) que a chegada dessa massa de água causa a migração de espécies como a *A. longinaris* e o *P. muelleri* para o litoral norte de São Paulo. De acordo com DALL et al. (1990), a *A. longinaris* é um camarão com grande capacidade migratória que utiliza de correntes marinhas para chegar em novos ambientes. Além da *A. longinaris*, espécies como o siri *Achelous spinicarpus* e dos caranguejos *Leurocyclus tuberculosus* (H. Milne Edwards & Lucas, 1843) e *Stenocionops spinosissima* (Saussure, 1857) também apresentam picos de abundância com a intrusão da ACAS na região (CASTRO-FILHO et al., 2003). Já o segundo pico ocorreu de junho a agosto, possivelmente devido as

baixas temperaturas de fundo e ao aumento da produtividade primária que segundo De LEO e PIRES-VANIN (2006) é causada pelas mudanças do vento. Esse padrão de aumento de produtividade primária durante o inverno foi registrado por SUMIDA et al (2005) na plataforma extrena de Cabo Frio no qual o autor atribuiu o aumento dos níveis de clorofila *a* a uma ressurgência. Essa condição também foi mencionada por SANCINETTI et al. (2015) em Macaé-RJ. Segundo PIRES (1992), COSTA et al (2005) e BATISTA et al. (2011), os camarões *A. longinaris* e *P. muelleri* podem ser considerados espécies indicadoras de águas frias.

A massa de água ACAS, parece ser um importante fator modulador da ocorrência da *A. longinaris* na Enseada da Fortaleza, a redução do número de indivíduos durante o segundo período pode ser também uma consequência de menores reflexos das características ambientais produzidas pela ACAS nesta enseada. O mecanismo de transporte da ACAS na camada mais profunda não depende apenas do encontro desta com as Águas Costeiras (AC) na camada mais superficial, mas também da ação dos ventos que pode influenciar no poder de penetração na costa (CASTRO-FILHO et al 1987).

No primeiro período os reflexos produzidos pela ACAS puderam ser observados durante os meses de novembro, dezembro e janeiro, no qual foi possível observar como consequência, uma maior abundância de *A. longinaris*, enquanto que no segundo período, observou-se os reflexos da ACAS apenas no mês de dezembro, justificando assim a abundância em janeiro. Apesar da ACAS ter produzido a menor média temperatura de fundo no mês de dezembro de 2008, as condições produzidas

por essa massa de água puderam ser percebidas apenas neste mês, o que pode ter refletido em uma menor abundância no segundo período.

Resultados de SANCINETTI et al. (2014), mostraram que em períodos que a massa de água ACAS chega na região de Macaé, o camarão *A. longinaris* chegou em profundidades menores (15 metros), em contrapartida, durante sua retração, a espécie só foi amostrada em maiores profundidades (25 metros) onde a temperatura era mais favorável. Isso pode reforçar a hipótese de que os menores reflexos produzidos pela ACAS no segundo período, acarretou em uma menor abundância de *A. longinaris* dentro da Enseada da Fortaleza, pois as condições (temperatura mais fria) em maiores profundidades provavelmente estavam mais favoráveis. ALLMON (2001) observou que o sucesso ou declínio de uma determinada espécie pode ser determinado por alterações no ambiente (tempestades, sedimentação, invasão de predadores, restrições de alimentos e habitats). Segundo CLARKE et al. (1993) a estrutura de uma comunidade pode mudar com o aumento da temperatura da água e com alterações no substrato.

Outro fato que pode ter contribuído para a redução da abundância da espécie, é a grande exploração da região de Ubatuba pela pesca de camarão, como já se sabe a pesca de arrasto é considerada predatória e causa a desestabilização das comunidades bentônicas (RUFFINO e CASTELLO, 1992; BRANCO e FRACASSO, 2004). Variações nos padrões de abundância e distribuição causados pela pesca de arrasto também são citados por KAISER et al., (2002). Esse constante impacto nas comunidades bentônicas, em especial ao camarão deste estudo *A. longinaris* pode ter contribuído juntamente com os demais fatores já mencionados para a redução da abundância da espécie.

O período de defeso parece não estar protegendo a espécie *A. longinaris*, pois nenhum pico foi observado após o período de fechamento da pesca de 1 de março a 31 de maio (Instrução Normativa N° 189 de 23 de setembro de 2008). Além do defeso, a enseada da Fortaleza está inserida na APA do setor de Cunhambebe (Proclamação n° 53.525, 08 de outubro de 2008). Essa APA foi implantada no final do segundo período de coleta deste estudo, com isso, ainda não foi possível observar os reflexos dessa medida na abundância da espécie *A. longinaris*.

Neste trabalho, a redução na abundância do camarão barba-ruça no intervalo de 20 anos pode ter sido consequência das mudanças no sedimento (com o aumento do silte+argila), menores reflexos produzidos pela ACAS na enseada da Fortaleza no segundo período e a intensa atividade de pesca de arrasto que existe da região de Ubatuba. Estudos futuros na região podem trazer respostas mais claras sobre as consequências da implantação da APA para a proteção do camarão barba-ruça e da biodiversidade da região de Ubatuba.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A.N. 1955 Contribuições à geomorfologia do litoral paulista. *Rev. Bras. Geogr.*, 17: 3-37.
- ALLMON, W. D. 2001 Nutrients, temperature, disturbance, and evolution: a model for the late Cenozoic marine record of the western Atlantic. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 166(1): 9-26.
- BATISTA, A.C.; SIMÕES, S.M.; LOPES, M.; COSTA, R.C.D. 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.
- BOSCHI, E.E. 1963 Los camarones comerciales de la familia Penaeidae de la costa Atlantica de America del Sur. *Boletim do Instituto de Biologia Marinha*, 3: 1-39.
- BOSCHI, E.E. 1969a Estudio biológico pesquero del camarón *Artemesia longinaris* Bate, 1888. de Mar del Plata. *Boletim do Instituto de Biologia Marinha*, 18: 1-47.
- BOSCHI, E.E. 1969b Crecimiento, migración y ecología del camarón comercial *Artemesia longinaris* Bate, 1888, de Mar del Plata. *FAO Fisheries Report.*, 57(3): 833-846.
- BOSCHI, E.E. 2000 Species of decapod crustaceans and their distribution in the marine zoogeographic provinces. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero.*, 13: 7-136.
- BRANCO, J.O.; FRACASSO, H.A.A. 2004 Ocorrência e abundância da carcinofauna acompanhante na pesca do camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* Heller (Crustacea, Decapoda), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Rev. Bras. Zool.*, 21(2): 295-301.
- 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.; PIE, M.R.; FRANSOZO, A.; PINHEIRO, A.P.; COSTA, R. C. 2008 The relationship between environmental variation and species abundance in shrimp community (Crustacea: Decapoda: Penaeoidea) in south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 88(01), 119-123.

- 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.
- 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.
- CASTRO-FILHO, B. M.; BRANDINI, F.; PIRES-VANIN, A. M. S. 2003 Costa norte e sul concentram potencial pesqueiro. *Scientific American Brasil*, 12: 32-41.
- CLARKE, A. 1993 Egg size and egg composition in polar shrimps (Caridea; Decapoda). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 168(2): 189-203.
- CONTI, L.A.; ARAUJO, C.A.S.; PAOLO, F.S.; BARCELLOS, R.L.; RODRIGUES, M.; MAHIQUES, M.M.; 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.; FRANSOZO, A.; MANTELATTO, F.L.M.; CASTRO, R.H. 2000 Occurrence of shrimp species (Crustacea: Decapoda: Natantia: Penaeidea and Caridea) in Ubatuba Bay, Ubatuba, SP, Brazil. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 113(3): 776-781.
- 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.
- COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; PINHEIRO, A.P. 2004 Ecological distribution of the shrimp *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Decapoda: Penaeoidea) in southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, 529(1-3): 195-203.
- COSTA, R.C. e FRANSOZO, A. 2004. Abundance and ecologic distribution of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Crustacea: Penaeidae) in the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Journal of Natural History*, 38: 901-912.d1

- COSTA, R.C., FRANSOZO, A., CASTILHO, A.L.; FREIRE, F.A. 2005 Annual, seasonal and spatial variation of abundance of the shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea) in south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 85(01): 107-112.
- COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; FREIRE, F.A.; CASTILHO, A.L. 2007 Abundance and Ecological Distribution of the "Sete-Barbas" Shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda: Penaeoidea) in Three Bays of the Ubatuba Region, Southeastern Brazil. *Gulf and Caribbean Research*, 19(1): 33-41.
- CPTEC 2012 Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. <http://enos.cptec.inpe.br>. Accessed 10 May 2012.
- D'INCAO, F. 1995 Taxonomia, padrões distribucionais e ecológicos dos Dendrobranchiata (Crustacea: Decapoda) do litoral brasileiro. 1995. 365 f. Tese (Doutorado em zoologia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), Brasil.
- D'INCAO, F.; VALENTINI, H.; RODRIGUES, L. F. 2002 Avaliação da pesca de camarões nas regiões sudeste e sul do Brasil. *Atlântica*, 24 (2): 103-116.
- 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.
- De LEO, F.C. e PIRES-VANIN, A.M.S., 2006. Benthic megafauna communities under the influence of the South Atlantic Central Water intrusion onto the Brazilian SE shelf: a comparison between an upwelling and a non-upwelling ecosystem. *Journal of Marine Systems*, 60 (3-4): 268-284.
- FORNERIS, L. 1969. Fauna bentônica da Baía do Flamengo, Ubatuba. Aspectos ecológicos. USP São Paulo, 215 pp. (Tese de Doutorado).
- FRANSOZO, A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. 1996 Crustacea Decapoda from Brazilian Coastal, 275-287, In: BICUDO, C.E.; MENEZES, M.N.A. (eds) *Biodiversity in Brazil: A first approach*, CNPq, São Paulo, 326p.
- FRANSOZO, A.; COSTA, R.C.; CASTILHO, A.L.; MANTELATTO, F.L. 2004 Ecological Distribution of the Shrimp "Camarão Serrinha" *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeidea) 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.; FRANSOZO, V. 2011 Environmental substrate selection and daily habitual activity in *Xiphopenaeus kroyeri* shrimp (Heller, 1862) (Crustacea: Penaeoidea). *Indian Journal of Geo-Marine Science*, 40(3): 325–330.
- FURLAN, M.; CASTILHO, A.L.; FERNANDES-GOES, L.C.; FRANSOZO, V.; BERTINI, G.; COSTA, R.C. 2013. Effect of environmental factors on the abundance of decapod crustaceans from soft bottoms off southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 85(4): 1345-1356.
- GYLLENCREUTZ, R.; MAHIQUES, M.M.; ALVES, D.V.P.; 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.
- HÅKANSON, L.; JANSSON, M. 1983 *Principles of Lake Sedimentology*. Springer-Verlag, Berlin
- HILSDORF, A.; MOREIRA, R. 2004 Aquicultura retoma desafios da revolução verde. *Scientific American*, 24-29.
- HIROKI, K.A.N.; FRANSOZO, A.; COSTA, R.C.; CASTILHO, A.L.; SHIMIZU, R.M., ALMEIDA, A.C.; 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.
- HOSSAIN, M.Y.; OHTOMI, J. 2008 Reproductive biology of the South/ern rough shrimp *Trachysalambria curvirostris* (Penaeidae) in Kagoshima Bay, southern Japan. *Journal of Crustacean Biology*, 28: 607-612.
- JAYAWARDANE, P.A.A.T.; MCLUSKY, D.S. & TYTLER, P. 2003 Population dynamics of *Metapenaeus dobsoni* from the western coastal waters of Sri Lanka. *Fisheries Management and Ecology*, 10: 179-189.
- JONGMAN, R.; TER BRAAK, C.J.F.; VAN TONGEREN, O. 1995. Data Analysis in Community and Landscape Ecology. *Cambridge University Press*, Cambridge. 299 p.
- 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.

- KATSANEVAKIS, S.; STELZENMÜLLER, V.; SOUTH, A.; SØRENSEN, T.K.; JONES, P.J.S. 2011 Ecosystem-based marine spatial management: Review of concepts, policies, tools, and critical issues. *Ocean & Coastal Management*, 54: 807–820.
- LEPS, J. e ŠMILAUER, P. 2003. A análise multivariada de dados ecológicos usando CANOCO. *Cambridge University Press*.
- MAHIQUES, M.M. 1995 Dinâmica sedimentar atual nas enseadas da região de Ubatuba, Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 43(2): 111–122.
- MAHIQUES, M.M.; TESSLER, M.G.; FURTADO, V.V. 1998 Characterization of energy gradient in enclosed bays of Ubatuba region, south-eastern Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 47: 431–446.
- MAHIQUES, M.M.; SILVEIRA, I.C.A.; SOUSA, S.H.M.; RODRIGUES, M. 2002 Post-LGM sedimentation on the outer shelf-upper slope of the northernmost part of the São Paulo Bight, southeastern Brazil. *Marine Geology*, 181: 387–400.
- MAHIQUES, M.M.; TESSLER, M.G.; CIOTTI, A.M.; SILVEIRA, I.C.A.; SOUSA, S.H.M. 2004 Hydrodynamically driven patterns of recent sedimentation in the shelf and upper slope off Southeast Brazil. *Continental Shelf Research*, 24: 1685– 1697.
- MAHIQUES, M.M.; BÍCEGO, M.C.; SILVEIRA, I.C.A.; SOUSA, S.H.M.; LOURENÇO, R.A.; FUKUMOTO, M.M. 2005 Modern sedimentation in the Cabo Frio upwelling system, Southeastern Brazilian shelf. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 77(3): 535–548.
- MAHIQUES, M.M.; SOUSA, S.H.M.; FURTADO, V.V.; TESSLER, M.G.; TOLEDO, F.A.L., 2010 The Southern Brazilian shelf: general characteristics, quaternary evolution and sediment distribution. *Brazilian Journal of Oceanography*, 58(special issue PGGM): 25–34.
- MUEHE, D.C.E.H. 2006 Erosão e progradação do litoral brasileiro. *Ministério do Meio Ambiente*.
- NAKAGAKI, J.M. e 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.

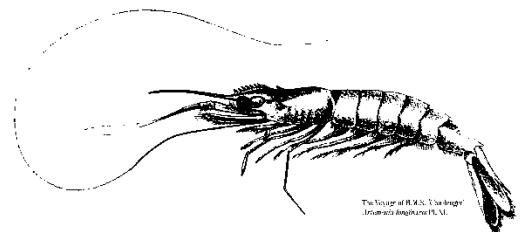
- NASCIMENTO, P. A. M. 1981 Variações no tamanho médio de maturação em *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Crustacea: Decapoda: Penaeidae). *Naturalia*, 6: 33-42.
- NOOA 2012 National Oceaninc and Athmospheric Administration. http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml. Accessed 10 May 2012.
- ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J.P. 2001 The convergence ecosystem in the Southwest Atlantic. *Ecological Studies*, 144: 147-165.
- OKSANEN, J.F.; BLANCHET, G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MINCHIN, P.R.; O'HARA, R.B. SIMPSON, G.L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M.H.H.; WAGNER, H. 2012. Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.0-5. <http://CRAN.Rproject.org/package=vegan>.
- PARRAVICINI, V.; ROVERE, A.; VASSALLO, P.; MICHELI, F.; MONTEFALCONE, MORRI, M.C.; PAOLI, C.; ALBERTELLI, G.; FABIANO, M.; BIANCHI, C.N. 2012 Understanding relationships between conflicting human uses and coastal ecosystems status: A geospatial modeling approach. *Ecological Indicators*, 19: 253-263.
- 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. ROTHCHILD (eds), *Penaeid Shrimps - Their Biology and Management*. Fishing News Books. Farnham: 173-186.
- PEREZ, J.A.A.; PEZZUTO, P.R.; RODRIGUES, L.F.; VALENTINI, H.; VOOREN, C.M., 2001. Relatório da reunião técnica de ordenamento da pesca de arrasto nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. *Notas Técnicas da Facimar*, 5:1-34.
- PÉREZ-FARFANTE, I. e 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*, 175: 233.
- PIRES, A.M.S. 1992. Structure and dynamics of benthic megafauna on the continental shelf offshore of Ubatuba, southeastern Brazil. *Marine Ecology Progress Series*, 86: 6376.

- PIRES-VANIN, A.M.S.; MATSUURA, Y. 1993. Estrutura e função do ecossistema de plataforma continental da região de Ubatuba, Estado de São Paulo: uma introdução. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 10: 1-8.
- RAKOCINSKI, C.F.; LYCHKOWSKI-SHULTZ, J.; RICHARDSON, S.L. (1996). Ichthyoplankton assemblage structure in Mississippi Sound as revealed by canonical correspondence analysis. *Estuarine and Coastal Shelf Science* 43, 237-257.
- RUFFINO, M.L. 1991 Dinâmica populacional do camarão *Artemesia longinaris* BATE, 1988, Decapoda, Penaeidae, do sul do Brasil.
- RUFFINO, M.L.; CASTELLO, J.P. 1992 Alterações na ictiofauna acompanhante da pesca do camarão-barba-ruça (*Artemesia longinaris*) nas imediações da Barra de Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. *Nerítica*, 7(1-2): 43-55.
- SANCINETTI, G.S.; AZEVEDO, A.; CASTILHO, A.L.; FRANSOZO, A.; COSTA, R.C. 2014 How marine upwelling influences the distribution of *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea)?/¿ 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.; 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.
- SCHMIDT-NIELSEN, K. Fisiologia animal: adaptação e meio ambiente. Livraria Santos Editora Comércio e Importação Ltda, São Paulo, SP. 2002, 612 p.
- SIMÕES, S.M.; COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; CASTILHO, A.L. 2010 Diel variation in abundance and size of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea, Penaeoidea) in the Ubatuba region, Southeastern Brazil. *An Acad Bras Cienc* 82:369-378.
- SUMIDA, P.Y.G.; YOSHINAGA, M.Y.; CIOTTI, A.M.; GAETA, S.A. 2005. Benthic response to upwelling events off the SE Brazilian coast. *Marine Ecology Progress Series*, vol. 291: 35-42.
- TUCKER, M. 1988 *Techniques in Sedimentology*. Blackwell Scientific Publications, Boston

- UNEP 2006 Marine and coastal ecosystems and human wellbeing: A synthesis report based on the findings of the Millennium Ecosystem Assessment. *UNEP*, 76 p.
- VALENTINI, H.; D'INCAO, F.; RODRIGUES, L.F.; NETO, J.R.; DOMIT, L. G. 1991 Análise da pesca do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. *Atlântica*, 13(1): 171-177.
- 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 2

Estrutura populacional do camarão barba-ruça *Artemesia longinaris* SPENCE BATE, 1888 (Crustacea, Penaeidae) em um intervalo de 20 anos no litoral norte do estado de São Paulo.



RESUMO

O presente estudo visou comparar a estrutura populacional da *A. longinaris*, em um intervalo de 20 anos (novembro/1988 a outubro/1989) e (novembro/2008 a outubro/2009) na Enseada da Fortaleza, litoral Norte de São Paulo. As coletas foram realizadas mensalmente em 7 transectos, utilizando um barco de pesca camaroeiro com rede “double-rig”. O teste de Mann-Whitney foi realizado para verificar se houve diferença no tamanho dos indivíduos entre os dois períodos. A razão sexual foi obtida através da divisão do número de machos pelo número de fêmeas, e analisada pelo teste Binomial. Foram analisados 3088 indivíduos (2412 fêmeas e 676 machos) no primeiro período e 1252 (843 fêmeas e 409 machos) no segundo. Os indivíduos apresentaram frequência de distribuições nas classes de tamanho diferentes entre os dois períodos estudados (KS, $p < 0,001$). No primeiro período a média de tamanho da população foi de 15,6 mm e no segundo 14,3 mm. Os indivíduos do segundo período são estatisticamente menores que os do primeiro ($U = 1066671,0$ e $p < 0,05$). As fêmeas adultas em ambos os períodos obtiveram médias de tamanho maiores que os machos adultos (período 1 - machos 14,6 mm e fêmeas 16,7 mm e período 2 - machos 12 mm e fêmeas 15,6 mm). Em ambos os períodos a razão sexual foi a favor das fêmeas ($p < 0,05$). Diversos fatores podem ter contribuído para a redução do tamanho da *A. longinaris*, neste intervalo de 20 anos. A região deste estudo é intensamente explorada pela pesca de arrasto, que é considerada desestabilizadora do ambiente marinho. Uma das principais consequências dessa pesca é a redução do tamanho dos indivíduos. Aliado a isso, menores reflexos produzidos pela ACAS no segundo período, podem também ter contribuído, pois como já se sabe o camarão *A. longinaris* possui um maior

crescimento em águas mais frias, e esse menor reflexo da massa de água ACAS pode ter afetado o crescimento da espécie ao longo do tempo. O fato das fêmeas desses camarões serem maiores que os machos, se deve a processos de reprodução, no qual elas precisam ser maiores para aumentar sua produção de ovos. A razão sexual a favor do número de fêmeas, em ambos os períodos, é possivelmente devido ao comportamento das fêmeas, no qual um único macho pode copular várias fêmeas.

Palavras-chave: redução de tamanho; razão sexual

INTRODUÇÃO

A pesca é considerada uma das principais atividades que contribuem para a economia de habitantes das zonas costeiras dos países em desenvolvimento (COLINDRES, 2006). Na região de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo, a pesca artesanal tem grande importância socioeconômica, na qual centenas de pescadores estão envolvidos nesta atividade (COSTA et al., 2008). A atividade pesqueira, em especial a pesca de arrasto, pode afetar gravemente a estrutura de muitas populações, bem como sua capacidade de se reproduzir (DAYTON et al., 2002). Portanto, maiores informações sobre os fatores que afetam a biologia populacional dessas espécies exploradas são necessárias, em especialmente em locais como Ubatuba, onde vem ocorrendo uma intensa e desordenada expansão, afetando o ecossistema marinho adjacente (MANTELATTO et al., 1995).

A exploração de muitos crustáceos a longo prazo na costa brasileira, resultou em um declínio nos estoques e na redução do tamanho dos indivíduos de diversas espécies de camarões como o camarão rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) e *F. paulensis* (Pérez Farfante, 1967), o camarão branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936), e o camarão sete-barba *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (PEREZ et al., 2001; AMARAL E JABLONSKI, 2005). Com o declínio no estoque dessas espécies de maior interesse comercial, outras espécies como *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888 e *Pleoticus muelleri* (Spence Bate, 1888) que até então não possuíam interesse econômico, passaram a ganhar mercado (COSTA, 2004, 2005, 2007). *A. longinaris* distribui-se de Atafona no Rio de Janeiro (Brasil – 21°S) até a província de Chubut

(Argentina - 43°S) (BOSCHI, 1963, 1969a, 2000; RUFINO, 1991 e PEREZ-FARFANTE e KENSLEY, 1997).

A biologia populacional de uma espécie é abordada por vários itens como a variação sazonal da estrutura populacional, recrutamento de jovens, distribuição da frequência de tamanho dos indivíduos e razão sexual (FLORES e NEGREIROS-FRANSOZO, 1999). Para os crustáceos, a caracterização da estrutura populacional tem sido feita com base na distribuição de frequência em cada classe de tamanho (POOLE, 1974). O tamanho mínimo de captura para as espécies de interesse comercial é geralmente determinado pelo menor tamanho de maturidade que permita a reprodução dos indivíduos, com o propósito de proteger o potencial reprodutivo dos estoques pesqueiros (GOSHIMA et al., 2000; CONAN et al., 2001; KEVREKIDIS e THESSALOU-LEGAKI, 2011).

Atualmente ainda são poucos os trabalhos que abordam a estrutura populacional da espécie *A. longinaris*, dentre eles podemos citar como BOSCHI (1969a), NASCIMENTO, (1981), RUFFINO, (1991), CASTILHO et al. (2007a,b), COSTA et al. (2010), SEMENSATO e DI BENEDITTO (2008) e SANCINETTI et al., (2015).

O objetivo do presente estudo foi analisar as mudanças na dinâmica populacional (estrutura populacional, dimorfismo sexual e razão sexual) do camarão *A. longinaris* em dois períodos distintos no intervalo de vinte anos na Enseada da Fortaleza, litoral sudeste do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Metodologia da Coleta

Os dados foram coletados em dois períodos distintos (intervalo de 20 anos): o período 1, (novembro/1988 a outubro/1989) e período 2, (novembro/ 2008 a outubro/ 2009). Em ambos os períodos, os meses foram agrupados em estações do ano da seguinte forma: Primavera (novembro, dezembro e janeiro), Verão (fevereiro, março e abril), Outono (maio, junho, julho) e Inverno (agosto, setembro e outubro). A mesma metodologia foi utilizada em ambos os períodos de coleta. Amostras de camarão foram coletados mensalmente durante os períodos 1 e 2, utilizando-se um barco de pesca camaroeiro com rede “double-rig” com 8 metros de comprimento, com a abertura da boca de 3 metros, 20 milímetros entrenós na panagem e 15 milímetros no ensacador. Foram estabelecidos 7 transectos dentro da Enseada da Fortaleza e cada arrasto foi percorrido a uma velocidade média de aproximadamente 1,5 nós com uma extensão de 1 km (Figura 1).

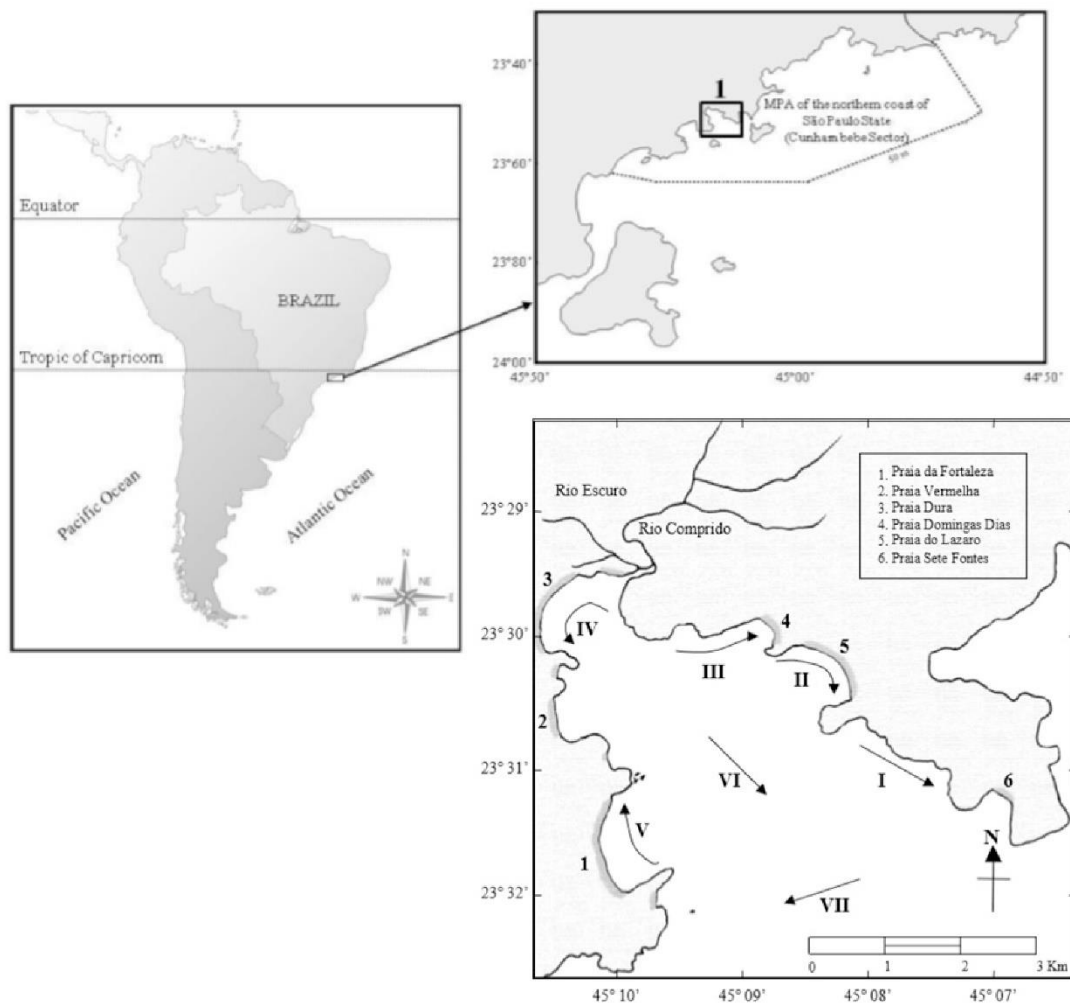


Figura 1. Mapa da região de estudo mostrando a Área de Proteção Ambiental – APA (Setor Cunhambebe) e a Enseada da Fortaleza com os transectos.

Subamostras de 250g foram separados aleatoriamente e analisadas em todas as amostras. Em amostras de 250g ou menos, todos os indivíduos foram analisados. Os indivíduos foram separados quanto ao sexo (presença de petasma nos machos e nas fêmeas télico) e mensurados quanto ao comprimento da carapaça com o auxílio de um paquímetro com precisão de 0,01 mm. Em seguida, os camarões foram separados em três categorias demográficas: juvenis, machos adultos e fêmeas adultas. Durante o

período 1, fêmeas menor do que 13,3 mm de comprimento da carapaça e machos menores que 11,0 foram considerados juvenis, de acordo com o tamanho para o qual 50% da população atingiu a maturidade sexual (CASTILHO et al., 2007a).

No período 2, os estágios de desenvolvimento das gônadas de machos e fêmeas foram determinados segundo observações macroscópicas das mesmas. Os estágios gonadais foram classificados nos seguintes estágios de acordo com o desenvolvimento das gônadas: IM = imaturo (finas, transparente e pequenos); RU = rudimentar (coloração variando de amarelo a laranja); ED = em desenvolvimento (verde claro) e DE = desenvolvido (verde oliva) (BAUER e LIN, 1994; COSTA e FRANSOZO, 2004; CASTILHO et al., 2007a).

Análise dos dados

As premissas de homocedasticidade (teste de Levene) e normalidade (teste de Shapiro-Wilks) foram testadas. Para representar a estrutura da população, as classes de tamanho foram definidas seguindo o método sugerido por STURGES (1926) e a abundância de ambos os períodos foram distribuídas. Foram estabelecidas classes de 1 mm de intervalo, iniciando-se nos 6 mm até o 24 mm. 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 média de tamanho dos grupos (jovens, machos adultos e fêmeas adultos) entre os períodos foram analisadas pelo teste de Mann-Whitney. A razão sexual foi obtida pela divisão do número de macho pelo número de fêmeas. O teste binomial (WILSON e HARDY 2002) foi aplicado para avaliar se a razão sexual diferiu da proporção 1:1 nas classes de tamanho e meses nos dois períodos.

RESULTADOS

Um total de 3088 e 1252 espécimes de *A. longinaris* foram amostrados no período 1 e 2 respectivamente. Os indivíduos juvenis no primeiro período apresentaram média de tamanho de $12,3 \pm 1,6$ com amplitude de 6,1 mm a 13,3 mm e no segundo período média de $11,0 \pm 1,6$ com amplitude de 8,0 mm a 13,5 mm. A redução de tamanho observada não foi estatisticamente significativa ($U=33136,5$ $p=0,15$). Para os machos adultos, a média de tamanho no primeiro período foi de $14,6 \pm 1,5$ mm com amplitude de 11,1 mm a 19,2mm e no segundo com média de $12,0 \pm 1,5$ mm com amplitude de 7,6 mm a 19,9 mm. A redução observada foi significativa ($U=15368,5$ $p=0,01$). As fêmeas adultas em ambos os períodos apresentaram médias de tamanhos maiores que os machos. No período 1 a média de tamanho das fêmeas adultas foi de $16,7 \pm 2,3$ mm com amplitude de 13,4 mm a 23,0 mm e no segundo período com média de $15,6 \pm 2,3$ mm com amplitude de 9,5 mm a 23,7 mm. Essa redução também foi considerada significativa ($U=477148,0$ $p=0,01$) (Tabela 1).

Os indivíduos apresentaram frequência de distribuições diferentes entre os dois períodos estudados (KS, $p<0,001$). É possível observar que no primeiro período, os indivíduos apresentaram um pico de abundância em classes maiores entre 13 e 17 mm, enquanto que no segundo período, o pico ocorreu em classes menores entre a classe 10 e 13 mm (Figura 2). A média de tamanho geral das populações entre os períodos apresentou uma redução no período 1 foi de 15,62 mm e período 2 foi de 14,3 mm, ($U= 106673,0$ $p<0,05$) (Tabela 1).

Em ambos os períodos os jovens atingiram até a classe de tamanho 13 mm, para o período 1, os machos adultos apareceram na classe 11mm, duas classes antes do

aparecimento das primeiras fêmeas adultas que ocorreu na classe 13 mm. No segundo período os machos adultos apareceram nas classes 8 também duas classes antes do aparecimento das fêmeas adultas (Figura 3).

A Figura 4 representa a distribuição dos grupos demográficos de *A. longinaris* (jovens, machos adultos e fêmeas adultas) nas classes de tamanho por estação do ano. O padrão de distribuição em classes de tamanho por estações do ano se mostrou semelhante entre os períodos, os jovens predominaram na primavera e verão em ambos os períodos, ocupando até a classes de 13 mm de comprimento da carapaça. Para os adultos (machos e fêmeas) predominaram entre as classes 13 a 22 mm no primeiro período na primavera e outono, e de 10 a 20 mm no segundo período também na primavera e outono.

No período 1 foram coletados 676 machos e 2412 fêmeas com uma razão sexual de 1,0:3,5 e no segundo período 409 machos e 843 fêmeas sendo a razão 1,0:2,1. Em ambos os período a razão sexual foi a favor das fêmeas ($p < 0,05$). Para as classes de tamanho, não houve diferença significativa na razão sexual de 6 a 10 mm (período 1) e de 6 a 8 mm (período 2). No período 1, houve diferença significativa favorecendo as fêmeas da classe 11 a 22 mm, enquanto que no período 2 nas classes de 9 a 12 mm houve diferença na razão sexual a favor dos machos ($p < 0,05$) e da classe 13 a 20 mm a favor das fêmeas ($p < 0,05$). A razão sexual foi significativamente a favor das fêmeas nos meses de novembro de 1988 à fevereiro de 1989, e de maio 1989 à agosto de 1989 e de dezembro de 2008 à fevereiro de 2009, junho 2009, agosto e setembro de 2009 (Tabela 3).

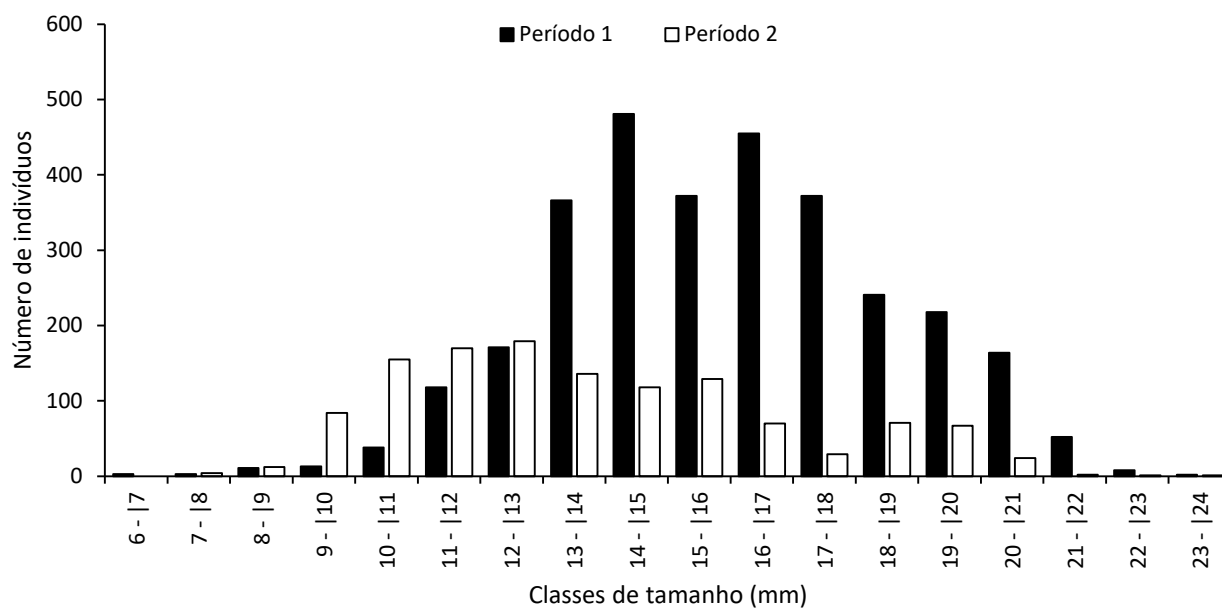


Figura 2. *Artemesia longinaris*. Distribuição da abundância total dos indivíduos em classes de tamanho, coletados no período 1 (novembro de 1988 a outubro de 1989) e período 2 (novembro de 2008 a outubro de 2009).

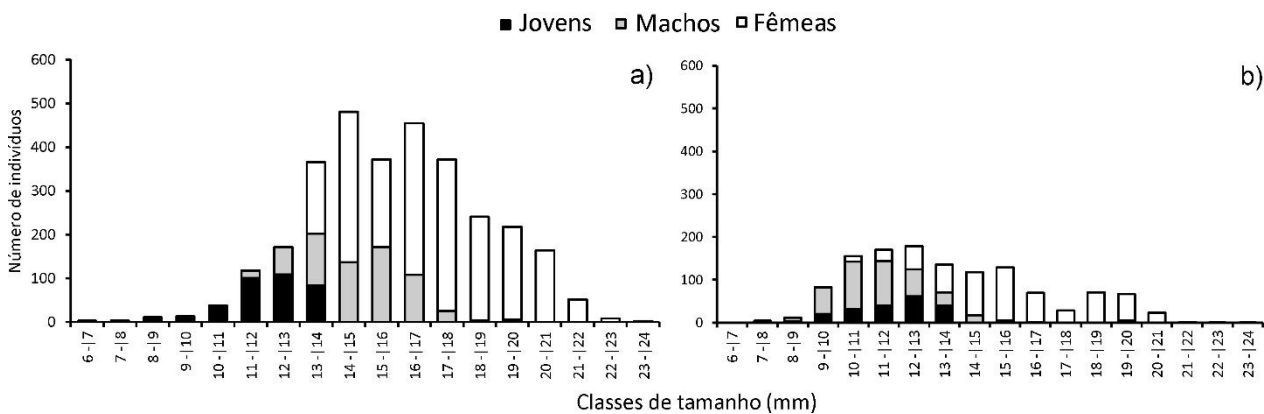


Figura 3. *Artemesia longinaris*. Distribuição dos grupos demográficos em classes de tamanho. a) período 1 (novembro de 1988 a outubro de 1989). b) período 2 (novembro de 2008 a outubro de 2009).

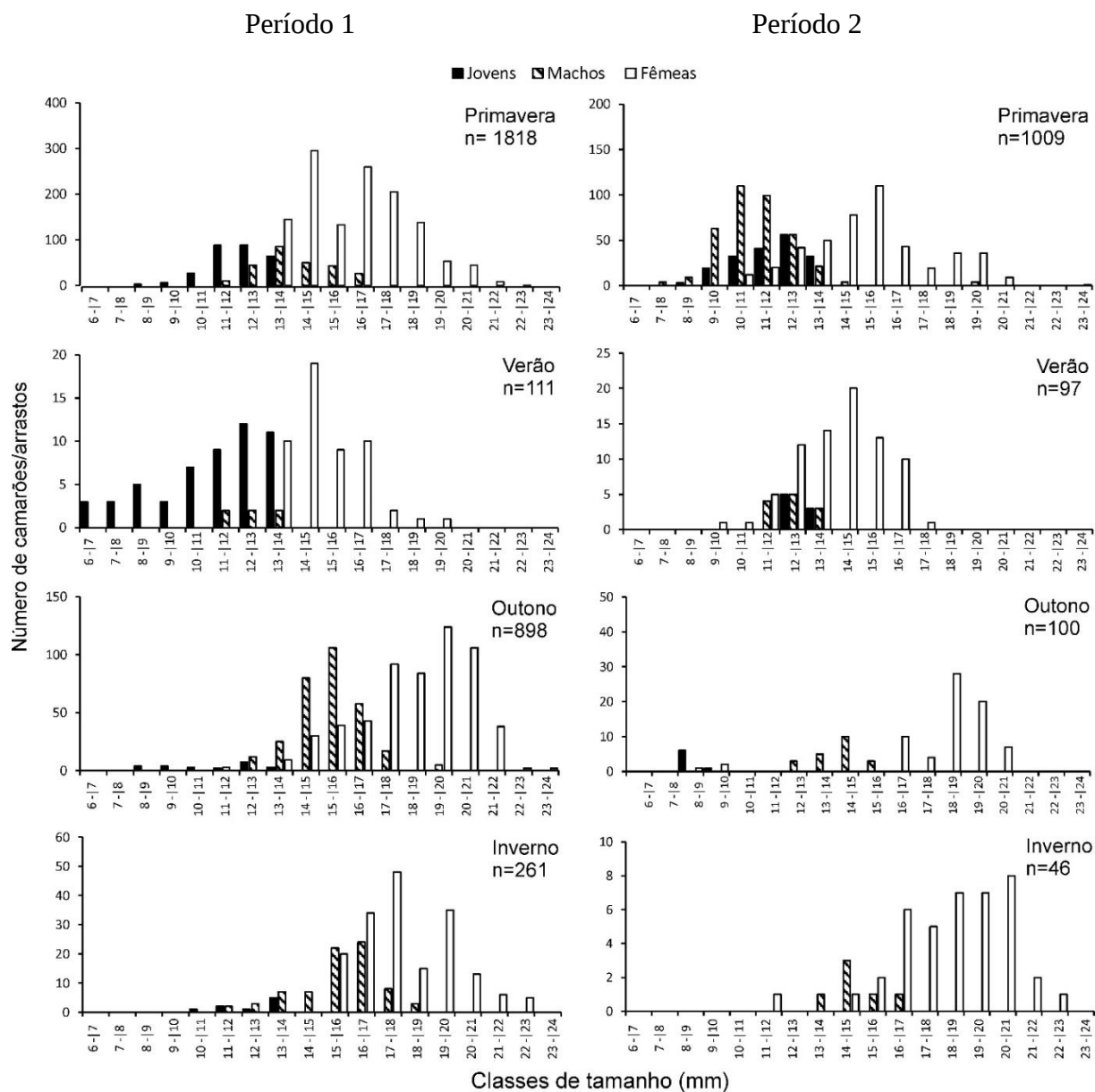


Figura 4. *Artemesia longinaris*. Distribuição dos grupos demográficos por classes de tamanho (mm) nas estações do ano nos dois períodos estudados, de novembro de 1988 a outubro de 1989 (período 1) e de novembro de 2008 a outubro de 2009 (período 2). Linha tracejada= classe em que está o tamanho estimado pela CC50% para maturidade sexual.

Tabela 1. *Artemesia longinaris*. Tamanho do comprimento da carapaça dos espécimes coletados. (N= número de indivíduos; Min= mínimo; Max= máximo; DP= desvio padrão; P1= novembro de 1988 a outubro de 1989 e P2= novembro de 2008 a outubro de 2009; U= teste de Mann-Whitney, *p<0,05).

Grupos demográficos	N		Mín-Máx		Média ± DP		U
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1 X P2
Juvenis	361	198	6,1 - 13,3	8,0 - 13,5	12,3 ± 1,2	11,0 ± 1,6	p=0,15
Machos Adultos	647	409	11,1 - 19,2	7,6 - 19,9	14,6 ± 1,5	12,0 ± 1,5	p=0,01*
Fêmeas Adultas	2080	645	13,4 - 23,0	9,5 - 23,7	16,7 ± 2,3	15,6 ± 2,3	p=0,01*
Total	3088	1252	6,1 - 23	7,6 - 23,7	15,62 ± 2,5	14,3 ± 2,8	p=0,01*

Tabela 2. *Artemesia longinaris*. Razão sexual por classe de tamanho dos indivíduos coletados na enseada da Fortaleza. Período 1 (de novembro/1988 a outubro/1989); Período 2 (de novembro/2008 a outubro/2009); M= machos; F= fêmeas; * $p < 0,05$.

Classes de Tamanho	Período 1				Período 2			
	Machos	Fêmeas	M:F	Binomial	Machos	Fêmeas	M:F	Binomial
6- 7	2	1	1,00:0,50	$p=0,63$	0	0	-	-
7- 8	1	2	1,00:2,00	$p=0,62$	4	0	1,00:0,00	$p=0,06$
8- 9	5	6	1,00:1,20	$p=0,77$	9	3	1,00:0,33	$p=0,09$
9- 10	7	6	1,00:0,80	$p=0,79$	63	21	1,00:0,33	$p=0,00^*$
10- 11	14	24	1,00:1,70	$p=0,11$	110	45	1,00:0,41	$p=0,01^*$
11- 12	17	101	1,00:5,90	$p=0,00^*$	103	67	1,00:0,65	$p=0,01^*$
12- 13	62	109	1,00:1,70	$p=0,00^*$	64	115	1,00:1,79	$p=0,00^*$
13- 14	119	247	1,00:2,00	$p=0,00^*$	30	106	1,00:3,53	$p=0,00^*$
14- 15	137	344	1,00:2,50	$p=0,00^*$	17	101	1,00:5,94	$p=0,00^*$
15- 16	171	201	1,00:1,20	$p=0,11$	4	125	1,00:31,4	$p=0,00^*$
16- 17	108	347	1,00:3,20	$p=0,00^*$	1	69	1,00:69,0	$p=0,00^*$
17- 18	25	347	1,00:13,8	$p=0,00^*$	0	29	0,00:1,00	$p=0,00^*$
18- 19	3	238	1,00:79,3	$p=0,00^*$	0	71	0,00:1,00	$p=0,00^*$
19- 20	5	213	1,00:42,6	$p=0,00^*$	4	63	1,00:15,8	$p=0,00^*$
20- 21	0	164	0,00:1,00	$p=0,00^*$	0	24	0,00:1,00	$p=0,00^*$
21- 22	0	52	0,00:1,00	$p=0,00^*$	0	2	0,00:1,00	$p=0,25$
22- 23	0	8	0,00:1,00	$p=0,01^*$	0	1	0,00:1,00	$p=0,50$
23- 24	0	2	0,00:1,00	$p=0,25$	0	1	0,00:1,00	$p=0,50$
Total	676	2412	1,0:3,5	$p=0,00^*$	409	843	1,0:2,1	$p=0,00^*$

Tabela 3. *Artemesia longinaris*. Razão sexual por mês dos indivíduos coletados na enseada da Fortaleza. Período 1 (de novembro/1988 a outubro/1989); Período 2 (de novembro/2008 a outubro/2009); M= machos; F= fêmeas; * $p < 0,05$.

Meses	Período 1				Período 2			
	Machos	Fêmeas	M:F	Binomial	Machos	Fêmeas	M:F	Binomial
Novembro	45	100	1,00:2,22	$p=0,00^*$	0	0	-	-
Dezembro	182	628	1,00:3,45	$p=0,00^*$	2	13	1,00:6,50	$p=0,01^*$
Janeiro	44	819	1,00:18,6	$p=0,00^*$	368	626	1,00:1,70	$p=0,00^*$
Fevereiro	17	91	1,00:5,35	$p=0,00^*$	12	82	1,00:6,83	$p=0,00^*$
Março	0	1	0,00:1,00	$p=0,50$	0	3	0,00:1,00	$p=0,13$
Abril	2	0	1,00:0,00	$p=0,25$	0	0	-	-
Maio	3	12	1,00:4,00	$p=0,03^*$	1	0	1,00:0,00	$p=0,50$
Junho	12	187	1,00:15,6	$p=0,01^*$	16	70	1,00:4,38	$p=0,00^*$
Julho	295	389	1,00:1,32	$p=0,00^*$	4	9	1,00:2,25	$p=0,18$
Agosto	76	185	1,00:2,43	$p=0,00^*$	5	25	1,00:5,00	$p=0,01^*$
Setembro	0	0	-	-	1	15	1,00:15,0	$p=0,01^*$
Outubro	0	0	-	-	0	0	-	-

DISCUSSÃO

Os resultados deste trabalho mostraram que a estrutura populacional do camarão *A. longinaris* apresentou mudança negativa (como a redução do tamanho dos indivíduos) ao longo do intervalo de 20 anos, mesmo com diversas medidas tomadas para preservação da biodiversidade na região de Ubatuba. Dentre estas medidas estão a criação de uma unidade de conservação Parque Estadual Ilha Anchieta (Proclamação Nº 9.629, 29 de março de 1977 e Lei Federal Nº 9.985, 18 de julho de 2000), implementação e regulamentação do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) (Proclamação Nº 5.300, 07 de dezembro de 2004).

Todas essas medidas tendem a reduziu o número de barcos de pesca que operam na região onde está inserida a Enseada da Fortaleza e com isso preservar os estoques pesqueiros e toda a biodiversidade da região. Embora a enseada da Fortaleza não seja alvo da pesca, regiões próximas são frequentemente exploradas, o que traz consequência diretas para os indivíduos que estão nessa enseada. A hipótese mais provável para justificar a redução do tamanho dos indivíduos desta enseada é a intensa atividade de pesca de camarão que existe na região de Ubatuba, pois de acordo com 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.

Segundo VAZZOLER (1996) e KEUNECKE et al. (2012), muitas populações sob pressão intensa da pesca pode ter seus tamanhos reduzidos. Para as categorias demográficas (machos adultos e fêmeas adultas) que apresentaram redução singnificativa do tamanho entre os períodos, os machos adultos tiveram uma redução

de 17,8% do seu comprimento da carapaça, fêmeas adultas 6,5% e em relação a média total entre os períodos, houve uma redução de 8,4%. Essa redução observada em um intervalo de 20 anos, já pode estar trazendo prejuízos para a espécie, como redução da produção de ovos pelas fêmeas, o que a longo prazo pode contribuir para a diminuição da abundância da espécie.

Além da atividade de pesca, variações de alguns fatores ambientais como temperatura, disponibilidade de nutrientes podem alterar a estrutura populacional e o tamanho da primeira maturidade sexual, pois em estudos de CASTILHO et al., (2007a,b), COSTA et al. (2010) e SANCINETTI et al (2015), em diferentes latitudes, a *A. longinaris* apresentou diferença na estrutura da população e na média de tamanho da população. Essas diferenças foram consequências de alterações nos fatores ambientais em diferentes latitudes. No trabalho de CASTILHO et al (2007b) na latitude 23°S e SANCINETTI et al (2015) na latitude 22°S, apesar da proximidade, as condições ambientais mais favoráveis, como temperaturas mais baixas e maior disponibilidade de alimentos na latitude 22°S fizeram com que os indivíduos de *A. longinaris* encontrados lá possuísem uma média de tamanho de 19,0 mm enquanto que na latitude 23°S atingiram uma média de tamanho de 14,4 mm.

Como já se sabe, a massa de água ACAS provoca modificações nas condições da água na região de Ubatuba, como o aumento da produtividade primária, e diminuição da temperatura de fundo da água. É possível observar que no segundo período houve um menor reflexo dessas condições produzidas pela ACAS na Enseada da Fortaleza, com isso, a espécie não obteve condições favoráveis para seu crescimento, que geralmente é maior em locais com águas mais frias, como foi encontrado em

trabalhos de CASTILHO et al., (2007b) na latitude 37°S com média de tamanho de 23,7 e SANCINETTI (2015) como mencionado acima.

Além disso, em ambos os períodos, *A. longinaris* apresentou um dimorfismo sexual com relação ao tamanho, com fêmeas atingindo maiores comprimentos da carapaça que os machos, esse padrão já havia sido reportado por CASTILHO et al. (2007a) para a mesma espécie. De acordo com BOSCHI (1969b) e BRANCO et al. (1999) as diferenças no tamanho corporal entre os sexos, com fêmeas maiores com os machos são uma regra geral entre os camarões peneídeos. Segundo COSTA e FRANSOZO (2004), GAB-ALLA et al., 1990 e CASTILHO et al. (2008), esse dimorfismo sexual ocorre provavelmente devido a uma adaptação para o aumento da produção de ovos. Outros exemplos de camarões que seguem este padrão de dimorfismo sexual por tamanho são *Xiphopenaeus kroyeri* SEVERINO-RODRIGUES et al. (1993), NAKAGAKI e NEGREIROS-FRANSOZO (1998) e CASTRO et al. (2005), *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1874), *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888), e *Sicyonia dorsalis* (Kingsley, 1878) na costa sudeste do Brasil (COSTA e FRANSOZO, 2004; CASTILHO et al., 2007a, 2008).

Entretanto, espécies de camarões Carídeos como *Atya scabra* (Leach, 1816), *Macrobrachium olfersii* (Wiegmann, 1836) e *Macrobrachium iheringi* (Ortmann, 1897) apresentaram dimorfismo sexual com machos maiores que as fêmeas em trabalhos de GALVÃO e BUENO (2000), MOSSOLIN e BUENO (2002) e FRANSOZO et al. (2004) respectivamente. Esse dimorfismo sexual, se deve segundo BAUER, (2004) ao fato dos machos precisarem atrair as fêmeas ou destes terem que separá-la de outro macho para assim obter sucesso na reprodução.

Outro parâmetro analisado na estrutura de uma população é a razão sexual, que segundo WENNER (1972), entre os crustáceos marinhos, a proporção de 1:1 é considerado mais uma exceção do que uma regra. Nas primeiras classes de tamanho, tendeu-se ao equilíbrio como sugere LEIGH (1970), que ao nascer a proporção sexual entre machos e fêmeas tendem a ser próxima a 1:1. Após o nascimento vários fatores como migração e mortalidade diferencial, longevidade, mudança de sexo e relação de crescimento diferencial podem afetar essa relação (WENNER,1972). Dentre esses fatores, os que mais se aplicam a *A. longinaris* parecem ser a migração e mortalidade diferencial.

A proporção sexual desviada a favor das fêmeas em ambos os períodos de estudo, já tinha sido observada em diversos estudos envolvendo peneídeos (RUFFINO, 1991; CHA et al., 2002). Diversas hipóteses podem ser citadas como possíveis explicações para tal fato, entre elas o sistema de cópula (PIANKA, 1983), no um único macho pode copular várias fêmeas. Ou o fato das fêmeas serem maiores e com isso ficarem mais vulneráveis a captura da rede, ou os machos apresentarem maior mortalidade (BOSCHI, 1969b). Ou ainda segundo COSTA et al., (2010) *A. longinaris* sofrem migração diferencial entre os sexos durante o ciclo reprodutivo, na qual a cópula ocorrer em águas profundas, com posterior migração das fêmeas adultas até águas costeiras para desovar. Segundo DALL et al., (1990) as larvas, os juvenis e os adultos de camarões têm preferência por habitats diferentes. A combinação de todas essas hipóteses pode explicar melhor esse desvio na proporção sexual a favor das fêmeas. BOSCHI (1969a), em Mar del Plata (Argentina), NASCIMENTO (1981) e RUFFINO (1991), no Rio Grande do Sul e GAVIO e BOSCHI (2004), em Mar del Plata

e SANCINETTI et al., 2015 em Macaé no Rio de Janeiro relataram também uma predominância de fêmeas na população de *A. longinaris*.

Em relação aos meses do ano, em todos os meses em que ocorreu *A. longinaris* em ambos os períodos, houve uma maior quantidade de fêmeas do que machos. CASTRO et al. (2005) também obteve o mesmo resultado para *X. kroyeri*, com o predomínio de fêmeas em todos os meses.

Os resultados obtidos neste trabalho, mostram que houve uma redução de tamanho do camarão *A. longinaris* neste intervalo de 20 anos. Regiões que possuem uma intensa atividade de pesca, como é o caso da região de Ubatuba necessitam de um frequente monitoramento, para que haja precisão nas medidas de manejo e com isso os estoques pesqueiros sejam preservados. Tendo em vista que em outubro de 2008, houve a implantação da APA na região, estudos futuros podem mostrar com maior clareza se as medidas de proteção adotadas na região estão mostrando resultados positivos para a proteção desta espécie.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, A.C.Z. e JABLONSKI, S. 2005. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. *Megadiversidade*, 1(1): 43-51.
- BAUER, R. T. 1992 Repetitive copulation and variable success of insemination in the marine shrimp *Sicyonia dorsalis* (Decapoda: Penaeoidea). *Journal of Crustacean Biology*, 12(2): 153-160.
- BAUER, R.T. e 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.
- BAUER, R.T. 2004. *Remarkable shrimps: adaptations and natural history of the carideans*. University of Oklahoma Press, Norman. Marine Resources Library, 282 p.
- BOSCHI, E.E. 1963 Los camarones comerciales de la familia Penaeidae de la costa Atlantica de America del Sur. *Boletim do Instituto de Biologia Marinha*, 3: 1-39.
- BOSCHI, E.E. 1969a Estudio biológico pesquero del camarón *Artemesia longinaris* Bate, 1888. de Mar del Plata. *Boletim do Instituto de Biologia Marinha*, 18: 1-47.
- BOSCHI, E.E. 1969b Crecimiento, migración y ecología del camarón comercial *Artemesia longinaris* Bate, 1888, de Mar del Plata. *FAO Fisheries Report.*, 57(3): 833-846.
- BOSCHI, E. E. 2000 Species of decapod crustaceans and their distribution in the marine zoogeographic provinces. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero.*, 13: 7-136.
- 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. *Braz Arch Biol Technol* 42:395-399.
- CASTILHO, A.L.; COSTA, R.C. da; FRANSOZO, A.; BOSCHI, E.E. 2007a. Reproductive pattern of the South American endemic shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeidae), off the coast of São Paulo State, Brazil. *Revista de Biología Tropical*, 55: 39-48.

- CASTILHO, A.L.; GAVIO, M.A.; COSTA, R.C.; BOSCHI, E.E.; BAUER, R.T.; FRANSOZO, A. 2007b Latitudinal variation in structure and maturity size in the South American endemic shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea). *Journal of Crustacean Biology*, 27:1-12.
- CASTILHO, A.L.; PIE, M.R.; FRANSOZO, A.; PINHEIRO, A.P.; COSTA, R.C. 2008 The relationship between environmental variation and species abundance in shrimp community (Crustacea: Decapoda: Penaeoidea) in south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 88(01): 119-123.
- 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.
- 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.
- CONAN, G.Y.; COMEAU, M.; MORIYASU, M. 2001. Are morphometrical approaches appropriate to establish size at maturity of male American lobster *Hamarus americanus*? *Journal of Crustacean Biology* 21:937-947
- COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; PINHEIRO, A.P. 2004 Ecological distribution of the shrimp *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Decapoda: Penaeoidea) in southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, 529(1-3): 195-203.
- COSTA, R.C., FRANSOZO, A., CASTILHO, A.L.; FREIRE, F.A. 2005 Annual, seasonal and spatial variation of abundance of the shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea) in south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 85(01): 107-112.
- COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; FREIRE, F.A.; CASTILHO, A.L. 2007 Abundance and Ecological Distribution of the "Sete-Barbas" Shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda: Penaeoidea) in Three Bays of the Ubatuba Region, Southeastern Brazil. *Gulf and Caribbean Research*, 19(1): 33-41.
- COSTA, R.C.; LOPES, M.; CASTILHO, A.L.; FRANSOZO, A.; SIMÕES, S.M. 2008. Abundance and distribution of juvenile pink shrimps *Farfantepenaeus* spp. in a

- mangrove estuary and adjacent bay on the northern shore of São Paulo State, southeastern Brazil. *Invertebrate Reproduction & Development*, 52(1-2): 51-58
- 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.
- DALL, W.; HILL, B.J.; ROTHLSBERG, 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
- DAYTON, P.K.; THRUSH, S.; COLEMAN, F. 2002. The Ecological Effects of Fishing in Marine Ecosystems of the United States. *Pew Oceans Commission*, 52 p.
- DÍAZ, H. e CONDE, J.E. 1989. Population dynamics and life story of the mangrove crab *Aratus pisoni* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. *Bulletin of Marine Science*, 45(1):148-163.
- FLORES, A.A.V. e NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. 1999. On the population biology of the mottled shore crab *Pachygrapsus transversus* (Gibbes, 1850) (Brachyura, Grapsidae) in a subtropical area. *Bulletin of Marine Science*, 65(1):59-71.
- FONTELES-FILHO, A.A. 1989. Recursos pesqueiros, biologia e dinâmica populacional. Imprensa Oficial do Ceará, 296p.
- FRANSOZO, A.; RODRIGUES, F.D.; FREIRE, F.A.M.; COSTA, R.C. 2004. Reproductive biology of the freshwater prawn *Macrobrachium iheringi* (Ortmann, 1897) (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) in the Botucatu region, São Paulo, Brazil. *Nauplius*, 12(2): 119-126.
- FREIRE, F.A.D.M. 2005 Distribuição ecológica e biologia populacional de *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) no litoral do Estado de São Paulo (Doctoral dissertation, Universidade Estadual Paulista (UNESP). Campus de Botucatu. Instituto de Biociências).
- GAB-ALLA, A.A.F.A.; HARTNOLL, R.G.; GHOBASHY, A.F.; MOHAMMED, S.Z. 1990 Biology of penaeid prawns in the Suez Canal Lakes. *Marine Biology*, 107: 417-426.

- GALVÃO, R.; BUENO, S.L.S. 2000 Population structure and reproductive biology of the Camacuto shrimp, *Atya scabra* (Decapoda, Caridea, Atyidae), from São Sebastião, Brazil. *Crustacea Issues*, 12: 291-299.
- GAVIO, M.A. e BOSCHI, E.E. 2004 Biology of the shrimp *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) from Mar Del Plata coast, Argentina. *Nauplius*, 12: 83-94.
- 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.
- 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.
- KEVREKIDIS, K. e THESSALOU-LEGAKI, M. 2011 Population dynamics of *Melicertus kerathurus* (Decapoda: Penaeidae) in Thermaikos Gulf (N. Aegean Sea). *Fisheries Research*, 107(1): 46-58.
- LEIGH, E.G. Jr. (1970) Sex ratio and differential mortality between the sexes. *The American Naturalist*, Chicago, 104: 205-210.
- MANTELATTO, F.L.M.; FRANSOZO, A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. 1995 Distribuição do caranguejo *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea, Decapoda, Brachyura) na Enseada da Fortaleza, Ubatuba (SP), Brasil. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, 43(1): 51-61.
- MOSSOLIN, E.C.; BUENO, S.L.S. 2002 Reproductive biology of *Macrobrachium olfersii* (Decapoda, Palaemonidae) in São Sebastião, Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, 22(2): 367-376.

- 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.
- NASCIMENTO, P. A. M. 1981 Variações no tamanho médio de maturação em *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Crustacea: Decapoda: Penaeidae). *Naturalia*, 6: 33-42.
- PEREZ, J.A.A.; PEZZUTO, P.R.; RODRIGUES, L.F.; VALENTINI, H.; VOOREN, C.M., 2001. Relatório da reunião técnica de ordenamento da pesca de arrasto nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. Notas Técnicas da Facimar, 5:1-34.
- PÉREZ-FARFANTE, I. e 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., p.233.
- PIANKA, E. R. 1983. *Evolutionary Ecology*. 3 ed. Harper & Row Publishers, Inc., New York.
- PINHEIRO, M.A.A. e 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*. McGray-Hill, vii + 531pp.
- REESE, E.S. 1968. Annual breeding seasons of three sympatric species of tropical intertidal hermit crabs, with a discussion of factors controlling breeding. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2:308-318.
- ROUGHARDEN, J.; GAINES, S.; POSSINGHAM, H. 1988. Recruitment dynamics in complex life cycles. *Science*, 241:1460-1466.
- RUFFINO, M.L. 1991 Dinâmica populacional do camarão *Artemesia longinaris* BATE, 1888, Decapoda, Penaeidae, do sul do Brasil.
- SANCINETTI, G.S.; AZEVEDO, A.; CASTILHO, A.L.; FRANSOZO, A.; COSTA, R.C. 2015 Population biology of the commercially exploited shrimp *Artemesia*

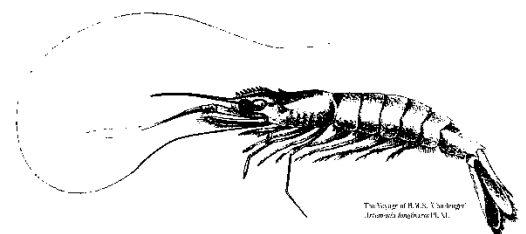
- longinaris* (Decapoda: Penaeidae) in an upwelling region in the Western Atlantic: comparisons at different latitudes. *Brazilian Journal of Biology*, 75(2), 305-313.
- SASTRY, A.N. 1983. Ecological aspects of reproduction. In: BLISS, D.E. (ed.). The biology of Crustacea environmental adaptations. New York. *Academic Press*, 8: 179-270.
- SEMENSATO, X.E.G.; DI BENEDITTO, 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, São Paulo*, 19(1): 67-81.
- SHUSTER, S.M. e WADE, M.J. 2003 *Mating systems and strategies*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- 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.
- SPIVAK, E.D.; GAVIO, M.A.; NAVARRO, C.E. 1991. Life story and structure of the world's southernmost *Uca* population: *Uca uruguayensis* (Crustacea, Brachyura) in Mar Chiquita lagoon (Argentina). *Bulletin of Marine Science*, 48(3): 679-688.
- STURGES, H.A. 1926 The choice of a class interval. *Journal of the American Statistical Association*, 21: 65-66.
- VAZZOLER, A.E.M. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teorias e prática*. Ed. EDUEM, Maringá, 169p, 1996.
- WENNER, A.M. 1972 Sex ratio as a function of size in marine Crustacea. *The American Naturalist*, 106(949): 321-350.
- WILSON, K. e HARDY, I.C.W. 2002 A análise estatística dos rácios de sexo: uma introdução. Páginas 48 -92 em Hardy, ICW editor. *Relações sexuais: conceitos e*

métodos de pesquisa. Cambridge University Press. Nova Iorque, Nova Iorque, EUA.

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.

CAPÍTULO 3

Período reprodutivo e recrutamento do camarão *Artemesia longinaris* SPENCE BATE, 1888 (Crustacea, Penaeidae) no litoral norte do estado de São Paulo, em uma Área de Proteção Ambiental.



RESUMO

Artemesia longinaris é uma espécie monotípica e endêmica das zonas costeiras do Atlântico Sul Ocidental, que ocorre do Rio de Janeiro (Brasil) a Província de Chubut (Argentina). O presente estudo visou analisar o período reprodutivo da *A. longinaris*, durante um ano de coleta, no período novembro de 2008 a outubro de 2009 na Enseada da Fortaleza, litoral Norte de São Paulo, região recém decretada Área de Proteção Ambiental do setor de Cunhambebe. As coletas foram realizadas mensalmente em 7 transectos, utilizando um barco de pesca camaroeiro com rede “double-rig”. As gonadas dos machos e fêmeas foram analisadas e classificadas em IM= imatura, RU= rudimentar, ED= em desenvolvimento e DE= desenvolvida. O período reprodutivo foi analisado pelos meses com a presença de fêmeas reprodutivas (ED+DE). Os fatores ambientais (temperatura e salinidade de fundo e matéria orgânica) foram amostrados e correlacionados com a abundância das fêmeas reprodutiva e jovens por uma CCA. Foram coletados 1252 indivíduos, sendo 198 fêmeas IM, 114 RU e 531 ED+DE 409 machos adultos. As fêmeas reprodutivas apareceram sazonalmente na Enseada da Fortaleza, com um grande pico no mês de janeiro e picos menores em fevereiro, junho e agosto. O recrutamento apresentou um único pico em janeiro, seguindo de uma pequena abundância em junho. O maior pico de reprodução e recrutamento no mês de janeiro podem estar relacionados a reflexos da ACAS na região. Diversos autores sugerem que a *A. longinaris*, apresenta preferência por águas frias e o recrutamento geralmente ocorre em meses de maior disponibilidade de alimento. No fim da primavera e início do verão ocorre a chegada da massa de água Águas Centrais do Atlântico Sul (ACAS) na região da enseada da Fortaleza. Essa massa tem por características diminuir a temperatura da água de fundo e aumentar a produtividade primária,

proporcionando maior quantidade de alimento. O aumento da disponibilidade de alimentos é um fator chave na ocorrência de picos de reprodução e recrutamento. Diversos autores sugerem que o período reprodutivo desta espécie é modulado por um conjunto de fatores ambientais. Apesar do aparecimento sazonal de fêmeas reprodutivas e juvenis na Enseada da Fortaleza, sabe-se que o camarão *A. longinaris* reproduz -se de forma contínua na região de Ubatuba.

Palavras-chave: “barba-ruça”; ACAS; maturidade; reprodução.

INTRODUÇÃO

Artemesia longinaris Spence Bate, 1888 pertence à família Penaeida e distribui-se no Atlântico Sul Ocidental, de Atafona no Rio de Janeiro (Brasil) até a província de Chubut (Argentina) (BOSCHI, 1963, 1969a, 2000; RUFINO, 1991 e PEREZ-FARFANTE e KENSLEY, 1997). A espécie apresenta um ciclo de vida exclusivamente marinho, não tolerado grandes variações de salinidade (BOSCHI, 1963, 1969; RUFFINO, 1991).

O período reprodutivo dos camarões peneídeos tem sido estudado com base na frequência mensal de fêmeas com as gônadas em desenvolvimento e desenvolvidas (BAUER e VEGA, 1992; BAUER e LIN, 1994; COSTA e FRANSOZO, 2004b; CASTILHO *et al.* 2007a,b; COSTA *et al.*, 2010). Os camarões Penaeoidea desovam poucas horas após atingirem a maturidade gonadal, com isso as principais zonas e períodos de desova são aqueles com maiores concentrações de fêmeas com gônadas em desenvolvimento ou desenvolvidas (YANO, 1995).

O período reprodutivo dos invertebrados bentônicos marinhos pode ser influenciado por fatores proximais, como temperatura, salinidade e sedimento que atuam no início e no fim do período reprodutivo e os fatores finais (pressão seletiva), que atuam determinando o melhor período para a desova, que coincide com o período de maior disponibilidade de alimentos (SASTRY, 1983). Com isso, o comportamento reprodutivo dos Penaeidae pode ser classificado em três tipos de acordo com o local de sua distribuição. Para regiões temperadas, as espécies apresentam apenas um pico de desova e recrutamento durante o ano, no qual dependendo da luminosidade, temperatura e disponibilidade de alimento no local. Em regiões tropicais e subtropicais, os padrões mais comuns são dois picos de desova e recrutamento, podendo ocorrer variações no tamanho desses picos devido

a ações de correntes, temperaturas e chuvas. E para regiões equatoriais no qual as fêmeas apresentam várias desovas contínuas durante o ano, porém essas desovas também não são uniformes (DALL, et al., 1990).

A legislação brasileira utiliza o período de recrutamento como parâmetro populacional para regulamentar a pesca de camarões (FRANCO et al., 2009). Segundo BAUER, 1989, o período de recrutamento é determinado pela presença de indivíduos juvenis durante o ano. Atualmente, o período de fechamento de pesca estabelecido na região sul e sudeste do Brasil, baseia-se apenas em estudos sobre reprodução de camarão rosa, deixando outras espécies de camarão desprotegidas. Com isso, estudos voltados ao período reprodutivo e recrutamento de outras espécies de camarões podem fornecer informações relevantes para o manejo sustentável na exploração dos recursos pesqueiros (CARBONELL et al., 2006; ARAGÓN-NORIEGA e GRACÍA-JUÁZREZ, 2007).

Há alguns estudos sobre a biologia reprodutiva da *A. longinaris* como FRANSOZO et al., (2004), GAVIO et al., (2004) CASTILHO et al., (2007a) e COSTA et al., (2010), porém as regiões onde tais estudos foram feitos há uma intensa atividade de pesca, enquanto que a região deste trabalho, trata-se de uma Enseada na qual não há arrastos de barcos camaroiros. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar o período reprodutivo e recrutamento da espécie *A. longinaris* na Enseada da Fortaleza, litoral norte do estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

Metodologia da Coleta

Os dados foram coletados de novembro de 2008 a outubro de 2009. Amostras de camarão foram coletados mensalmente, utilizando-se um barco de pesca camaroeiro com rede “double-rig” com 8 metros de comprimento, com a abertura da boca de 3 metros, 20 milímetros entrenós na panagem e 15 milímetros no ensacador. Foram estabelecidos 7 transectos dentro da Enseada da Fortaleza e cada arrasto foi percorrido a uma velocidade média de aproximadamente 1,5 nós com uma extensão de 1 km (Figura 1). A área de estudo compreendeu a Enseada da Fortaleza que está localizada em Ubatuba, entre as latitudes de 23°29'30''S e 23°32'30''S recentemente estabelecida como APA (Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte - Setor Cunhambebe; Decreto n ° 53 525, 08 de outubro de 2008), nesta região a pesca comercial é proibida, permitida apenas para subsistência das comunidades tradicionais e pesca amadora.

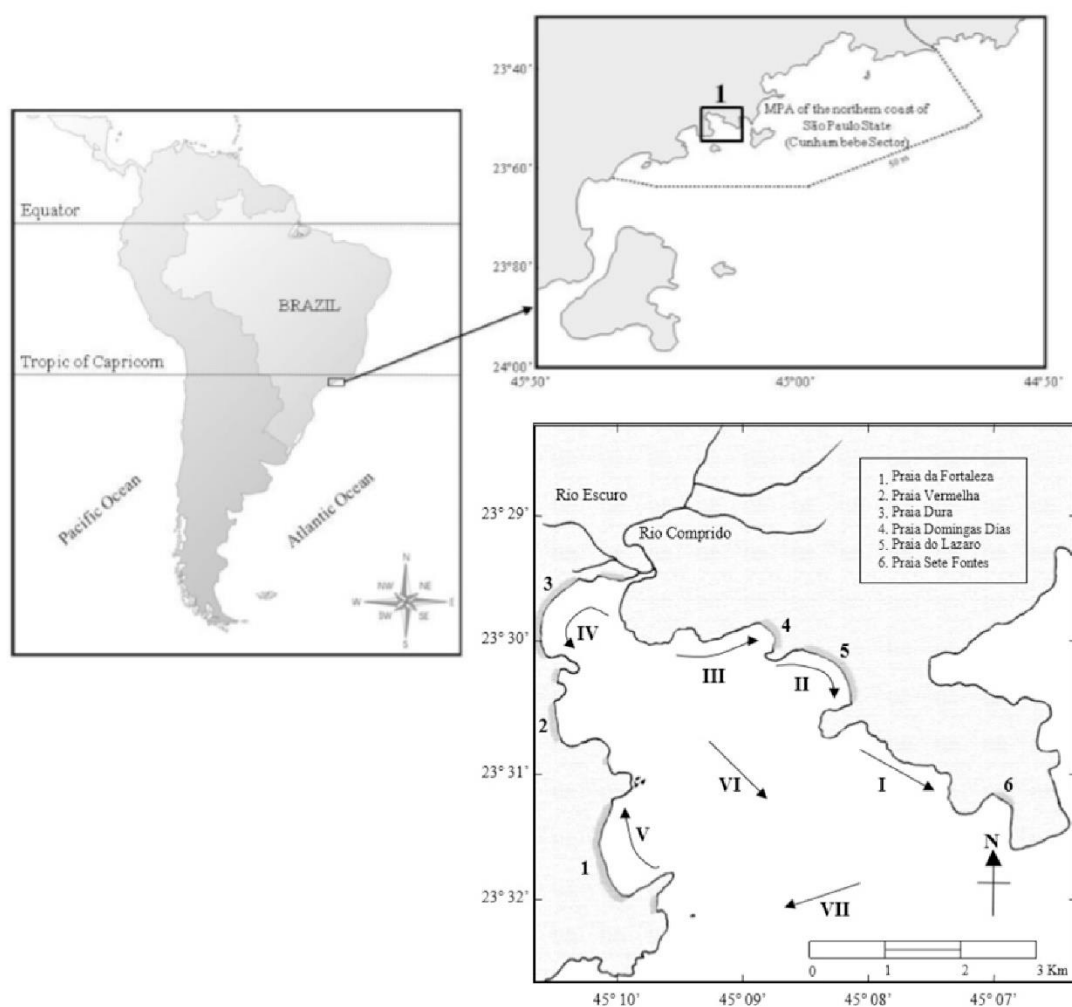


Figura 1. Mapa da região de estudo mostrando a Área de Proteção Ambiental – APA (Setor Cunhambebe) e a Enseada da Fortaleza com os transectos

Em amostras muito grandes, subamostras de 250g foram separadas para análises. Os indivíduos foram separados quanto ao sexo (presença de petasma nos machos e nas fêmeas thelycum) e mensurados quanto ao comprimento da carapaça. Os estágios de desenvolvimento das gônadas de machos e fêmeas foram determinados segundo observações macroscópicas das mesmas. Os estágios gonadais foram classificados nos seguintes estágios de acordo com o desenvolvimento das gônadas: IM = imaturo (finas, transparente e pequenos); RU = rudimentar (coloração variando de amarelo a laranja); ED

= em desenvolvimento (verde claro) e DE = desenvolvido (verde oliva) (BAUER e LIN, 1994; COSTA e FRANZOZO, 2004b; CASTILHO et al., 2007a).

Amostragem dos fatores ambientais

Em cada transecto os fatores ambientais (temperatura de fundo, salinidade de fundo, teor de matéria orgânica) foram amostrados. Amostras de água de fundo foram coletadas com uma garrafa de Nansen, a temperatura da água e a salinidade foram mensuradas com um termômetro de mercúrio (acurácia: 0,5°C) e um refratômetro óptico (precisão: 1 ppt), respectivamente. Amostras de sedimento foram obtidas utilizando-se um pegador de Van Veen (0,06 m²), para analisar o conteúdo de matéria orgânica. O teor de matéria orgânica do sedimento foi estimado como a diferença entre peso seco (sem cinzas) inicial e final de duas sub-amostras (10 g cada) incineradas em cadinhos de porcelana a 500°C por 3 horas.

Análise dos dados

O período reprodutivo foi determinado pela presença de fêmeas reprodutivas (ED+DE) durante as estações do ano (BAUER e LIN 1994). O tipo de recrutamento foi determinado pela presença de imaturos em todos os meses do ano (contínuo) ou apenas em alguns meses (sazonal) segundo (BAUER, 1989). A Análise de Correspondência Canônica (ACC) foi utilizada para detectar possíveis relações entre as variações na abundância dos juvenis (gônadas IM) e fêmeas reprodutivas (gônadas ED+DE) e as variáveis ambientais mensuradas (temperatura de fundo, salinidade de fundo e teor de matéria orgânica do sedimento). A CCA produz escores finais de coordenação que resumem a relação linear entre as variáveis explicativas e de resposta (JONGMAN et al. 1995). Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software R (R Development Core Team 2015), considerando $\alpha =$

0.05 (Zar 2010). A CCA e o ajuste dos vetores ambientais (ENVIFIT) serão feitos com o pacote “vegan” (OKSANEN et al. 2012).

Os dados de CC (mm) foram agrupados em 18 classes de tamanho de amplitude de 1 mm a partir do comprimento de 6 mm, de acordo com o teste de Sturges (1926). A frequência relativa (%) dos adultos em cada classe de tamanho foi plotada em gráfico, no qual foi ajustada uma curva do tipo sigmóide seguindo o resultado da equação logística $y = \frac{1}{1 + e^{r(LC - LC_{50})}}$, na qual CC_{50} = comprimento da carapaça em que 50% dos indivíduos atingem a maturidade sexual e r = inclinação da curva. O ajuste da equação foi efetuado pelo método dos mínimos quadrados (AGUILLAR et al., 1995; VAZZOLER, 1996).

Para a Análise de Correspondência (AC) foi gerada uma tabela de contingência contendo a abundância dos grupos demográficos de *A. longinaris* pelas estações do ano. Além disso, foram considerados os eixos significativos da AC, que contabilizaram a uma variação cumulativa maior do 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 os meses. 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.

RESULTADOS

Durante o período de estudo foram amostrados 1252 espécimes de *A. longinaris*, sendo 198 juvenis, 114 fêmeas não reprodutivas, 531 fêmeas reprodutivas e 409 machos adultos. As fêmeas reprodutivas apareceram sazonalmente na Enseada da Fortaleza, com um grande pico no mês de janeiro e picos menores em fevereiro, junho e agosto (Figura 2). O recrutamento apresentou um único pico em janeiro, seguindo de uma pequena abundância em junho (Figura 2). As menores médias de temperatura de fundo foram registradas em dezembro, junho, julho e agosto (Tabela 1). Uma grande amplitude térmica foi observada nos meses dezembro (Figura 2 e Tabela 1). Maiores médias de salinidade de fundo foram acompanhadas de maiores porcentagens de fêmeas reprodutivas. A maior média de salinidade de fundo foi observada em novembro, seguida de uma grande porcentagem de fêmeas reprodutivas em dezembro (Figura 3)

O tamanho estimado para a maturidade sexual das fêmeas de *A. longinaris* foi de $CC_{50\%} = 13,29\text{mm}$ (Figura 4). O eixo 1 da CCA obteve 100% das explicações, no qual os jovens apresentaram uma forte correlação positiva com a temperatura e salinidade da água de fundo e uma correlação negativa com o teor de matéria orgânica (Figura 5 e Tabela 2). E as fêmeas reprodutivas tiveram uma forte correlação positiva com a matéria orgânica e negativa com a temperatura e salinidade de fundo (Figura 5 e Tabela 2). De acordo com a CA, houve uma clara segregação dos grupos demográficos durante os meses do ano, os juvenis e machos adultos foram fortemente correlacionados ao mês de janeiro, as fêmeas reprodutivas foram correlacionadas aos meses de janeiro e fevereiro, e as fêmeas não reprodutivas aos meses de junho e julho (Figura 6).

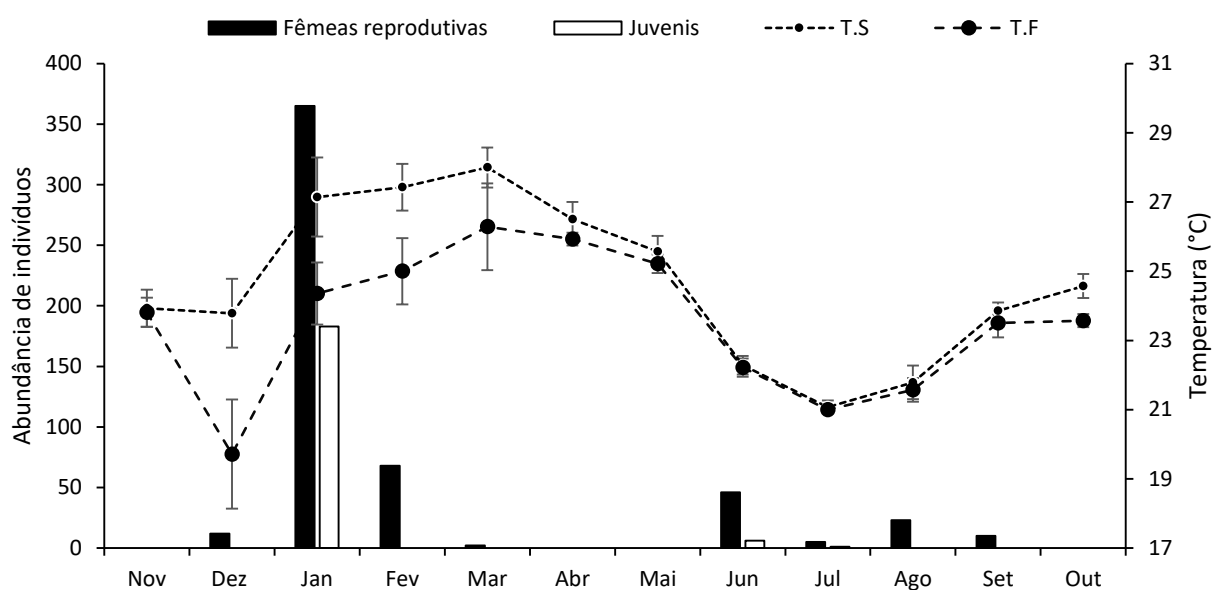


Figura 2. *Artemesia longinaris*. Abundância de fêmeas reprodutivas e juvenis ao longo dos meses do ano. Temperatura de superfície (TS) e fundo (TF).

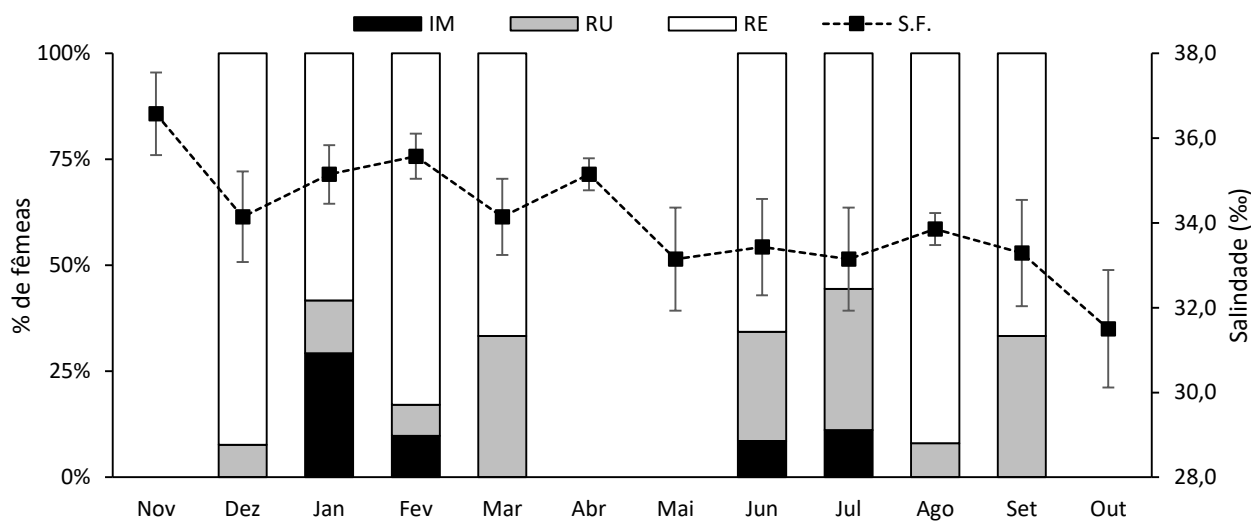


Figura 3. *Artemesia longinaris*. Porcentagem de fêmeas reprodutivas (ED+DE) e não reprodutivas IM e RU e salinidade de fundo (SF) por mês e estações do ano.

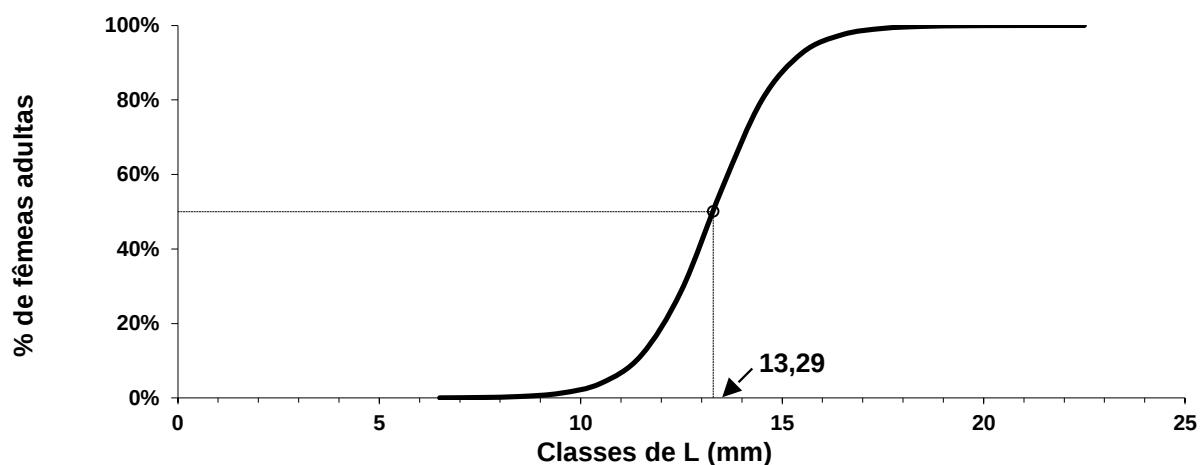


Figura 4. *Artemesia longinaris*. Maturidade sexual das fêmeas baseada na CC50% (comprimento de carapaça-mm) de fêmeas amostradas na Enseada da Fortaleza.

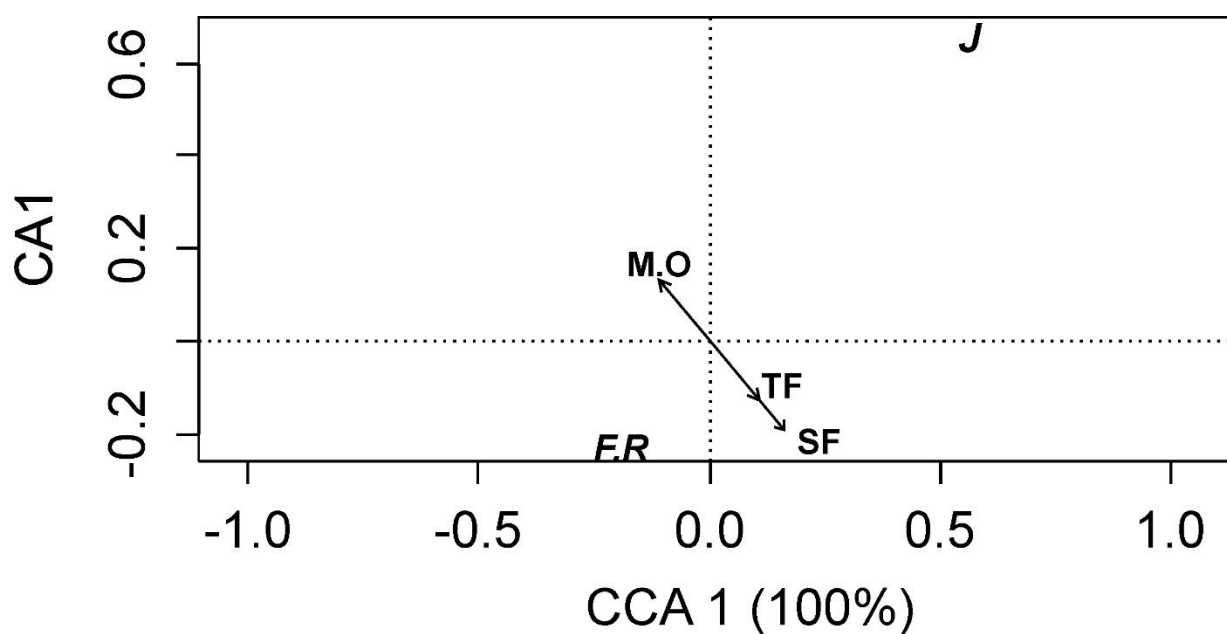


Figura 5. *Artemesia longinaris*. Análise de Correlação Canônica da matriz de abundância Fêmeas reprodutivas (FR) e Juvenis (J) e a matriz de dados ambientais (TF = Temperatura de Fundo, S.F. = Salinidade de fundo e M.O= Matéria Orgânica) amostradas no estudo para a Enseada da Fortaleza de novembro de 2008 a outubro de 2009.

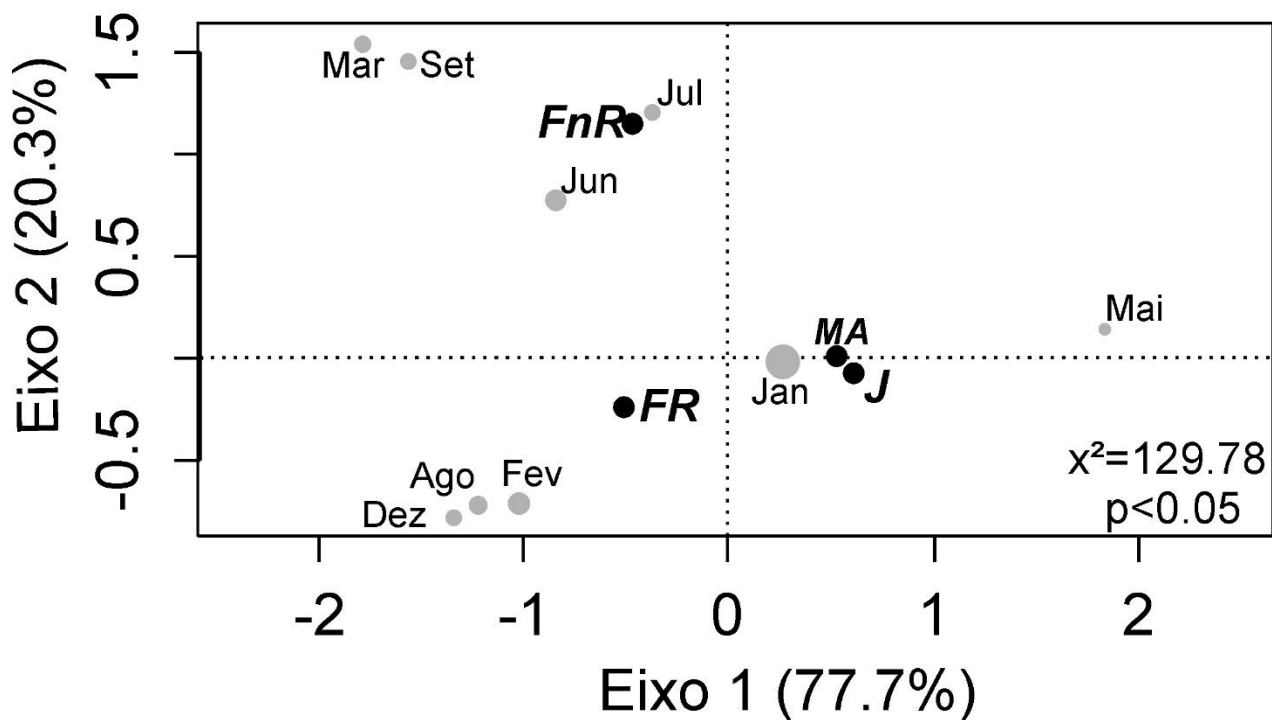


Figura 6. *Artemesia longinaris*. Análise de Correspondência da abundância de grupos demográficos (J = juvenis, FR= Fêmeas reprodutivas, FnR = Fêmeas não reprodutivas, MA= Machos adultos) os meses do ano amostrados na Enseada da Fortaleza. Na parte inferior o resumo estatístico do teste de chi-quadrado de Pearson para aleatoriedade da associação observada.

Tabela 1. Média das variáveis ambientais amostradas durante as estações do ano. (T.S. = temperatura de superfície; D.P. = desvio padrão; T.F. = temperatura de fundo; S.S. = salinidade de superfície; S.F. = salinidade de fundo;

Meses	T.S. $\pm$ D.P	T.F. $\pm$ D.P	S.S $\pm$ D.P	S.F $\pm$ D.P
Novembro	23,9 $\pm$ 0,53	23,8 $\pm$ 0,42	34,4 $\pm$ 1,27	36,6 $\pm$ 0,98
Dezembro	23,7 $\pm$ 0,99	19,7 $\pm$ 1,58	32,9 $\pm$ 1,35	34,1 $\pm$ 1,07
Janeiro	27,1 $\pm$ 1,14	24,4 $\pm$ 0,90	33,4 $\pm$ 1,90	35,1 $\pm$ 0,69
Fevereiro	27,4 $\pm$ 0,67	25,0 $\pm$ 0,96	34,4 $\pm$ 0,53	35,6 $\pm$ 0,53
Março	28,0 $\pm$ 0,58	26,3 $\pm$ 1,25	31,1 $\pm$ 4,98	34,1 $\pm$ 0,90
Abril	26,5 $\pm$ 0,50	25,9 $\pm$ 0,19	33,9 $\pm$ 0,90	35,1 $\pm$ 0,38
Maio	25,6 $\pm$ 0,44	25,2 $\pm$ 0,27	32,3 $\pm$ 0,76	33,1 $\pm$ 1,21
Junho	22,3 $\pm$ 0,27	22,2 $\pm$ 0,27	32,9 $\pm$ 1,21	33,4 $\pm$ 1,13
Julho	21,1 $\pm$ 0,19	21,0 $\pm$ 0,00	34,3 $\pm$ 0,49	33,1 $\pm$ 1,21
Agosto	21,8 $\pm$ 0,49	21,6 $\pm$ 0,35	33,6 $\pm$ 0,98	33,9 $\pm$ 0,38
Setembro	23,9 $\pm$ 0,24	23,5 $\pm$ 0,41	32,0 $\pm$ 1,63	33,3 $\pm$ 1,25
Outubro	24,6 $\pm$ 0,35	23,6 $\pm$ 0,19	31,0 $\pm$ 1,15	31,5 $\pm$ 1,38

Tabela 2. Resumo dos resultados da Análise de Correspondência Canônica (ACC).

*Coeficientes iguais ou superiores a 0,4 ou inferiores ou iguais a -0,4 são considerados ecologicamente importantes (ver Rakocinski et al.1996).

	CCA 1	CA 2
Autovalor	0,104	-
% de explicação	100,0	-
Jovens	0,558	0,662
Fêmeas Reprodutivas	-0,187	-0,222
Temperatura fundo	0,612*	0
Salinidade fundo	0,933*	0
Matéria Orgânica	-0,629*	0

DISCUSSÃO

O padrão reprodutivo e de recrutamento observado nesta enseada foi considerado sazonal, porém, sabe-se que o camarão *A. longinaris* possui uma reprodução contínua na região de Ubatuba, pois em estudos de CASTILHO et al (2007a), na mesma região, os autores encontraram fêmeas reprodutivas e juvenis ao longo de todos os anos de coleta (5 anos e meio). A Enseada da Fortaleza possui uma baixa média de profundidade, com isso as condições ambientais dentro dela, como temperatura e salinidade não são muito favoráveis para o estabelecimento da espécie. Segundo BOSCHI (1969a), RUFFINO e CASTELLO (1992), FRANSOZO et al. (2004) e COSTA et al. (2005) e SANCINETTI et al (2014) a espécie ocorre principalmente em águas com temperatura entre 15° e 21°C, podendo ser considerada uma espécie de águas frias.

O principal pico de fêmeas reprodutivas e juvenis (janeiro) ocorreu logo após uma grande queda na temperatura de fundo no mês de dezembro. Essa queda da temperatura de fundo possivelmente seja reflexo das características físicas e químicas produzidas pela massa de água ACAS na região. Segundo PIRES-VANIN et al., (1993) na região de Ubatuba, no fim da primavera início do verão, verifica-se uma estratificação na coluna de água pela intrusão da ACAS, que devido ao movimento ciclônico de corrente superficial, atinge camadas mais superficiais. Essa movimentação de massas além de transportar águas frias, transporta também muitos nutrientes, que proporciona o crescimento fitoplânctonico, que é a base da cadeia trófica marinha.

Entre os fatores proximais da reprodução, a temperatura é considerada um fator importante na regulação do período de desova de peneídeos (DALL, et al., 1990). O pico de fêmeas reprodutivas em janeiro pode ser associado a diminuição da temperatura de fundo,

resultado esse que já foi encontrado por CASTILHO et al., (2007a) e SANCINETTI et al (2015). A correlação negativa entre a temperatura de fundo e as fêmeas reprodutivas apontada pela CCA reforça essa hipótese, visto que a medida que a temperatura diminui, a quantidade de fêmeas reprodutivas aumenta. Espécies como *P. muelleri*, *A. longinaris* e *Macropestasma africanus* (Balss, 1913) possuem uma história evolutiva vinculada a águas oceânicas frias (BOSCHI, 1969a; NASCIMENTO, 1981; DALL et al., 1990; RUFFINO, 1991; BOSCHI, 2000; CHA et al., 2002; COSTA, 2004 e FRANSOZO et al., 2004), com isso, diferentemente de outros peneídeos que possuem desovas associados a temperaturas mais altas (PÉREZ FARFANTE, 1969; CROCOS, 1987a,b; DALL et al., 1990 e BAUER E LIN, 1994), esses animais possuem picos relacionados a temperaturas baixas.

Além de baixas temperaturas, a massa de água ACAS também tem por característica aumentar a disponibilidade de alimentos, que pode estar relacionado ao aumento de fêmeas reprodutivas e juvenis neste período. O aumento da disponibilidade de alimento tanto para as fêmeas reprodutivas quanto para as larvas é um fator determinante para a seleção do período reprodutivo para os invertebrados marinhos (THORSON, 1950; SASTRY, 1983; BAUER E LIN, 1994; CASTILHO et al., 2007b; KOELLER et al., 2009). Em estudo de COSTA e FRANSOZO (2004) sobre a reprodução dos camarões peneídeos na região, os autores mostraram a importância dos efeitos provocados pela ACAS no período de desova e recrutamento do *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1874).

A CA mostrou que as fêmeas reprodutivas e os machos adultos estiveram relacionados ao mês de janeiro, o fato deles estarem relacionados ao mesmo mês, deve-se provavelmente a situação de cópula, na qual segundo DALL et al (1990) o acasalamento de espécies de tético fechado, o macho corteja a fêmeas quando ela está próxima a sofrer muda. A fêmea sinaliza

a receptividade sexual por meio de ferormônios, atraindo assim o macho para cópula (PRIMAVERA, 1985 e DALL et al 1990).

O período reprodutivo e recrutamento do camarão *A. longinaris* na Enxada da Fortaleza se mostrou sazonal neste estudo, devido provavelmente a falta de condições favoráveis dentro da enseada. O pico de fêmeas reprodutivas e jovens ocorreu nos meses nos quais as condições ambientais foram mais favoráveis como temperaturas fria, salinidade alta e aumento da disponibilidade de nutrientes. Nos demais meses, apesar de não terem sido amostradas, sabe-se que a espécie está se reproduzindo de forma contínua, possivelmente em regiões mais profundas. Pois nos estudos de CASTILHO et al (2007a), os indivíduos foram amostrados em maiores profundidades (de 5 a 45 metros) e apresentaram reprodução e recrutamento contínuo.

Os resultados obtidos neste estudo mostraram como determinadas regiões podem apresentar particularidades com relação a reprodução e recrutamento, com isso, as medidas de manejo devem ser precisas para que haja eficiência na proteção das espécies. A crescente exploração do camarão *A. longinaris*, como mostra o trabalho de COSTA et al. (2016), que dentre os camarões capturados pela pesca artesanal em Macaé -RJ, *A. longinaris* é responsável por 51,49% da captura seguida de *X. kroyeri* com 27,49% e *P. muelleri* com 20,62%. Tendo em vista que o período de defeso na região sul/sudeste é baseado no recrutamento do camarão rosa e que este ocorre de 1 de março a 31 de maio, o pico de reprodução do camarão *A. longinaris* está exposto a intensa atividade pesqueira da região, o que a longo prazo vem mostrando prejuízos na abundância da espécie.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR, A.T, MALPICA, Z.C.; URBINA, B.V. 1995 *Dinamica de poblaciones de peces*. Primera Edición, Ed. Libertad, 304pp.
- ARAGÓN-NORIEGA, E.A. e GARCÍA-JUAREZ, A.R. 2007. Comparison of two methods to determine the maturity period in penaeid shrimps (Decapoda, Penaeidae). *Crustaceana*, 80: 513-521.
- 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. 1992. Testing generalizations about latitudinal variation in reproduction and recruitment patterns with sicyoniid and caridean shrimp species. *Invertebrate Reproduction and Development*, 22(1-3): 193-202.
- BAUER, R.T. e 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..
- BAUER, R.T. e VEGA, L.W.R. 1992. Pattern of reproduction and recruitment in two sicyoniid shrimps species (Decapoda: Penaeoidea) from a tropical seagrass habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 161: 223-240
- BOSCHI, E.E. 1963 Los camarones comerciales de la familia Penaeidae de la costa Atlantica de America del Sur. *Boletim do Instituto de Biologia Marinha*, 3: 1-39.
- BOSCHI, E.E. 1969a Estudio biológico pesquero del camarón *Artemesia longinaris* Bate, 1888. de Mar del Plata. *Boletim do Instituto de Biologia Marinha*, 18: 1-47.
- BOSCHI, E.E. 2000 Species of decapod crustaceans and their distribution in the marine zoogeographic provinces. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero.*, 13: 7-136.
- CARBONELL, A.; GRAU, A.; LAURENCE, V.; GOMEZ, C. 2006. Ovary development of the red shrimp, *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) from the Northwestern Mediterranean Sea. *Crustaceana*, 79: 727-743.
- CASTILHO, A.L.; COSTA, R.C. da; FRANSOZO, A.; BOSCHI, E.E. 2007a. Reproductive pattern of the South American endemic shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda,

- Penaeidae), off the coast of São Paulo State, Brazil. *Revista de Biología Tropical*, 55: 39-48.
- CASTILHO, A.L.; GAVIO, M.A.; COSTA, R.C.; BOSCHI, E.E.; BAUER, R.T.; FRANSOZO, A. 2007b Latitudinal variation in structure and maturity size in the South American endemic shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea). *Journal of Crustacean Biology*, 27:1-12.
- CHA, H.K.; OH C.; HONG S. Y.; PARK K.Y. 2002 Reproduction and population dynamics of *Penaeus chinensis* (Decapoda, Penaeidae) on the western coast of Korea, Yellow Sea. *Fisheries Research*, 56: 25-36.
- COSTA, R.C. e FRANSOZO, A. 2004 Abundance and ecologic distribution of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Crustacea: Penaeidae) in the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Journal of Natural History*, 38: 901-912.
- COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; PINHEIRO, A.P. 2004 Ecological distribution of the shrimp *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Decapoda: Penaeoidea) in southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, 529(1-3): 195-203.
- COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; CASTILHO, A.L.; FREIRE, F.A. 2005 Annual, seasonal and spatial variation of abundance of the shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea) in south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 85(01): 107-112.
- 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.
- COSTA, R.C.; CARVALHO-BATISTA, A.; HERRERA, D. R.; PANTALEÃO, J.A.F.; TEODORO, S.D.S.A.; MAIA, T. 2016 Carcinofauna acompanhante da pesca do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* em Macaé, Rio de Janeiro, Sudeste Brasileiro. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42(3), 611-624.
- CROCOS, P.J. 1987a Reproductive dynamics of the grooved tiger prawn, *Penaeus semisulcatus*, in the North-Western Gulf of Carpentaria, Australia. *Aust. Journal Mar. Freshw. Res.*, 38:79-90.

- CROCOS, P.J. 1987b Reproductive dynamics of the tiger prawn *Penaeus esculentus*, and a comparison with *P. semisulcatus*, in the north-western Gulf of Carpentaria, Australia. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research.*, 38: 91– 102.
- DALL, W.; HILL, B.J.; ROTHLSBERG, 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.
- Franco, A. C. N. P., Schwarz Junior, R., PIERRI, N., & 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.; MANTELATTO, F.L. 2004 Ecological Distribution of the Shrimp “Camarão Serrinha” *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeidea) in Fortaleza Bay, Ubatuba, Brazil, in Relation to Abiotic Factors. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero.*, 16: 43-50.
- GAVIO, M.A. e BOSCHI, E.E. 2004 Biology of the shrimp *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) from Mar Del Plata coast, Argentina. *Nauplius*, 12: 83-94.
- GIESEL, J.T. 1972. Sex ratio, rate of evolution and environmental heterogeneity. *American Naturalist*, 106:380-387.
- JONGMAN, R.; TER BRAAK, C.J.F.; VAN TONGEREN, O. 1995. Data Analysis in Community and Landscape Ecology. *Cambridge University Press, Cambridge*. 299 p.
- KOELLER, P.; FUENTES-YACO, C.; PLATT, T.; SATHYENDRANATH, S.; RICHARDS, A.; OUELLET, P.; ORR, D.; SKÚLADÓTTIR, U.; WIELAND, K.; SAVARD, L.; ASCHAN, M. 2009. Basin-scale coherence in phenology of shrimps and phytoplankton in the North Atlantic ocean. *Science*, 324: 791 - 793.
- NASCIMENTO, P. A. M. 1981 Variações no tamanho médio de maturação em *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Crustacea: Decapoda: Penaeidae). *Naturalia*, 6: 33-42.
- OKSANEN, J.F., BLANCHET, G., KINDT, R., LEGENDRE, P., MINCHIN, P.R., O'HARA, R.B., SIMPSON, G.L., SOLYMOS, P., STEVENS, M.H.H.; WAGNER, H. 2012. Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.0-5. <http://CRAN.Rproject.org/package=vegan>.

- PÉREZ-FARFANTE, I. 1969 Western Atlantic shrimps of genus *Penaeus*. *Fishery Bulletin*, 67(3): 461-590.
- PÉREZ-FARFANTE, I. e 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., p.233.
- PIRES-VANIN, A.M.S.; MATSUURA, Y. 1993. Estrutura e função do ecossistema de plataforma continental da região de Ubatuba, Estado de São Paulo: uma introdução. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 10: 1-8.
- PRIMAVERA, J.H. 1985 A review of maturation and reproduction in close thelycum penaeids. In: TAKI, Y.; LLOBRERA, J.A. (Eds.), Proceedings 1st International Conference on the Culture of Penaeid Prawns/Shrimps. SEAFDEC, Iloilo City, Filipinas. p. 47-64.
- RAKOCINSKI, C.F.; LYCZKOWSKI-SHULTZ, J.; RICHARDSON, S.L. 1996 Ichthyoplankton assemblage structure in Mississippi Sound as revealed by canonical correspondence analysis. *Estuarine and Coastal Shelf Science* 43: 237-257. <http://dx.doi.org/10.1006/ecss.1996.0067>.
- RUFFINO, M.L.; CASTELLO, J.P. 1992 Alterações na ictiofauna acompanhante da pesca do camarão barba-ruça (*Artemesia longinaris*) nas imediações da Barra de Rio Grande, Rio Grande do Sul – Brasil. *Nerítica*, Curitiba, 7(1-2): 43-55.
- RUFFINO, M.L. 1991 Dinâmica populacional do camarão *Artemesia longinaris* BATE, 1888, Decapoda, Penaeidae, do sul do Brasil.
- 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.
- 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.
- SOMERS, I.F. 1987. Sediment type as a factor in the distribution commercial prawn species in the Western Gulf, Australia. *Australian Journal of Marine Freshwater Research*, 38: 133-149.

- THORSON G. 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biological Review* 25:1-45.
- VAZZOLER, A.E.M. 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teorias e prática*. Ed. EDUEM, Maringá. 169pp.
- YANO I. 1995. Maturação final do ovócito, desova e acasalamento em camarão peneídeo. *Journal of Experimental de Biologia Marinha e Ecologia*, 193 (1-2): 113-118.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As variáveis ambientais, assim como a abundância e estrutura populacional do camarão *A. longinarius* mostraram relevantes alterações ao longo de um intervalo de 20 anos na Enseada da Fortaleza. Segundo resultados obtidos neste trabalho, as alterações no sedimento refletiram diretamente na redução da abundância da espécie. Uma clara sedimentação causou a diminuição da profundidade da enseada e alterou as características granulométricas dos transectos. Os principais transectos de ocorrência de *A. longinarius* (I, VI e VII) no primeiro período eram mais profundos e composto por um sedimento mais heterogêneo. As modificações no sedimento no segundo período tornaram esses transectos compostos por grande quantidade de areia fina e muito fina e houve um aumento de silte+argila. Provavelmente, esta sedimentação foi causada pela interação de fenômenos naturais (como as condições hidrodinâmicas locais e os eventos de El Niño/La Niña), e atividades humanas (como o crescimento urbano e turismo).

A espécie *A. longinarius* possui uma historia de vida vinculada a águas frias e migração junto a ACAS. Os menores reflexos dessa massa de água dentro da enseada da Fortaleza podem ter ocasionado uma redução do número de indivíduos no segundo período. Associado a isso, a intensa atividade de pesca de arrasto existente na região de Ubatuba, que causa frequente desestabilização das comunidades bentônicas e as mudanças que ocorreram no sedimento, como o aumento da quantidade de silte+argila pode ter contribuído para uma menor abundância da espécie. Além de menor abundância, os indivíduos apresentaram menores tamanhos no segundo períodos. No primeiro período a média de tamanho da população foi de 15,6mm e no segundo 14,3 mm. Alguns fatores podem ter contribuído para a redução do tamanho da *A. longinarius*, neste intervalo de 20 anos. A intensa atividade pesqueira e a falta de condições ambientais mais favoráveis para a espécies no segundo

período são os principais deles. As fêmeas adultas em ambos os períodos obtiveram médias de tamanho maiores que os machos adultos (período 1 - machos 14,5 mm e fêmeas 16,8 mm e período 2 - machos 11,3 mm e fêmeas 13,6 mm). O fato das fêmeas desses camarões serem maiores que os machos, se deve a processos de reprodução, no qual as fêmeas tendem a crescer mais que os machos para ter maior produção de ovos. Em ambos os períodos a razão sexual foi a favor das fêmeas. A razão sexual a favor do número de fêmeas, pode ser devido ao comportamento das fêmeas, no qual um único macho pode copular várias fêmeas, ou pelo fato das fêmeas serem maiores e com isso ficarem mais vulneráveis a captura pela malha da rede, ou os machos apresentarem maior mortalidade.

A reprodução e recrutamento foram analisados apenas com as coletas do segundo período (novembro/2008 a outubro/2009) e foram considerados sazonais com fêmeas reprodutivas e juvenis em apenas alguns meses do ano. Porém, sabe-se que a espécie se reproduz de forma contínua na região (Castilho et al.2007). Os picos de reprodução nos meses de janeiro e fevereiro podem ser associados a reflexos da ACAS na região. Essa massa tem por características diminuir a temperatura da água de fundo e aumentar a produtividade primária, proporcionando maior quantidade de alimento. O aumento da disponibilidade de alimentos é um fator chave na ocorrência de picos de reprodução e recrutamento. Diversos autores sugerem que o período reprodutivo desta espécie é modulado por um conjunto de fatores ambientais, como temperaturas, salinidade e disponibilidade de alimento.

A Enseada da Fortaleza foi recentemente estabelecida como APA (Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte - Setor Cunhambebe; Decreto n ° 53 525, 08 de outubro de 2008), nesta região a pesca comercial é proibida, permitida apenas para subsistência das comunidades tradicionais e pesca amadora. Com essa medida, espera-se que haja a

preservação dos estoques pesqueiros e exploração racional. Tal medida ainda não trouxe reflexos positivos para o camarão *A. longinaris*, porém estudos futuros podem trazer a respostas mais claras.