

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – CAMPUS DE BOTUCATU

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ZOOLOGIA

TESE DE DOUTORADO

**Biologia populacional dos camarões
Xiphopenaeus spp. Smith, 1869 e *Rimapenaeus
constrictus* (Stimpson, 1871) (Decapoda,
Penaeidae) na região sudeste do Brasil**

Veronica Pereira Bernardes

Orientador: Prof. Dr. Rogério Caetano da Costa

Botucatu – SP

2023

Biologia populacional dos camarões
Xiphopenaeus* spp. Smith, 1869 e *Rimapenaeus
***constrictus* (Stimpson, 1871) (Decapoda,**
Penaeidae) na região sudeste do Brasil

Veronica Pereira Bernardes

Orientador: Prof. Dr. Rogério Caetano da Costa

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

Botucatu – SP

2023

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

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Bernardes, Veronica Pereira.

Biologia populacional de dois camarões penaeideos
Rimapenaeus constrictus (Stimpson, 1874) e *Xiphopenaeus*
kroyeri (Heller, 1862) na região sudeste do Brasil / Veronica
Pereira Bernardes. - Botucatu, 2023

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio
de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu
Orientador: Rogério Caetano da Costa
Capes: 20400004

1. Camarão. 2. População. 3. Proteção ambiental.
4. Reprodução.

Palavras-chave: Camarão; Penaeoidea; População; Proteção
ambiental; Reprodução.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes” (Marthin Luther King)

Dedico esta Tese aos meus pais e minha avó, pelo apoio pois não mediram esforços para que eu realizasse mais uma etapa na minha vida!

E aos meus filhos lindos que amo muito

Diogo e Cecília!

À Deus por me conceder a vida e a capacidade de realizar tudo que acreditei ser capaz de fazer e por ter me dado força nos momentos mais difíceis não deixando que eu desistisse. Pelas inúmeras vezes que pedi para me manter atenta, calma e proteção nas estradas.

Ao meu orientador, prof. Dr. *Rogério Caetano da Costa* agradeço muito por ter “aberto as portas” do LABCAM (Laboratório de Biologia de Camarões Marinhos e de Água Doce) e ter me acolhido. Agradeço também a oportunidade de ter realizado algumas coletas em Ubatuba e pelas valiosas sugestões e críticas nos trabalhos, que contribuíram muito para minha formação e por sempre responder as minhas dúvidas referentes aos trabalhos.

Ao professor Dr. *Adilson Fransozo* (Zoologia, IB/UNESP/Botucatu) o qual sou grata por me apresentar ao mundo dos crustáceos e me ensinou o que é pesquisa, desde minha iniciação científica que fiz na UNESP até o final de minha trajetória. Agradeço por todo suporte desde as coletas até ao laboratório que foi utilizado para obter os dados, os quais foram imprescindíveis tanto no mestrado quanto no doutorado. Sem esse suporte, hoje eu não teria a oportunidade de defender a minha tese. Obrigada!

À Dra. *Maria Lúcia Negreiros-Fransozo* (Zoologia, IB/UNESP/Botucatu) pelo exemplo profissional e por estar sempre disposta a ajudar e compartilhar o conhecimento.

Aos Professores Dra. *Maria Lúcia Negreiros-Fransozo* e Dr. *Fernando Luis Medina Mantelatto* (Biologia, FFCLRP/USP/Ribeirão Preto) pelas valiosas sugestões e críticas nos trabalhos, que contribuíram muito para minha formação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de doutorado concedida com o processo # 140756/2019-1.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP): processo # 94/4878-8 que custeou a obtenção do veículo para transporte dos membros do NEBECC para atividade de campo sob coordenação da Profa. Dra. *Maria Lucia Negreiros- Fransozo* e para o primeiro período de coleta (processo #95/2833-0) as despesas relativas ao desenvolvimento do trabalho foram custeadas pelo Prof. Dr. *Fernando L. M. Mantelatto*. No segundo período de coleta (2016/2017) os gastos foram custeados pelos professores *Adilson Fransozo e Rogério C. Costa*.

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

Aos colegas de laboratório do NEBECC e LABCAM que participaram das coletas, *Thiago, Aline, Camila, Jeniffer, Gabriel, Camilo, Francislene, Júlia, Abner, Emerson (Cotia)*. Ao pescador *Djalma Rosa (Passarinho)*, pela competência, dedicação e momentos de descontrações durante as coletas.

Ao meu colega de laboratório *Alexandre Marques de Oliveira (Xandinho)* que me ajudou com as análises estatísticas, dando dicas e sugestões tanto na execução deste estudo como nos demais, obrigada por dividir todo seu conhecimento e experiência. Obrigada *Xandinho* pelas inúmeras vezes que me socorreu com as explicações no WhatsApp com os áudios e as reuniões pelo Meet. Gratidão!

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 difíceis coletas, sem as quais seria impossível a realização desta tese.

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

Ao Prof. Dr. *Raoul Henry* (Zoologia, IB/UNESP/Botucatu) pelo empréstimo dos equipamentos necessários para análise da matéria orgânica do sedimento.

Aos Professores *Dr. Gustavo M. Teixeira* (Ecologia/ UEL/ Londrina-PR) e *Dra. Luciana S. Andrade* (Biologia, GEPEAA/UFTM/ Iturama-MG) - por todas as preciosas sugestões e correções no meu exame de qualificação.

Aos funcionários do Departamento de Zoologia: *Flávio da Silva, Hamilton A. Rodrigues, Juliana Ramos, Roseli Aguiar, Silvio César de Almeida* e à Seção de Pós-Graduação: *Davi Müller, Herivaldo M. Santos, Luciene J. Tobias e Luciana Campos*. Agradeço também as meninas da limpeza, em especial à *Dona Maria*. Muito obrigada a todos, pela grande paciência, competência e profissionalismo.

À MSc. *Nelci de Lima Stripari* além de ser uma professora, amiga foi uma mãe, obrigada pela oportunidade de ir ao curso de Biologia Marinha e conhecer o professor Adilson. Grata por fazer parte dessa minha trajetória e por sempre acreditar em mim.

Ao meu parceiro, amigo e esposo *Guilherme* que mesmo em meus momentos de desespero e ansiedade sempre esteve ao meu lado. Obrigada por ser esse pai maravilhoso e por sempre cuidar da nossa princesa. Te amo!

E principalmente minha mãe, se eu cheguei até aqui foi com seu apoio e incentivo desde a graduação até o doutorado, principalmente no último ano acolhendo e cuidando do Diogo durante meu mestrado, sei que não foi fácil, pois foram muitas batalhas e dificuldades, mas Deus sempre nos dá forças para que a gente não desista, não tenho palavras para agradecer tudo o que fez mim. Obrigada!

E a todos aqueles que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização de mais esta etapa em minha vida, meus sinceros agradecimentos. Obrigada!

Sumário

Considerações iniciais.....	1
Referências	8
Capítulo I.....	13
Aspectos populacionais de <i>Xiphopenaeus</i> spp. (Decapoda, Penaeidae), o camarão de maior importância comercial no litoral norte paulista. ..	13
Resumo.....	14
Introdução	15
Discussão	31
Referências	37
Capítulo II	46
Biologia reprodutiva do camarão <i>Rimapenaeus constrictus</i> (Stimpson, 1871) (Crustacea, Penaeoidea) em uma Área de Proteção Ambiental... 	46
Resumo	47
Introdução	48
Resultados.....	55
Discussão	61
Referências	66
Capítulo III.....	72
20 anos de exploração pesqueira no litoral norte de São Paulo: reflexos na estrutura populacional de <i>Rimapenaeus constrictus</i> (Stimpson, 1871) (Crustacea, Penaeoidea)	72
Resumo	73
Introdução	74
Material e Métodos	76
Resultados.....	80
Discussão	86
Referências	89
Considerações finais.....	96

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

.

Considerações iniciais

Caracterização das espécies

De acordo com alguns autores (Pérez-Farfante e Kensley, 1997; Costa et al. 2003), a ordem Decapoda compreende duas subordens, ou seja, Dendrobranchiata e Pleocyemata. A primeira subordem, apresenta a superfamília Penaeoidea, com cinco famílias, como segue: Aristeidae Wood-Mason, 1891, Benthescymidae Wood-Mason, 1891, Penaeidae Rafinesque, 1815, Sicyoniidae Ortmann, 1898 e Solenoceridae Wood-Mason, 1891. A segunda subordem (Pleocyemata) está organizada em infra ordens, do seguinte modo: Caridea, Stenopodidea, Palinuridea, Astacidea, Anomura e Brachyura (Williams, 1984; Brusca e Brusca, 2007).

A superfamília Penaeoidea é caracterizada por apresentar os três primeiros pares de pereopodos quelados com forma e tamanhos similares, a pleura do segundo somito abdominal sobrepõe a terceira, mas não a primeira e as brânquias são do tipo dendrobranquia (Pérez Farfante 1988). Nos machos o petasma é formado no primeiro par de pleópodos pela união dos endopoditos modificados, localizado no primeiro somito abdominal e com expansões laterais. Com relação as fêmeas o téllico está situado ventralmente na base entre o quarto e quinto par de pereiópodos (Costa *et al.* 2003).

Em peneóideos como *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888, *Penaeus paulensis*, Pérez-Farfante, 1967, *P. Brasiliensis* Latreille, 1817 e *P. Subtilis* Pérez Farfante, 1967, as fêmeas não encubam os ovos fecundados, os quais são liberados diretamente na coluna d'água, sendo a fecundação externa. As larvas eclodem como náuplius, o qual é considerado como um carácter diagnóstico dentre os decápodes (Bauer, 2004) e pode emergir do ovo em menos de um

dia. Os estágios larvais subsequentes são protozoa e mysis, nos quais se inicia a alimentação em meio ao fitoplâncton (Dall et al, 1990).

Dentre a família Penaeidea podemos encontrar 10 espécies de camarões comercialmente exploradas, além disso, D’Incao *et al.* (2002) destacaram que ao longo da costa Sudeste do Brasil, são explorados principalmente as duas espécies de camarões-rosa *P. brasiliensis* e *P. paulensis* além do sete-barbas *X. kroyeri*, barba-ruça *A. longinaris*, santana *Pleoticus muelleri* (Spence Bate, 1888) e branco *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936 e outras da fauna acompanhante como *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1871), *Sicyonia dorsalis* Kingsley, 1878 *S. typica* (Boeck, 1864), *S. laevigata* Stimpson, 1871.

O gênero *Rimapenaeus* diferencia-se dos demais peneídeos pela presença do plug espermático em fêmeas. Durante a cópula, o macho libera o espermatóforo conjuntamente com um material viscoso e transparente, que posteriormente se solidifica quando em contato com a água e suas propriedades químicas no téllico da fêmea formando o plug espermático (Bauer e Min, 1993). A possibilidade de identificação desta estrutura abre caminho para responder várias questões relativas à reprodução da espécie, como a identificação do período de cópula (Bauer, 1992).

Rimapenaeus constrictus (Stimpson, 1871) popularmente conhecido como esta espécie possui uma ampla distribuição geográfica em quase todo o Atlântico Ocidental, desde Nova Escócia no Canadá até Santa Catarina no Brasil (Pérez-Farfante e Kensley, 1997; Robert et al, 2007). Devido sua abundância em águas rasas esta espécie está entre os peneídeos mais capturados, como fauna acompanhante na pesca de arrasto (Mantelatto *et al.* 2016). Embora não tenha valor econômico, desempenha um importante papel ecológico na cadeia trófica marinha (Costa e Fransozo, 2004). Tem

preferência por sedimento heterogêneo, temperatura entre (21°C e 26°C) e alta salinidade (Costa e Fransozo, 2004; Hiroki *et al.* 2011). *Rimapenaeus constrictus* completa seu ciclo de vida em águas próximas à costa (Bauer e Lin 1994).

O camarão *X. kroyeri* distribui-se amplamente no Atlântico Ocidental-Colômbia, Venezuela, Guiana, Suriname, Guiana Francesa e Brasil (Maranhão, Rio Grande do Norte, Alagoas, Sergipe, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina) (Gusmão *et al.* 2006; Carvalho-Batista *et al.* 2019; Kerkhove *et al.* 2019). Esse camarão recebe várias denominações nas suas diferentes áreas de ocorrência. Nos Estados Unidos é chamado de “seabob shrimp”, na Venezuela de “camarón blanco”, na Guiana Francesa de “coarse shrimp” e “large prawn”, no Suriname de “Redi Sara- Sara” e “Bigi Sara-Sara”, no norte do Brasil de camarão chifrudo e no resto do país de camarão sete barbas (Holthuis, op.cit).

O camarão sete-barbas tem preferência por sedimento fino devido seu comportamento de se enterrar (Freire *et al.* 2011), temperatura entre (21°C e 26°C) e alta salinidade (Costa *et al.* 2007). Esta espécie não apresenta migrações de recrutamento entre os ambientes marinho e estuarino, como ocorre com muitos camarões desta família, permanecendo no ambiente marinho durante todo ciclo de vida (Boos *et al.* 2016). Em geral, a maturação e a desova dos indivíduos ocorrem em águas mais distantes da linha de costa, enquanto o crescimento está associado a ambientes rasos (Dall *et al.* 1990). As áreas preferenciais de ocorrência do camarão sete-barbas são ambientes marinhos com até 30 m de profundidade e fundo de areia e lama, temperatura da água entre 15°C e 30°C e salinidade entre 9,0 e 36,5 (Branco *et al.* 1999; Costa *et al.* 2003; Branco, 2005).

O ciclo de vida do camarão sete-barbas é curto (cerca de dois anos ou menos); porém, a capacidade reprodutiva é elevada, apresentando reprodução contínua com dois ou mais picos reprodutivos anuais (Graça-Lopes *et al.* 2007; Fernandes *et al.* 2011). Isso confere vantagens adicionais à sobrevivência da espécie ao longo das áreas de distribuição e frente a exploração da pesca extrativa (Fernandes *et al.* 2011).

Dentre os recursos alimentares preferenciais do camarão sete-barbas destacam-se detritos orgânicos, microalgas bênticas e outros crustáceos, tais como copépodos, anfípodos, ostracódas e camarões, mais presas como foraminíferos, poliquetos, briozoários e moluscos também são registrados em sua dieta (Branco e Moritz Jr, 2001; Branco, 2005; Willems *et al.* 2016).

Pesca e regulamentação

A pesca artesanal é caracterizada por embarcações de pequeno porte, em sua maioria sem casario, que operam sem recursos de conservação da produção a bordo, efetuando viagens diárias (“sol a sol”) e arrastos de aproximadamente 4 horas; enquanto a industrial é constituída por embarcações de porte grande que realizam viagens de alguns dias e conservam a produção em freezer (Graça-Lopes *et al.* 2002; Santos *et al.* 2008). No entanto, ambos os tipos de pescarias possuem baixa seletividade devido aos apetrechos de pesca comumente utilizado (Keunecke *et al.* 2007). Sendo assim, todos os organismos que partilham do mesmo hábitat com as espécies-alvo sofrem as consequências da atividade pesqueira (Grabowski, 2017).

O fato dessa atividade não ser seletiva desperta diversas preocupações devido aos sérios impactos causados nos ecossistemas costeiros marinhos e, por consequência, para parte da sociedade, em especial os pecadores, os quais são dependentes de inúmeros recursos oferecidos por estes ambientes (Branco e Fracasso, 2004; Mantelatto

et al. 2016). Além de mudanças na estrutura da cadeia alimentar, alterações sobre a abundância e distribuição das espécies, os efeitos da pesca nos ecossistemas também incluem diminuição da captura e do tamanho assintótico dos indivíduos, remoção de populações que constituem a fauna acompanhante; redução da complexidade de habitats; ressuspensão de sedimento superficial e a alteração da estrutura da comunidade bentônica como um todo (Kaiser *et al.* 2002; Silva *et al.* 2013).

Devido ao incremento da atividade de pesca de camarões ao longo da costa brasileira demandou a adoção de instrumentos legais para sua regulamentação. Em 1983 foi implantado o defeso compreendendo 120 dias entre 1º de fevereiro e 31 de maio. Porém, diversas medidas tomadas pela própria Superintendência do Desenvolvimento da Pesca – SUDEPE levaram à minimização dos resultados obtidos por esta medida de controle chegando até a não aplicá-lo em 1988.

No entanto, em 2001 o período de fechamento da estação de pesca foi estabelecido entre 1º de março e 31 de maio (Portaria Normativa 07/4/2001 IBAMA/MMA). Após a realização de estudos pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis – IBAMA, em parceria com a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República - SEAP/PR, decretou-se em 2006 um período de defeso específico para proteção do recrutamento de imaturos do camarão sete-barbas (Instrução Normativa IBAMA nº 91/2006).

Em 2008, a Instrução Normativa IBAMA nº 91/2006 foi revogada e alterou-se o período de defeso dos camarões e, esta medida encontra-se em vigor para as regiões sul e sudeste do país (Instrução Normativa IBAMA nº 189/2008). Por fim, a Portaria SAP/MAPA nº 656, de 30 de março de 2022 alterou-se novamente o defeso e a partir de 2023 a pesca fica proibida de 28 de janeiro a 30 de abril para as regiões sul e sudeste.

Nesse sentido, as principais medidas adotadas para o manejo pesqueiro foram o estabelecimento do período de defeso acima citado com a proibição da prática da pesca de arrasto motorizada para a captura dos camarões *P. paulensis*, *P. Brasiliensis* e *P. subtilis*, *X. kroyeri*, *P. schmitti*, *P. muelleri* e *A. longinaris*, anualmente (Portaria SAP/MAPA nº 656, de 30 de março de 2022). No entanto, é necessário que os planos de manejo levem em consideração não apenas as espécies-alvo, mas também a fauna que compõe o *by-catch*.

O presente estudo foi conduzido na Enseada de Ubatuba, situada uma recente Área de Proteção Ambiental (APA), durante dois períodos distintos; de setembro/1995 a agosto/1996, e de setembro/2016 a agosto/2017, o qual visou à obtenção de importantes informações sobre as mudanças na estrutura de *R. constrictus* num intervalo de 20 anos e, os aspectos populacionais e reprodutivos das espécies frente às mudanças de algumas variáveis ambientais, como temperatura e salinidade da água a fim de fornecer subsídios para futuras modificações de planos de manejos.

O tema escolhido da tese está direcionado para o estudo da biologia populacional de duas espécies de peneídeos, sendo o mesmo dividido em três capítulos:

CAPÍTULO I: Aspectos populacionais de *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda, Penaeoidea), o camarão de maior importância comercial no litoral norte paulista.

CAPÍTULO II: Biologia reprodutiva do camarão *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1871) (Crustacea, Penaeoidea) em uma Área de Proteção Ambiental

CAPÍTULO III: 20 anos de exploração pesqueira no litoral norte de São Paulo: reflexos na estrutura populacional de *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1871) (Crustacea, Penaeoidea)



Figura 1. Vista lateral de um indivíduo de *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1871).



Figura 2. Vista lateral de um indivíduo de *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862).

Referências

- 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: 139–202.
- Bauer, R.T. 2004. Remarkable shrimps: adaptations and natural history of the carideans. Norman: University of Oklahoma Press, 296p.
- Bauer, R.T., e Min, L.J. 1993. Spermatophores and plug substance of the marine shrimp *Trachypenaeus constrictus* (Crustacea: Decapoda: Penaeidae): Formation in the male reproductive tract and disposition in the inseminated female. *Biological Bulletin*, 185: 174-175p.
- 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.
- Boos H., Costa R.C., Santos R.A.F., Dias-Neto J., Severino Rodrigues E., Rodrigues L.F., D'Incao F., Ivo C.T.C., Coelho P.A. 2016. Avaliação dos camarões peneídeos (Decapoda: Penaeidae). In: Pinheiro M e Boos H (Eds). Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014, Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Carcinologia, Porto Alegre, Brasil, p. 300-317.
- Branco, J.O., Lunardon-Branco, M.J., Souto, F.X., Guerra, C.R. 1999. Estrutura populacional do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), na Foz do Rio Itajaí-Açú, Itajaí, SC, Brasil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 42: 115-126.
- Branco, J.O., e Moritz Junior, H.C. 2001. Alimentação natural do camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Decapoda), na Armação Itapocoroy, Penha, Santa Catarina. *Revista Brasileira de Zoologia*, 18: 53 – 61.
- Branco, J.O., e 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. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21: 295-301.

Branco, J.O. 2005. Biologia e Pesca do camarão Sete-Barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Penaeidae), na armação do Itapocory, Penha Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22: 1050-1062

Carvalho-Batista, A., Terossi, M., Zara, F.J., Mantelatto, F.L., Costa, R.C. 2019. A multigene and morphological analysis expands the diversity of the seabod shrimp *Xiphopenaeus* Smith, 1869 (Decapoda: Penaeidae), with descriptions of two new species. *Scientific Reports*, 9, 15281.

Costa, R.C., e Fransozo, A. 2004a. Abundance and ecologic distribution of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Crustacea: Penaeidae) on the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Journal of Natural History*, 38: 901-912.

Costa, R.C., Fransozo, A., Freire, F.A.M., Castilho, A.L. 2007. Abundance and ecological distribution of the “seabob shrimp” *Xipohpenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda: Penaeoidea) in three bays of the Ubatuba region, South-eastern Brazil. *Gulf and Caribbean Research*, 19: 33-41.

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., e Fransozo, A. 2004b. Reproductive biology of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Decapoda: Penaeidae) in the Ubatuba region of Brazil. *Journal of Natural History*, 24: 274-281p.

Dall, W., Hill, B.J., Rothlisberg, P.C., Staples, D.J. 1990. The biology of the Penaeidae. In: *Advances in Marine Biology*, edited by Blaxter, J. H. S. A. J. Southward. San Diego, Academic Press, 27, 489p.

D’Incao, F., Valentini, H., Rodrigues, L. F. 2002. Avaliação da pesca de camarões nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. *Atlântica*, 24:10316.

Fernandes, L.P., Silva, A.C., Jardim, L.P., Keunecke, K.A., Di Benedetto, A.P.M. 2011. Growth and recruitment of the Atlantic seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller,

1862) (Decapoda, Penaeidae) on the coast of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. *Crustaceana*, 84: 1465–1480

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 Marine Science*. 40: 325–330.oral norte do Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42: 369-386.

Grabowski, R.C. 2017. Variação geográfica dos camarões Dendrobranchiata nas regiões sudeste e sul do Brasil: teste de hipóteses sobre o paradigma do efeito latitudinal. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, AC: Zoologia) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, Botucatu, SP

Graça Lopes, R., Tomás, A.R.G., Tutui, S.L.S., Severino Rodrigues, E., Puzzi, A. 2002. Comparação da dinâmica de desembarques de frotas camaroeiras do estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 28: 163 – 171.

Gusmão, J., Lazoski, C., Monteiro, F.A., Solé-Cava, A.M. 2006. Cryptic species and population structuring of the Atlantic and Pacific seabob shrimp species, *Xiphopenaeus kroyeri* and *Xiphopenaeus riveti*. *Marine Biology*, 149: 491.

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, 1871) (Decapoda, Penaeidae) In Two Locations off the Southeastern Brazilian Coast. *Marine Bioogy Research*, 7: 176-185.

Holthuis, L.D. 1980. Shrimps and Prawns of the Word. An annotated Catalogue of Species of Interest to Fisheries. FAO. Fisheries Synopsis, 125:1- 261 p.

IBAMA. 2001. Relatório da reunião técnica de ornamento da pesca de arrasto nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. Unpublished Manuscript, 45p.

IBAMA. 2008. IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). Instrução Normativa Nº 189, de 23 de setembro de 2008. 3p.

- 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.
- Kerkhove, T. R., Boyen, J., De Backer, A., Mol, J. H., Volckaert, F. A., Leliaert, F., De Troch, M. 2019. Multilocus data reveal cryptic species in the Atlantic seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea: Decapoda). *Biological Journal of the Linnean Society*, 127: 847-862.
- Keunecke, K.A., Vianna, M., Fonseca, D.B., D’Incao, F. 2007. The Pink-Shrimp Trawling Bycatch in the Northern Coast of São Paulo, Brazil, With Emphasis on Crustaceans. *Nauplius*, 15: 49-55.
- Mantelatto, F.L., Tamburus, A.F., Carvalho-Batista, A., Si, N.R., Buranelli, R.C., Pantaleão, J.A.F., Teles, J.N., Zara, F.J., Carvalho, F.L., Bochini, G.L., Terossi, M., Robles, R., Castilho, A.L., Costa, R.C. 2022. Checklist of decapod crustaceans from the coast of the São Paulo state (Brazil). *Zootaxa*, 74 pp.
- Pérez-Farfante, I. 1988. Illustrated key to penaeoid shrimps of commerce in the Americas. NOAA Tech Rep NMFS. 64:1–32.
- Pérez Farfante, I., e Kensley, B. 1997. Penaeoid and Sergestoid Shrimps and Prawns of the World. Keys and Diagnoses for the Families and Genera (Paris: Éditions du Muséum National D’histoire Naturelle), 233pp.
- Robert, R., Borzone, C.A., Natividade, C.D. 2007. Os Camarões Da Fauna Acompanhante Na Pesca Dirigida Ao Camarão-Sete-Barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) no Litoral do Paraná. *Boletim do Instituto de Pesca*, 33: 237-246p.
- Santos, J.L., Severino-Rodrigues E. Vaz-Dos-Santos, A.M. 2008. Estrutura populacional do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* nas regiões estuarina e marinha da Baixada Santista, São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 34: 375-389.
- Silva, C.N., Broadhurst, M.K., Medeiros, R.P., Dias, J.H. 2013. Resolving Environmental Issues In The Southern Brazilian Artisanal Penaeid-Trawl Fishery Through Adaptive Co-Management. *Marine Policy*, 42: 133–141.
- SUDEPE/PDP, 1988. Relatório da Reunião do Grupo Permanente de Estudos, GPE, de

camarões Sudeste/Sul. Realizada no período de 31 de Agosto a 4 de Setembro de 1987 em Itajaí/SC. Unpublished Report, 78p.

Willems, T., De Backer, A., Kerkhove, T., Dakriet, N. N., De Troch M., Vincx, M., Hostens, K. 2016. Trophic ecology of Atlantic sea-bob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri*: Intertidal benthic microalgae support the subtidal food web off Suriname. Estuarine Coastal and Shelf Science, 182: 146-157.

Capítulo I

**Aspectos populacionais de *Xiphopenaeus* spp.
Smith, 1869 (Decapoda, Penaeidae), o camarão
de maior importância comercial no litoral
norte paulista.**

Resumo

Este estudo analisou a biologia populacional de *Xiphopenaeus* spp. quanto aos seguintes aspectos: razão sexual, distribuição de frequência por classe de tamanho, período reprodutivo e recrutamento juvenil. Coletas mensais foram realizadas de setembro de 2016 a agosto de 2017 utilizando barco de pesca camaroeiro equipado com rede do tipo *double rig*. Os espécimes foram mensurados no comprimento da carapaça (CC). O período reprodutivo e o recrutamento foram estimados com base na presença de fêmeas reprodutivas e, de juvenis. Diferenças na proporção sexual foram analisadas com teste binomial. Ao longo do período de amostragem, foram analisados 11520 espécimes de *Xiphopenaeus* spp. sendo 5683 machos e 5837 fêmeas, dos quais 8463 adultos e 3053 juvenis. O comprimento da carapaça variou de 7.8 a 29.0 CC mm para machos e 4.3 CC a 30.3 CC mm para as fêmeas. A atividade reprodutiva foi constante durante o período de amostragem, apresentando picos em outubro, janeiro, fevereiro e maio, coincidindo com os meses em que a temperatura de fundo variou de 25.0 a 27.5 °C. Os juvenis foram registrados durante todos os meses amostrados com um único pico em março. Embora o período reprodutivo e o recrutamento foram contínuos, ocorreram picos sazonais durante o período de estudo.

Palavras-chave: pesca, peneídeos, dinâmica populacional, recrutamento, padrão reprodutivo, defeso.

Introdução

O camarão *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) destaca-se entre os penaeídeos de interesse comercial devido a sua grande biomassa em regiões rasas e, por essa razão, esses locais sofrem constantes distúrbios provocados pela pesca de arrasto (Costa *et al.* 2007). Tal atividade desordenada em conjunto com planos de manejo inadequados pode desequilibrar as comunidades biológicas, (Mantelatto e Fransozo, 1999), gerando perdas significativas na biomassa e biodiversidade (Castilho *et al.* 2008b; Grabowski *et al.* 2016).

Tais danos podem afetar a estrutura populacional de muitas espécies, seja pela captura dos juvenis ou de fêmeas reprodutivas, causando um declínio nas populações, principalmente, dos espécimes que são alvos da pesca. Devido essa intensa exploração nos ecossistemas costeiros, isso tem chamado a atenção da comunidade científica e de órgãos governamentais (Andriguetto- Filho *et al.* 2016), tornando evidente que o monitoramento da biologia de toda biodiversidade deve ser contínuo.

Com o intuito de minimizar esses impactos foram determinados no litoral norte do estado de São Paulo, medidas de gerenciamento pesqueiro atuais como área de proteção ambiental (APA) Litoral Norte- Setor Cunhambebe e o período de defeso (meses de proibição da pesca). Essas medidas protetivas funcionam de maneira espacial e temporal (Silva *et al.* 2013), ou seja, a APA visa proteger locais abaixo dos 5 metros de profundidade sendo proibida a pesca em qualquer época do ano.

Por outro lado, o período defeso até 2022 proibia a pesca a partir de 1º de março a 31 de maio (IBAMA, 2008) entre as divisas dos estados de Espírito Santo e Rio de Janeiro até o Rio Grande do Sul. A partir de 2023 segundo a Portaria SAP/MAPA nº 656, de 30 de março de 2022 o defeso no Sudeste e Sul brasileiros será entre 28 de

janeiro a 30 de abril de cada ano. O defeso é uma medida protetiva alternativa, porém, em ambiente natural não existe uma sincronia do ciclo reprodutivo de todas as espécies de camarões capturadas em especial as de interesse comercial (Lopes *et al.* 2017). A nova portaria do defeso incluiu o mês de fevereiro para aumentar a proteção dos estoques do camarão sete barbas.

Contudo, a nova portaria do defeso foi proposta a partir de pressões de pescadores catarinenses que apontaram que os dados reprodutivos do camarão sete-barbas não estavam totalmente em sincronia com o defeso atual. Independente do período de defeso, se o anterior ou o que virá, não distingue as diferentes espécies de camarões marinhos capturados comercialmente, em relação aos períodos de defeso estipulados ou zonas de exclusão de pesca (Silva *et al.* 2019). Relata-se ainda, que a retirado do mês de maio do defeso, não prejudicará a migração dos juvenis de camarões rosa entre as zonas estuarinas e marinhas.

Portanto, torna-se essencial o conhecimento sobre a biologia populacional das espécies, as quais são importantes para a compreensão de uma população e de como ela interage com seu habitat. Tais informações podem ser desenvolvidas a partir de medidas de distribuição de classe de tamanho, proporção sexual (Nakagaki e Pinheiro 1999; Lopes *et al.* 2010), duração, local do período reprodutivo e recrutamento de uma determinada espécie sendo fundamental para elaboração de uma estratégia eficiente de manejo (Shih *et al.* 2009), fornecendo dados ecológicos importantes para a conservação do estoque em toda sua área de ocorrência (Hekcler *et al.* 2013).

Entre os estudos realizados com a espécie *X. kroyeri* ao longo do litoral paulista, alguns autores tem focado sobre aspectos de sua biologia populacional com enfoque na reprodução e recrutamento (Nakagaki e Negreiros-Fransozo, 1998; Castro *et al.* 2005;

Costa *et al.* 2011; Almeida *et al.* 2012; Heckler *et al.* 2013; Castilho *et al.* 2015; Grabowski *et al.* 2016), bem como crescimento e longevidade (Grabowski *et al.* 2014; Miazaki *et al.* 2021). Esses estudos apontaram uma reprodução e recrutamento contínuo de *X. kroyeri* ao longo do ano, com variações temporais nos picos de desovas, na proporção sexual, diferenças no tamanho e na longevidade entre machos e fêmeas e, com machos apresentando coeficiente de crescimento maior que em fêmeas.

Embora tenham vários estudos com a espécie, para manter este recurso é necessário adotar um plano de pesca eficaz que, inclua o conhecimento do período de seu recrutamento (Fernandes *et al.* 2011) e reprodução. A partir destes resultados testaremos a hipótese de que o período reprodutivo e o recrutamento não estavam de acordo com fechamento da pesca (defeso) antigo. Diante disso, torna-se essencial estudos periódicos de sua biologia populacional para colaborar no gerenciamento de planos de manejo que protegem de forma eficiente os espécimes contra a superexploração comercial. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi estudar a biologia populacional de *Xiphopenaeus* spp. analisado sua razão sexual, distribuição de frequência por classe de tamanho em relação ao período reprodutivo e recrutamento juvenil.

Material e Métodos

Área 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°C;

salinidade < 36), Água Tropical (AT: temperatura > 20°C; salinidade > 36) e Água Central do Atlântico Sul (ACAS: temperatura < 18°C; salinidade < 36) (Castro- Filho *et al.* 1987; Odebrecht e Castello, 2001). Durante o final da primavera e início do verão, a ACAS penetra na camada inferior da plataforma continental na região de Ubatuba, formando uma termoclina principalmente nas profundidades acima de 20 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).

Amostragem dos camarões e monitoramento de fatores ambientais

As coletas foram realizadas mensalmente setembro/2016 a agosto/2017 (após a implantação do MPA), utilizando um barco de pesca camaroeiro com rede “double-rig”, medindo 8 metros de comprimento, abertura da boca de 4,5 metros, 20 milímetros entrenós na panagem e 18 milímetros no ensacador. Foram estabelecidos 5 transectos dentro da Enseada de Ubatuba e cada transecto foi percorrido a uma velocidade média de aproximadamente 1,5 nós com uma extensão de 2 km, com duração de 30 min. A posição inicial das estações de amostragem foi determinada com um Sistema de Posicionamento Global (GPS) garantindo o mesmo local de amostragem em todas as coletas e a ecossonda foi utilizada para monitorar a profundidade. Ao final de cada arrasto, os camarões coletados eram transportados em caixa térmica para o laboratório onde foram identificados de acordo com D’Incao (1995) e Costa *et al.* (2003) contados e separados quanto ao sexo (presença de petasma em machos e téllico em fêmeas). Os dados obtidos foram agrupados por estação do ano da seguinte forma: setembro-novembro = primavera, dezembro-fevereiro = verão, março-maio = outono e junho-agosto = inverno. As amostras de água de fundo foram obtidas com uma garrafa

Nansen, da qual temperatura de fundo (TF) e salinidade de fundo (SF) foram mensuradas com auxílio de um termômetro e um refratômetro, respectivamente. Amostras de sedimento de fundo foram coletadas com pegador de Van Veen, para analisar textura do sedimento (valores de phi) e teor de matéria orgânica (% MO). Detalhes sobre esses procedimentos podem ser encontrados em Bernardes *et al.* (2020).

Durante o período de amostragem, restrições logísticas e de tempo não permitiram analisar e medir cada indivíduo coletado em uma amostra grande. Assim, separamos aleatoriamente uma subamostra de 250 g de cada amostra para análise. Os camarões foram medidos em relação ao comprimento da carapaça (CC) (distância da margem posterior da carapaça até o ângulo pós-orbital) usando um paquímetro (com precisão de 0,1 mm). Os camarões foram separados em duas categorias demográficas: machos com a presença de um petasma e fêmeas presença de um télico (Pérez-Farfante 1988). As fêmeas menores que 13.5 mm CC foram consideradas juvenis, de acordo com o tamanho médio de aquisição da maturidade sexual (Fransozo *et al.* 2000). Em relação aos machos foram considerados adultos com endopoditos do primeiro par de apêndices abdominais unidos (petasma) e se desunidos juvenis (Boschi e Scelzo, 1977).

A condição reprodutiva das fêmeas foi determinada por observações macroscópica do grau de desenvolvimento ovário (como cor e volume ocupado pelas gônadas), utilizando o método adaptado de Bauer e Lin (1994) e Costa e Fransozo (2004). Os camarões foram classificados em três estágios de desenvolvimento: adultos rudimentares com gônadas (RU), em desenvolvimento (ED) e desenvolvidas (DE). O período reprodutivo foi calculado seguindo a técnica de Bauer e Lin (1994) e os estágios ED+DE foram agrupados como fêmeas reprodutivas. Os machos foram considerados no estágio rudimentar (RU) quando as ampolas terminais estavam vazias (Nakagaki e

Negreiros-Fransozo 1998). Se os espermatóforos fossem visíveis e ocupassem parte (em desenvolvimento -ED) ou a ampola terminal toda (desenvolvida- DE), os machos eram classificados como machos portadores de espermatóforos (Castilho *et al.* 2012). O período reprodutivo foi determinado agrupando os estádios ED+DE como fêmeas reprodutivas (RE). No presente estudo, o recrutamento refere-se aos menores indivíduos (estágio imaturo) vulneráveis aos apetrechos de pesca utilizados. O recrutamento foi determinado mensalmente pela proporção de juvenis em relação ao número total de adultos amostrados durante o período de estudo.

Análise de dados

Inicialmente, os dados foram explorados e avaliados outliers, multicolinearidade, linearidade das variáveis, homocedasticidade e normalidade, conforme protocolo proposto por Zuur *et al.* (2010). A colinearidade foi verificada por meio do fator de influência da variância ($vif > 3,0$) (Zuur *et al.*, 2010). As variáveis ambientais foram padronizadas usando a função “decostand” do pacote “vegan” (Oksanen *et al.*, 2019) para R (R Development Core Team, 2019). A distribuição de frequência de comprimento dos espécimes foi com classes de tamanho de CC de 2 mm para cada sexo, e o teste T de Student foi usado para comparar o tamanho entre os sexos.

A verificação da distribuição da variável resposta foi feita pela função “fitDist” do pacote “gamlss”, através do menor valor do Critério de Informação Generalizada de Akaike (GAIC; Rigby e Stasinopoulos, 2005). Modelos aditivos generalizados para localização, escala e forma (GAMLSS) por função de ligação logit distribuição normal foram utilizados para investigar a ocorrência de fêmeas maduras de *X. kroyeri* com o mês e as variáveis ambientais (TF e SF).

Segundo Stasinopoulos e Rigby (2007), *gamlss* é um pacote de R para o desenvolvimento de modelos semiparamétricos, em que a distribuição da variável resposta (contínua ou discreta) pode apresentar características assimétricas e não mesocúrticas (distribuições assimétricas), e a parte sistemática é estendida para permitir modelar os parâmetros de uma dada distribuição por funções paramétricas e/ou não paramétricas de variáveis explicativas e/ou termos de efeitos aleatórios. Posteriormente, o “stepAICall.A” foi utilizado para realizar a seleção do modelo stepwise usando um GAIC incluindo ou não os efeitos aleatórios, e o modelo com o menor GAIC foi selecionado. O efeito aleatório (transecto) também foi incluído devido a medidas repetidas realizadas nos dados de coleta do transecto. A função *smooth* cs() foi utilizada na variável salinidade de fundo para o melhor ajuste devido à relação de não linearidade com a variável resposta. Posteriormente, as variáveis categóricas significativas foram testadas por análise de contraste, utilizando o pacote “emmeans” (Russell, 2020). Todas as análises foram realizadas usando R (R Core Team, 2019), considerando $\alpha = 0,05$.

Razão sexual

A razão sexual foi estimada como o quociente entre o número de machos e o número total de indivíduos nas amostras de cada mês. Os desvios de uma razão sexual de 1:1 foram testados usando um teste binomial ($\alpha = 0,05$) (Wilson e Hardy 2002).

Resultados

Para *Xiphopenaeus* spp. foram obtidos 11520 espécimes amostrado, sendo 5683 machos e 5 837 fêmeas, dos quais 7701 adultos e 3053 juvenis e 766 fêmeas reprodutivas. O comprimento da carapaça (CC) dos camarões variou de 7.8 e 29.0 mm para machos e 4.3 a 30.3 mm para as fêmeas. No geral, o tamanho médio das fêmeas foi maior que os machos 17.3 ± 3.0 mm CC e 16.5 ± 2.6 mm CC, respectivamente, ($t = 12.994$, $df = 6973.5$, $p < 0.05$). Para os adultos, os machos foram mais abundantes nas classes de tamanho intermediarias de 14.0 e 20.0 CC mm e as fêmeas de 14.0 a 18.0 CC mm. Apenas as fêmeas atingiram as classes de tamanhos de maiores faixas de tamanhos. Os juvenis ocuparam as classes de tamanhos iniciais e foram mais abundantes de 10.0 e 12.0 CC mm (Figura 1).

Os machos e fêmeas adultos foram observados durante o ano todo; as fêmeas RU e os machos ED foram mais abundantes nos meses de setembro, maio, junho e agosto, e os machos DE em outubro, dezembro e fevereiro (Figura 2). A atividade reprodutiva das fêmeas foi constante durante todo período de amostragem, apresentando picos nos meses de outubro, janeiro, fevereiro e maio (Figura 3). A presença de juvenis na região de estudo também foi contínua, com maiores incidência em novembro e março (Figura 4).

A abundância de fêmeas reprodutivas de *Xiphopenaeus* spp. durante o período amostrado, foram explicadas pelas variáveis abióticas temperatura de fundo (TF) e salinidade de fundo (SF) mensalmente (Tabela 1, Figura 5). Este modelo selecionado apresentou elevado coeficiente de determinação ($R^2 = 92.46\%$; $GAIC = -164.46$). A ocorrência de fêmeas reprodutivas de *Xiphopenaeus* spp. foi maior com o aumento da TF (GAMLSS; Tabela 2; Figura 5). Em relação à SF, houve um aumento na ocorrência

de fêmeas reprodutivas com a elevação da salinidade, mas estabilizou acima de 34ppt (GAMLSS; Tabela 1; Figura 5). A abundância de juvenis foi inversamente proporcional em relação a SF, com o aumento da salinidade houve uma redução dos juvenis, por outro lado, a TF não foi significativa (Tabela 2; Figura 6). Em geral a razão sexual não houve diferença significativa (teste binomial, $p = 0,152$). Mensalmente, houve um desvio na razão sexual a favor dos machos nos meses de outubro, janeiro, fevereiro e maio e a favor das fêmeas em novembro, março e agosto (teste binomial, $p = 0,001$) (Tabela 3).

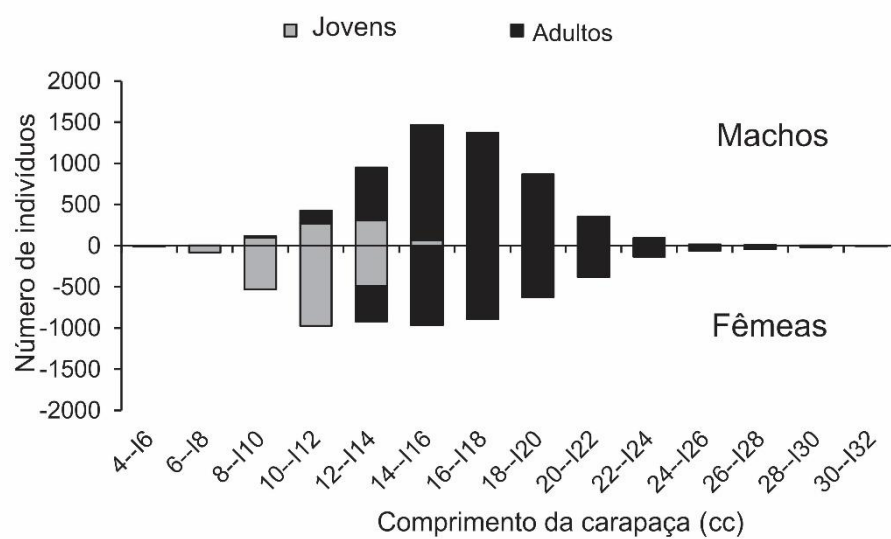


Figura 1. *Xiphopenaeus* spp. Distribuição do número de juvenis e adultos por classes de tamanho (CC) na Enseada de Ubatuba- SP.

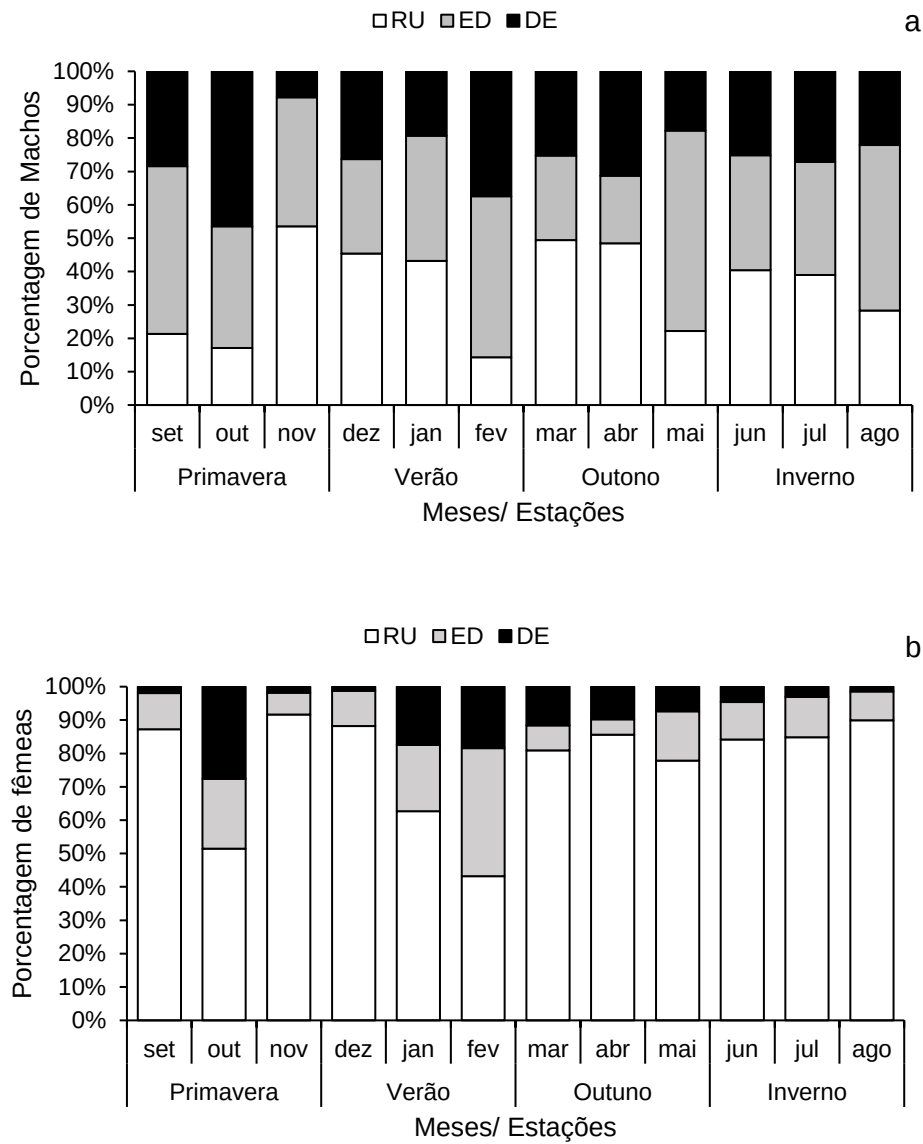


Figura 2. *Xiphopenaeus* spp. Abundância mensal do percentual dos e estágios das ampolas terminais em machos (a) e gônadas em fêmeas (b), na Enseada de Ubatuba-SP.

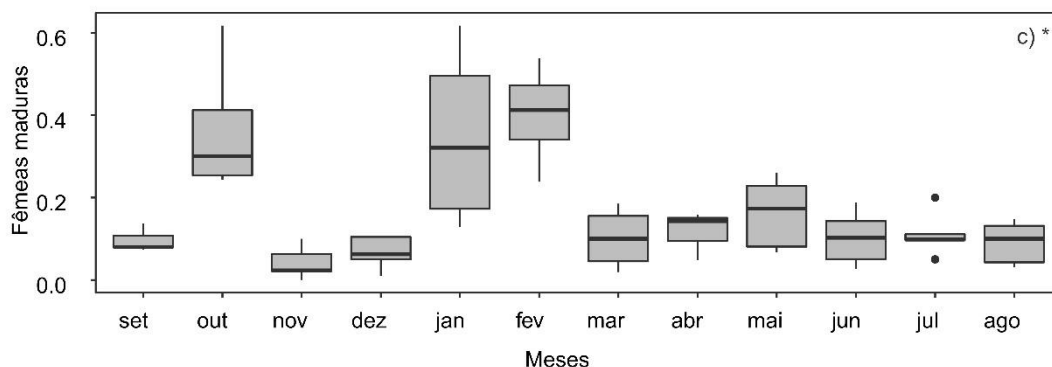


Figura 3. *Xiphopenaeus* spp. Distribuição mensal de fêmeas maduras, as barras horizontais nos gráficos de caixa indicam mediana, 25º percentil, 75º percentil limites das caixas e barras verticais os valores mínimo e máximo na Enseada de Ubatuba-SP.

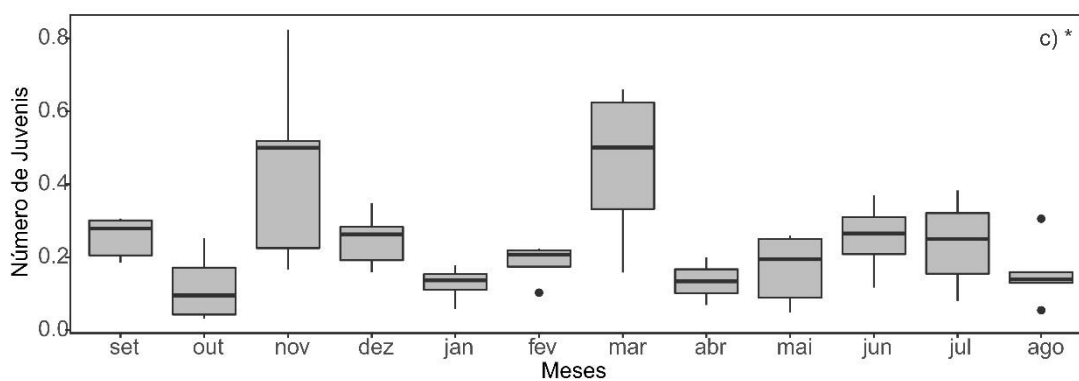


Figura 4. *Xiphopenaeus* spp. Distribuição mensal de juvenis amostrados, as barras horizontais nos gráficos de caixa indicam mediana, 25º percentil, 75º percentil limites das caixas e barras verticais os valores mínimo e máximo na Enseada de Ubatuba-SP. * indica diferença significativa ($\alpha < 0.05$).

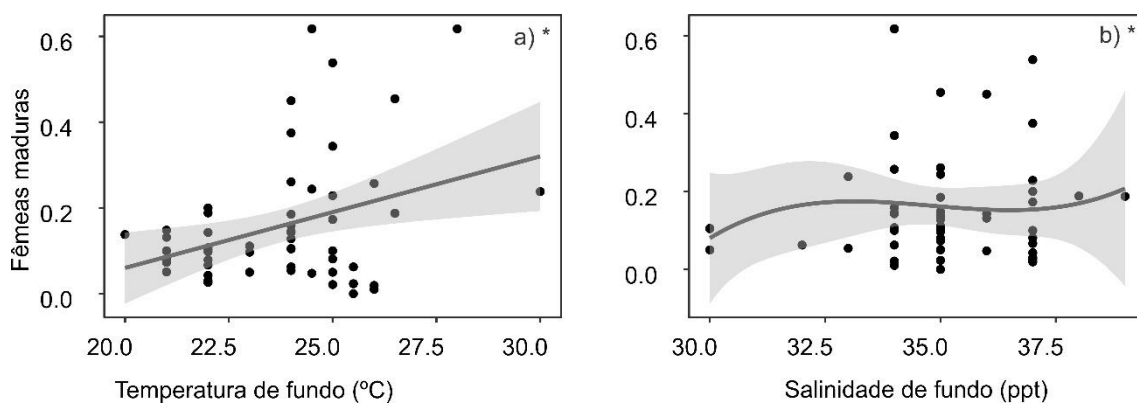


Figura 5. *Xiphopenaeus* spp. Fêmeas maduras em relação a salinidade (a) temperatura (b) de setembro de 2016 a agosto de 2017 (c), na Enseada de Ubatuba-SP. * indica relação significativa ($\alpha < 0.05$).

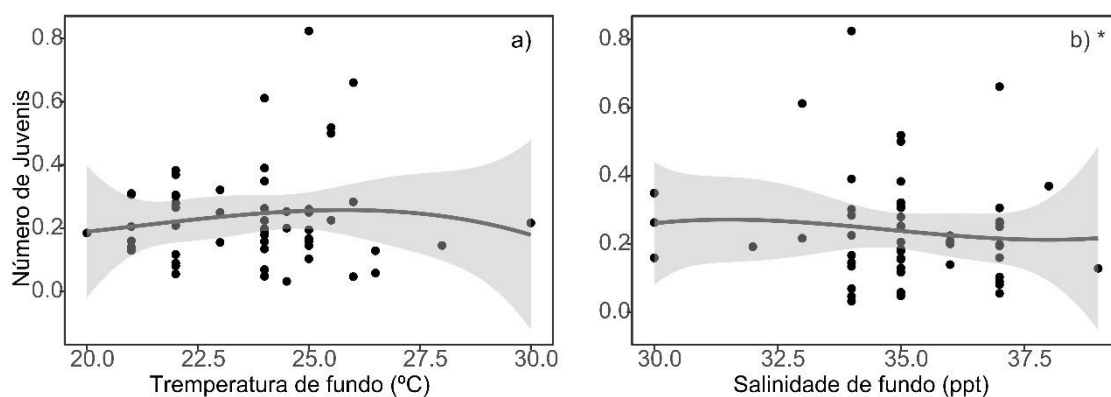


Figura 6. *Xiphopenaeus* spp. Porcentagem de juvenis em relação a temperatura (a), salinidade de fundo (b) amostrados de setembro de 2016 a agosto de 2017, na Enseada de Ubatuba, São Paulo, Brasil. * indica relação significativa ($\alpha < 0.05$).

Tabela 1. Resultados de modelos aditivos generalizados para localização, forma e escala (GAMLSS) com o melhor modelo ajustado, relacionando as variáveis abióticas (temperatura de fundo e salinidade) e Mês com a porcentagem de fêmeas maduras, coletadas durante setembro de 2016 a agosto de 2017, na Enseada de Ubatuba, São Paulo, Brasil.

Modelo: % fêmeas maduras ~ Mês + cs(SF, df=2) + TF, sigma.formula = ~ Mês + TF + cs(SF, df=2), família = Logit Distribuição Normal, dados = UBA, métodos = RSQ, traço = FALSO (AIC = -164.46)				
Mu coef.	Coef. Estim.	Desv. pad	valor t	Pr (> t)
Intercept	20.0184	0.0977	204.700	< 2e-16
Mês(Out)	3.9786	0.1015	39.172	< 2e-16
Mês(Nov)	1.5030	0.2616	5.745	8.86e-06
Mês(Dez)	0.4696	0.0977	4.804	8.47e-05
Mês(Jan)	6.9345	0.1238	55.994	< 2e-16
Mês(Fev)	6.5013	0.0932	69.707	< 2e-16
Mês(Mar)	1.8568	0.1140	16.280	9.35e-14
Mês(Abr)	1.6271	0.1661	9.791	1.77e-09
Mês(Mai)	3.3308	0.2483	13.413	4.55e-12
Mês(Jun)	0.4282	0.3287	1.303	0.2061
Mês(Jul)	0.7561	0.2011	3.760	0.0010
Mês(Ago)	-0.2819	0.1750	-1.611	0.1214
cs(SF, df=2)	-	0.0055	-35.522	< 2e-16
TF	-0.7100	0.0058	-121.046	< 2e-16
Sigma coef.				
Intercept	45.8124	11.4739	3.993	0.0006
Mês(Out)	5.5928	2.4627	2.271	0.0332
Mês(Nov)	6.7011	2.9357	2.283	0.0324
Mês(Dez)	-2.6199	2.7459	-0.954	0.3503
Mês(Jan)	9.0877	3.5825	2.537	0.0187
Mês(Fev)	6.2999	2.4006	2.624	0.0154
Mês(Mar)	4.4821	2.1199	2.114	0.0460
Mês(Abr)	3.9946	2.1590	1.850	0.0777
Mês(Mai)	5.5577	2.3999	2.316	0.0302
Mês(Jun)	1.4854	0.6364	2.334	0.0291
Mês(Jul)	2.6101	1.3011	2.006	0.0572
Mês(Ago)	-0.1879	0.5774	-0.325	0.7479
TF	-1.5710	0.6695	-2.347	0.0283
cs(SF, df=2)	-	0.2166	-1.706	0.1021

Tabela 2. Resultados de modelos aditivos generalizados para localização, forma e escala (GAMLSS) com o melhor modelo ajustado, relacionando as variáveis abióticas (temperatura de fundo e salinidade) e Mês com a porcentagem de juvenis coletados, durante setembro de 2016 a agosto de 2017, na Enseada de Ubatuba, São Paulo, Brasil.

Model: %Juvenis ~ Mês + random(Transectos), sigma.formula = ~ cs(BT, df=3) + random(Transectos) + cs(BS, df=3), família = Logit Distribuição Normal, dados = UBA, métodos = RSQ, trace = FALSO (AIC = -119.87)				
Mu coef.	Coef. Estim.	Desv.pad	valor t	Pr (> t)
Intercept	-1.1533	0.0117	-98.212	< 2e-16
Mês(Out)	-2.0870	0.2343	-8.904	3.28e-09
Mês(Nov)	1.0462	0.2851	3.669	0.0011
Mês(Dez)	-0.0971	0.1107	-0.877	0.3889
Mês(Jan)	-0.8654	0.0130	-66.629	< 2e-16
Mês(Fev)	-0.4446	0.0117	-37.859	< 2e-16
Mês(Mar)	1.3174	0.2351	5.602	8.05e-06
Mês(Abr)	-0.9967	0.3992	-2.496	0.0195
Mês(Mai)	-0.5911	0.3908	-1.512	0.1430
Mês(Jun)	0.2653	0.0935	2.741	0.0111
Mês(Jul)	-0.0818	0.2823	-0.290	0.7742
Mês(Ago)	-0.7726	0.0572	-13.488	6.03e-13
Sigma coef.				
Intercept	-4.3438	2.9648	-1.465	0.1554
cs(TF, df=3)	-	0.0620	-1.846	0.0768
cs(SF, df=3)	-	0.0585	2.901	0.0076

Tabela 3. Razão sexual por mês dos indivíduos coletados na Enseada de Ubatuba- SP.

	Mês	Machos	Fêmeas	Total	Binomial
Primavera	Set	486	540	1026	p= 0.094
	Out	370	284	654	p= 0.000
	Nov	412	730	1142	p= 0
	Dez	576	522	1098	p= 0.106
Verão	Jan	550	342	892	p= 0
	Fev	448	350	798	p= 0.000
	Mar	386	690	1076	p= 0
Outono	Abr	247	203	450	p= 0.040
	Mai	660	564	1224	p= 0.006
	Jun	542	572	1114	p= 0.376
Inverno	Jul	450	384	834	p= 0.023
	Ago	556	656	1212	p= 0.004

Discussão

Estrutura populacional

No presente estudo foi possível observar os indivíduos de todos os grupos demográficos (jovens e adultos) e dos estágios de desenvolvimento gonadal de *Xiphopenaeus* spp. Tais resultados, sugerem que a Enseada de Ubatuba pode ser ideal para o estabelecimento de toda população e, utilizada como local de reprodução, assentamento, recrutamento e crescimento dos juvenis. Os resultados também indicaram que não houve segregação entre as categorias demográficas, ou seja, jovens e adultos ocorrem no mesmo local.

Entre os Penaeoidea é comum as fêmeas serem maiores que os machos (Boschi, 1989). Geralmente os machos apresentam coeficiente de crescimento mais alto que as fêmeas resultando em um crescimento assintótico mais baixo e, consequentemente machos menores que as fêmeas na mesma idade (Grabowski *et al.* 2014; Castilho *et al.* 2015; Miazaki *et al.* 2021), essa característica morfológica está diretamente relacionada com a reprodução em camarões Dendrobranchiata.

Moraes *et al.* (2018), ao analisar a variação morfométrica de *X. kroyeri*, afirmaram que a alteração encontrada no comprimento do cefalotórax, possivelmente, pode estar associada ao desenvolvimento gonadal. Sendo assim, quanto maior tamanho e o peso das fêmeas como diferença funcional, pode relacionar-se à necessidade de acomodar os ovários e outros órgãos reprodutivos (Hartnoll, 1982), correspondendo a uma maior produção de ovócitos e um aumento na fecundidade (Gab-Alla *et al.* 1990; Costa e Fransozo 2004 e Castilho *et al.* 2007). Tal fato poderia explicar a predominância de fêmeas nas classes de maiores amplitudes de tamanho. Esse padrão também foi observado por Castilho *et al.* 2007a, Costa *et al.* 2010 para *Artemesia*

longinaris Spence Bate, (Castilho *et al.* 2008) para *Pleoticus muelleri* (Spence Bate), (Fransozo *et al.* 2000, Castro *et al.* 2005, Eutrópio *et al.* 2013, Heckler *et al.* 2013, Grabowski *et al.* 2014, Mazaki *et al.* 2021) para *X. kroyeri*.

O baixo número de indivíduos de maiores tamanhos também foi observado por Castro *et al.* (2005) nesse mesmo local de estudo. Esses autores encontraram poucos indivíduos maiores (> 25,8 mm CC) e explicam que a ausência de camarões de ser devido a pesca excessiva na Enseada de Ubatuba e, que provavelmente poderia afetar o tamanho dos espécimes. A literatura desde os finais dos anos 90 aponta que os estoques nas regiões sul e sudeste são sobreexplorados (Vasconcellos *et al.* 2007, Boos *et al.* 2016). Assim, os efeitos da pesca poderiam modificar a distribuição e o tamanho do corpo, resultando em uma fauna dominada por indivíduos de tamanhos menores (Kaiser *et al.* 2002). Resultados semelhantes foram observados no presente estudo, sendo possível notar o baixo número de indivíduos nas classes finais e, uma maior captura de espécimes de tamanhos menores. Portanto, com o intenso esforço pesqueiro os estoques não conseguem atingir as classes de tamanhos finais (Grabowski *et al.* 2014).

Biologia reprodutiva

De acordo com Dall *et al.* (1990) a inseminação em espécies com télico fechado ocorre logo após a ecdise. Porém, assim que as fêmeas realizam este processo de ecdise as gônadas ficam esgotadas, isto é, no estágio RU. Tal fato pode explicar as maiores incidência de fêmeas RU e de machos ED e DE, que ocorreram em maiores picos nos mesmos meses. Isso também foi observado por Garcia *et al.* (2016) e Bernardes *et al.* (não publicado) ao analisar a reprodução de *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1871) em Cananeia e na Enseada de Ubatuba, respectivamente, com uma correlação positiva de machos portadores de espermatóforos e fêmeas com gônadas RU. Heckler *et al.*

(2014) e Grabowski *et al.* (2016) também relataram um padrão semelhante para *X. kroyeri* na distribuição de machos reprodutivos e fêmeas não reprodutivas em águas costeiras no estado de São Paulo, sugerindo que machos e fêmeas aptos a reprodução fosse observada ao mesmo tempo.

Embora ocorreram flutuações na reprodução durante o ano, as espécies de peneídeos localizadas em regiões tropicais, tendem a uma desova continua (Grabowski *et al.* 2016). Essas regiões por apresentarem temperatura da água relativamente mais elevadas e homogênea (Bauer 1992), poderia favorecer no amadurecimento das gônadas (Sastry, 1983; Bauer e Lin, 1994). A correlação de fêmeas reprodutivas com a temperatura pode ser devido a dois fatores, maturação gonadal e recurso alimentar. Uma vez que, a temperatura pode afetar diretamente o desenvolvimento ovariano, por esse motivo, pode ser um dos principais reguladores da reprodução, sendo importante no início e manutenção da gametogênese (Sastry, 1983; Bauer e Lin, 1994; Costa e Fransozo, 2004).

Isso também foi observado por Almeida *et al.* (2012) na Enseada da Fortaleza *X. kroyeri*. Esses autores afirmaram que a temperatura parece impulsionar a reprodução em *X. kroyeri*, podendo acelerar a gametogênese, e o aumento na temperatura também podem sinalizar para as fêmeas condições favoráveis na coluna de água para a produção de ovos e desova. O segundo fator seria uma maior disponibilidade de recurso alimentar para as larvas. No presente estudo foi possível observar uma atividade reprodutiva mais intensa nos meses de outubro (primavera), janeiro e fevereiro (verão). Um dos eventos importantes que ocorre na região de Ubatuba é a entrada da ACAS, que decorre no final da primavera e início do verão (Pires-Vanin e Matsuura, 1993).

De acordo com Bernardes *et al.* (2020) a intrusão dessa massa de água foi observada em dezembro. A intrusão da ACAS já foi mencionado em estudos anteriores na região de Ubatuba, esse fenômeno proporciona uma elevação na concentração de clorofila (produção de fitoplâncton), aumentando por consequência a produção primária e um aumento na produção de zooplâncton herbívoro (Vega-Pérez, 1993; Costa e Fransozo, 2004, Burone e Pires-Vanin, 2006,).

Sendo assim, os eventos de desova coincidem com a produção de fitoplâncton, sobre a qual as larvas recém-desovadas se alimentam (Castilho *et al.* 2008a). Tal fato foi observado no presente estudo sugerindo que a disponibilidade de alimentos para as larvas (indicado pela produção de fitoplâncton), pode ser um fator seletivo importante o qual pode modular a reprodução nessa espécie, apresentando um maior sucesso no desenvolvimento da prole (Castilho *et al.* 2008b). Fernandes *et al.* (2011) também encontrou uma forte relação entre o período de desova e a temperatura, apontando a disponibilidade de alimento como o principal fator determinante do pico reprodutivo.

Diante disso, devido a presença de fêmeas maduras durante o ano todo e, ao conjunto de fatores abióticos (temperatura e disponibilidade de alimento) a sincronia entre as fêmeas RU e machos DE isso pode suceder fêmeas maduras indicando uma intensa atividade reprodutiva. Sendo assim, podemos inferir que *Xiphopenaeus* spp. seguiu um padrão tropical / subtropical com reprodução contínua. Esses resultados também foram observados por Nakagaki e Negreiros-Fransozo (1998), Castro *et al.* (2005) e Heckler *et al.* (2013), em estudos sobre litoral de São Paulo, por Branco (2005) e Rodrigues *et al.* (2015) sobre litoral de Santa Catarina, Santos *et al.* (2003) nas águas costeiras da Bahia e Lopes *et al.* (2017) no Nordeste com dois picos sazonais (primavera e verão) sendo os períodos mais quentes do ano.

Recrutamento juvenil

O recrutamento juvenil foi contínuo apresentando flutuações durante o ano com maior ocorrência em novembro e março, logo após os principais picos de desova. Essas variações observadas ao longo do ano podem ser causadas por vários fatores. A falta de alimento a qual pode gerar mortalidade temporal das larvas planctônicas, as diferenças na intensidade reprodutiva, ou recrutas recentemente assentados, além de mudanças nas correntes (Bauer 1989). Resultados semelhantes foram observados em outros estudos por Nakagaki e Negreiros-Fransozo (1998); Castro *et al.* (2005); Almeida *et al.* (2012) e Grabowski *et al.* (2016) com a mesma espécie do presente estudo, esses autores relataram recrutamento contínuo com eventos sazonais. Castro *et al.* (2005) encontraram um maior número de juvenis em janeiro (verão) também após o período de desova em outubro a dezembro. Grabowski *et al.* (2016) ao estudarem a mesma espécie em São Francisco do Sul (SC) relataram o período de maior intensidade reprodutiva em abril e maio com recrutas em agosto e setembro, e de desovas em novembro com recrutas em março a maio. Tais resultados evidenciam que o recrutamento juvenil ocorre na mesma área de desova.

Razão sexual

A proporção sexual pode apresentar um desequilíbrio de 1:1 com alguns fatores como reversão sexual, longevidade, diferença de migração entre os sexos e na taxa de mortalidade (Fisher, 1958; Wenner, 1979). No presente estudo, a proporção de 1:1 foi mantida quando considerado o total de espécimes capturados. Entretanto, quando analisada mensalmente, verificou-se uma proporção sexual com uma variação ao longo dos meses de amostragem, com diferenças significativas em alguns deles. O predomínio de machos foi evidente durante os meses que possivelmente correspondem ao período

de desova, sugerindo que tenha ocorrido uma migração mais intensa de fêmeas para maiores profundidades (Lopes *et al.* 2010; Heckler *et al.* 2013 e Castilho *et al.* 2015). Nakagaki e Negreiros- Franzo (1998) também encontraram predominância de machos na maior parte do ano, porém as fêmeas foram mais abundantes na primavera (novembro), coincidindo com o período de maior atividade reprodutiva de *Xiphopenaeus* spp. Assim, como observado no presente estudo com predominância de fêmeas em novembro, na Enseada de Ubatuba, SP-Brasil. Resultados semelhantes também foram encontrados por Cortes (1991), o qual observou que, durante a desova, o número de machos excedeu o de fêmeas na população do Caribe/Colômbia, corroborando a hipótese de migração.

Conclusão

Embora o período reprodutivo e o recrutamento serem contínuos, ocorrem picos sazonais e podem mudar de ano para ano. Por essa razão, isso seria um dos principais motivos de alguns autores sugerirem mudanças no atual plano de gestão devido a proteção parcial de *Xiphopenaeus* spp. De acordo com as novas alterações nas medidas de ordenamento, fica claro que o atual defeso é o mais indicado para proteção de *Xiphopenaeus* spp. No antigo defeso, apenas os juvenis ficavam protegidos devido a uma maior incidência de indivíduos no mês de março. No entanto, com o novo defeso pelo menos parte do período reprodutivo estará protegido uma vez que, as maiores ocorrências de fêmeas reprodutivas foram em janeiro e fevereiro. Diante disso, ressaltamos a importância dessas medidas mitigadoras, uma vez que os espécimes utilizam a enseada como local de abrigo e desova.

Referências

- Ab'Saber, A.N. (1955). Contribuições à geomorfologia do litoral paulista. *Revista Brasileira de Geografia*, 7: 3–37.
- Almeida, A.C., Baeza, J.A., Fransozo, V., Castilho, A.L., Fransozo, A. (2012). Reproductive biology and recruitment of *Xiphopenaeus kroyeri* in a marine protected area in the Western Atlantic: implications for resource management. *Aquatic Biology*, 17: 57–69.
- Andriguetto-Filho, J.M., Da Natividade, C.D., Brandini, F.P., Teixeira, R.D.A. (2016). A hidrografia local e a pesca determinam as estratégias do ciclo de vida e a dinâmica populacional do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* em um ambiente costeiro subtropical no Brasil. *Hydrobiologia*, 771: 207-225.
- Baeza, J.A., Furlan, M., Almeida, A.C., Barros-Alves, S.P., Alves, D.F.R., Fransozo, V. (2013). Population dynamics and reproductive traits of the ornamental crab *Porcellana sayana*: implications for fishery management and aquaculture. *Sexuality and Early Development in Aquatic Organisms*, 1: 1–12.
- Bauer, R.T. (1989). Continuous reproduction and episodic recruitment in nine shrimp species inhabiting a tropical seagrass meadow. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 127:175–187.
- 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*, 185: 205-222.
- Bernardes, V.P., Sousa, A.N., Bernardo, C.H., Teixeira, G.M., Costa, R.C., Mantelatto, F.L., Fransozo, A. (2020). Comparison of the spatio-temporal distribution of the roughneck shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1871) (Crustacea, Penaeoidea)

from Monthly samples collected 20 years apart: Effects of a marine protected area in southeastern Brazil. *Marine Ecology*, 41(5), 1-10.

Boschi, E.E. (1989). Biología pesquera del langostino del litoral patagónico de Argentina (*Pleoticus muelleri*). Informe técnico INIDEP. 646:1–71.

Boschi, E.E., e Scelzo, M.A. (1977). Desarrollo larval y cultivo del camarón comercial de Argentina *Artemesia longinaris*. FAO Documento Técnico de Pesca, 159: 287-327.

Boos, H., Costa, R.C., Santos, R.A., Dias Neto, J., Rodrigues, E.S., Rodrigues, L.F., D'Incao, F. Ivo, C.T.C. (2016). Avaliação dos Camarões Peneídeos (Decapoda: Penaeidae). In: M. PINHEIRO and H. BOOS, eds. Livro vermelho dos crustáceos do Brasil: avaliação 2010-2014. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Carcinologia, 300-316 pp.

Branco, J.O. (2005). Biology and fishery of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Penaeidae) at Armacao do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22:1050–1062.

Castilho, A.L., Costa, R.C., 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 Biologia Tropical*, 55: 39–48

Castilho, A.L., Bauer, R.T., Freire, F.A.M., Fransozo, V., Costa, R.C., Grabowski, R.C., Fransozo, A. (2015). Lifespan and reproductive dynamics of the commercially important sea bob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Penaeoidea): synthesis of a 5-year study. *Journal of Crustacean Biology*, 35 (1): 30-40.

Castilho, A.L., Furlan, M., Costa, R.C., Fransozo, V. (2008a). Reproductive biology of the rock shrimp *Sicyonia dorsalis* (Decapoda: Penaeoidea) from the southeastern coast of Brazil. *Invertebrate Reproduction and Development*, 52: 59-68.

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

Castilho, A.L., Wolf, M.R., Simões, S.M., Bochini, G.L., Fransozo, V., Costa, R.C. (2012). Growth and reproductive dynamics of the South American red shrimp, *Pleoticus muelleri* (Crustacea: Solenoceridae), from the southeastern coast of Brazil. *Journal of Marine Systems*, 105-108 : 135-144.

Castro-Filho, B.M., Miranda, L.B.D., Miyao, S.Y. (1987). Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. *Boletim do Instituto Oceanográfico, São Paulo*, 35:135-151.

Castro, R.H., Costa, R.C., Fransozo, A., Mantelatto, F.M.L. (2005). Population structure of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Penaeoidea) in the litoral of São Paulo, Brazil. *Scientia Marina*, 69:105–112.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). 1996. Relatório de Baneabilidade das Praias Paulistas-1995. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 1996. 112p.

Cortes, M.L. (1991). Aspectos reproductivos del camarón *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) em Costa Verde, Ciénaga (Caribe Colombiano). *Caldasia, Colombia*, 16: 513-518.

Costa, R.C., Branco, J.O., Machado, I.F., Campos, B.R., Avilla, M.G. (2010). Population biology of shrimp *Artemesia longinaris* (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) from the southern coast of Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90: 663–669.

Costa, R.C., e Fransozo, A. (2004). Reproductive biology of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Decapoda: Penaeidae) in the Ubatuba region of Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, 24: 274-281.

Costa, R.C., Fransozo, A., Freire, F.A.M., Castilho, A.L. (2007). Abundance and ecological distribution of the “seabob shrimp” *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda: Penaeoidea) in three bays of the Ubatuba region, South-eastern Brazil. *Gulf and Caribbean Research*, 19: 33–41.

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., Heckler, G.S., Simões, S.M., Lopes, M., Castilho, A.L. (2011). Seasonal variation and environmental influences on abundance of juveniles of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) in southeastern Brazil. In : Pessani D, Froggia C, Biaggi E, Nurra N etc eds. Behaviour, Ecology, Fishery. Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino, Turin.45-56 p.

D’Incao, F. (1995). Taxonomia, Padrões Distribucionais e dos Dendrobranchiata (Crustacea: Decapoda) Do Litoral Brasileiro. Curitiba (Pr): Universidade Estadual Do Paraná, 365p.

Dall ,W., Hill, B.J., Rothlisberg, P.C., Staples, D.J. (1990). The biology of Penaeidae. In: Blaxter JHS, Southward AJ, editors. Advances in Marine Biology. London: London Academic Press; 175–186p.

Dias-Neto, J. (2011). Proposta de plano nacional de gestão para o uso sustentável de camarões marinhos do Brasil. Brasília: IBAMA. 97 p.

Eutrópio, F.J., Mariante, F.L.F., Ferreira, Junior, P.D., Krohling, W. (2013) Population parameters of the shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea, Penaeidae), caught by artisanal fisheries in Anchieta, Espírito Santo State. *Acta Scientiarum, Biological Sciences*, 35: 141–147.

Fernandes LP, Silva AC, Jardim LP, Keunecke KA, Di Benedetto APM (2011) Growth and recruitment of the Atlantic seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda, Penaeidae) on the coast of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. *Crustaceana* 84: 1465–1480

Fisher, R.A. (1958). The genetical theory of natural selection. 2nd ed. New York: Dover

Fransozo, A., Costa, R.C., Pinheiro, M.A.A., Santos, S., Mantelatto, F.L.M. (2000). Juvenile recruitment of the seabob *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda,

Penaeidea) in the Fortaleza Bay, Ubatuba, SP, Brazil. Nauplius, Porto Alegre, 8: 179-184.

Gab-Alla, A.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.

Garcia, J.R., Wolf, M.R., Costa, R.C., Castilho, A.L. (2016). Growth and reproduction of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Decapoda: Penaeidae) from the southeastern coast of Brazil. Regional Studies in Marine Science, 6:1–9.

Grabowski, R.C., Simões, S.M., Castilho, A.L. (2014). Population structure, sex ratio and growth of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Decapoda, Penaeidae) from coastal waters of southern Brazil. Zookeys, 457: 253- 269.

Grabowski, R.C., Negreiros-Fransozo, M.L., Castilho, A.L. (2016). Reproductive ecology of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) in a coastal area of Southern Brazil. Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 34: 125–135.

Hartnoll, R.G. (1982). Growth. In: BLISS D.E. The biology of crustacea: embryology, morphology and genetics. New York: New York Academic. 11-196 p.

Heckler, G.S., Costa, R.C.D., Fransozo A, Rosso, S., Shimizu, R.M. (2014). Long-term patterns of spatial and temporal distribution in the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Decapoda: Penaeidae) population in Southeastern Brazil. Journal of Crustacean Biology, 34: 326-333.

Heckler, G.S., Simões, S.M., Santos, A.P.F., Fransozo, A., Costa, R.C. (2013). Population dynamics of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Dendrobranchiata, Penaeidae) in south-eastern Brazil. African Journal of Marine Science, 35: 17-24.

IBAMA (2008). IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). Instrução Normativa Nº 189, de 23 de setembro de 2008. 3p.

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 Fisheries, 3: 114–136.

Kevrekidis, K., e Thessalou-Legaki, M. (2006) Catch rates, size structure and sex ratio of *Melicertus kerathurus* (Decapoda: Penaeidae) from an Aegean Sea trawl fishery. *Fisheries Research*, 80: 70–279.

Lopes, J.B.B.S., Vasques, R.O.R., Guimarães, F.J., Cetra, M., Couto, E.C.G. (2010). Proporção sexual do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* na costa de Ilhéus, Bahia, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 36: 251-262.

Lopes, D.F.C., Fredou, F.L., Silva, E.F.B., Calazans, N., Peixoto S.R.M. (2017) Reproductive cycle of seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea, Penaeidae) from the northeast coast of Brazil. *Invertebrate Reproduction and Development*, 61: 137–141.

Lopes, J.B.B.S., Vasques, R.O.R., Guimarães, F.J., Cetra, M., Couto, E.C.G. (2010). Proporção sexual do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* na costa de Ilhéus, Bahia, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 36: 251–262.

Mahiques, M.M. (1995). Dinâmica sedimentar atual nas enseadas da região de Ubatuba, Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 43: 111–122.

Mantelatto, F. L., e Fransozo, A. (1999). Characterization of the physical and chemical parameters of Ubatuba bay, northern coast of São Paulo state, Brazil. *Revista Brasileira De Biologia*, 59: 23–31.

Miazaki, L.F., Heckler, G.S., Santos, A.P.F., Castilho, A.L., Pescinelli, R.A., Costa, R.C. (2021). Parâmetros de crescimento, longevidade e mortalidade do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus* spp. (Decapoda: Penaeidae) em quatro importantes regiões pesqueiras do sudeste do Brasil. *Fisheries Oceanography*, 30: 499-514.

Moraes, S.A.S.N., Alencar, C.E.R.D., Fransozo, A. Costa, R.C., Castilho, A.L., Freire, F.A.M. (2018). Sexual and ontogenetic morphometric variation in *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae): a new approach with linear and angular morphometric data, *Invertebrate Reproduction e Development*, 62: 143-155.

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: 931–935.

Nakagaki, J.M., Pinheiro, M.A.A. (1999). Biologia populacional de *Emerita brasiliensis* Schmitt (Crustacea, Hippidae) na Praia Vermelha do Norte, Ubatuba (São Paulo, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia*, 16: 83–90.

Odebrecht, C., e Castello, J.P. (2001). The convergence ecosystem in the Southwest Atlantic. In *Coastal marine ecosystems of Latin America* Springer, Berlin, Heidelberg. (147-165 pp).

Oksanen, J., Blanchett, F.G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn-Wagner, H. (2019). *Vegan: Community Ecology Package*. R Package 2.5-6. [online]. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.

Pérez-Farfante, I. (1970). Claves Ilustradas para la identificación de los camarones comerciales de la América Latina. Instituto Nacional de Investigación Pesquera, Serie Divulgación, 3: 1–50.

Pérez-Farfante I. (1988). Illustrated key to penaeoid shrimps of commerce in the Americas. NOAA Tech Rep NMFS. 64:1–32.

Pires, A.M.S. (1992). Structure and dynamics of benthic megafauna on the continental shelf offshore of Ubatuba, southeastern, Brazil. *Marine Ecology Progress Series*, 86: 63–76.

Pires-Vanin, A.M.S., e 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.

R Core Team. (2019). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>

Rakocinski, C.F., Lyczkowski-Shultz, J., Richardson, S.L. (1996). Ichthyoplankton assemblage structure in Mississippi sound as revealed by canonical correspondence analysis. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 43: 237–257.

Rigby, R.A. e Stasinopoulos, D.M. (2005). Generalized additive models for location, scale and shape (with discussion), *Appl. Statist.*, 54, part 3, 507-554 pp.

Rodrigues, L.F., Boos, H., Branco, J.O. (2015). Biologia e pesca do camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1862) no Balneário Barra do Sul, SC. Revista CEPSUL - Biodiversidade e Conservação Marinha, 4: 46-57

Russell Lenth. (2020). emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.5.0. <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>

Sastry, A.N. (1983). Ecological aspects of reproduction. In: Vernberg FJ, Vernberg WB (eds) The biology of Crustacea Crustacea: environmental adaptations. Academic Press, New York, NY, 179–270 pp.

Santos, M.C.F., Freitas, A.E.T.S., Magalhães, J.A.D. (2003). Aspectos biológicos do camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) capturado ao largo do município de Ilhéus (Bahia–Brasil). Boletim Técnico Científico do CEPENE, 11 : 73-85.

Silva, C.N.S., Broadhurst, M.K., Medeiros, R.P., Dias, J.H. (2013). Resolving environmental issues in the southern Brazilian artisanal penaeid-trawl fishery through adaptive co-management. Marine Policy, 42: 133–141.

Silva, S.L.R., Santos, R.D., Costa, R.C., Hirose, G.L. (2019). Growth and population structure of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Decapoda: Penaeidae) on the continental shelf of Sergipe. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 99: 81– 92.

Shih, N.T., Cai, Y.H., Ni, I.H. (2009). A concept to protect fisheries recruits by seasonal closure during spawning periods for commercial fishes off Taiwan and the East China Sea. Journal of Applied Ichthyology, 25: 676–685.

Stasinopoulos, D.M., Rigby, R.A. (2007). Generalized additive models for location scale and shape (GAMLSS) in R. J Stat Softw, 23:1–46.

Vasconcellos, M., Diegues, A.C., Salles, R.R. (2007). Limites e possibilidades na gestão da pesca artesanal costeira. In: Costa AL (Ed.) Nas Redes da Pesca Artesanal. PNUD/ IBAMA, Brasília, 15–83.

Vega-Pérez, L.A. (1993). Estudo do zooplâncton da região de Ubatuba, Estado de São Paulo.—Publicação especial

Wenner, E.L. (1979). Distribution and reproduction of nematocarcinid shrimp (Decapoda: Caridea) from the northwestern North Atlantic. *Bulletin of Marine Science*, 29: 380–393

Wilson, K., Hardy, I.C.W. (2002). Statistical analysis of sex ratios: an introduction. In: Hardy ICW (Ed.) *Sex Ratios: Concepts and Research Methods*. Cambridge University Press, Cambridge, 48–92.

Zuur, A.F., Leno, E.N., Elphick, C.S. (2010). A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. *Methods in Ecology and Evolution*, 1: 3–14.

Capítulo II

Biologia reprodutiva do camarão *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1871) (Crustacea, Penaeoidea) em uma Área de Proteção Ambiental

Resumo

O objetivo desse estudo foi analisar o período reprodutivo e o recrutamento juvenil em relação aos fatores ambientais, temperatura, salinidade e matéria orgânica na Enseada de Ubatuba após quase 10 anos de implementação da APA com a finalidade de uma averiguação da efetividade dessas medidas protetivas. Os dados abióticos e bióticos foram obtidos mensalmente de setembro de 2016 a agosto de 2017. A condição reprodutiva das fêmeas foi determinada pelo grau de desenvolvimento das gônadas; sendo: ED= em desenvolvimento, DE= desenvolvidas e fêmeas inseminadas com plug. Os juvenis (IM) machos foram identificados pelo petasma separado e para as fêmeas menores que 7,5mm consideradas juvenis. O período reprodutivo e o recrutamento foram estimados com base na presença de fêmeas reprodutivas (ED+DE), fêmeas inseminadas com plug espermático (RU, ED, DE) e de IM, respectivamente. Foram coletados um total de 2362 indivíduos sendo 860 machos adultos e 34 machos jovens; 1137 fêmeas adultas sem plug, 195 fêmeas inseminadas (plug) e 136 fêmeas jovens. O período reprodutivo e o recrutamento de *R. constrictus* foram descontínuos. Os juvenis foram capturados em quase todos os meses apresentando maior ocorrência em março. As fêmeas inseminadas foram mais incidentes em outubro e fevereiro. Com base em nossos resultados podemos inferir que essas novas medidas de ordenamento estão mais adequadas para a espécie em estudo. Com o antigo defeso 1º de março a 30 de maio apenas os juvenis estariam protegidos devido a maior incidência no mês de março. Embora o período de defeso tenha sido estabelecido para proteger espécies alvos da pesca, ele pode também contribuir com a proteção de *R. constrictus*, uma vez que, obtivemos uma frequência maior de fêmeas reprodutivas em janeiro e fevereiro.

Palavras-chave: Camarão ferrinho, reprodução, recrutamento, planos de manejo, pesca, APA.

Introdução

Durante a reprodução, o momento da desova torna-se essencial para a manutenção e conservação de uma espécie e, a partir do conhecimento sobre estes aspectos reprodutivos é possível desenvolver estratégias de manejo priorizando que as fêmeas se reproduzem pelo menos uma vez antes que ocorra sua captura (Aragón-Noriega e Alcántara-Razo, 2005). Portanto, com os estudos relacionados ao conhecimento da biologia reprodutiva, poderemos compreender os processos de recrutamento e desova não só dos estoques naturais, mas também de espécies que fazem parte da fauna acompanhante (Castilho *et al.* 2008; Almeida *et al.* 2011). Diante disso, é essencial desenvolver estratégias de manejos eficientes, além da formulação de regulamentos e decisões de pesca contribuindo para a conservação das espécies (Craveiro *et al.* 2019).

Atualmente existem algumas medidas de manejo na região de Ubatuba como por exemplo, áreas de proteção ambiental (APA) como o setor de Cunhambebe. Nestes locais, a pesca artesanal de camarão de interesse comercial é permitida e realizada dentro (mais de 5 metros) e fora da enseada o ano todo, com interrupção apenas no período de defeso (Proclamação No. 53 525, 08 de outubro de 2008). No entanto, o defeso foi modificado e passa a valer a partir dos dias 28 de janeiro a 30 de abril (Portaria SAP/MAPA nº 656, de 30/03/2022), lembrando que o antigo defeso era de 1º de março a 31 de maio (Instrução Normativa IBAMA nº189 / 2008).

Outro fato é que esta enseada possui áreas naturais de exclusão de pesca, pois existem muitos obstáculos, como rochas, que podem danificar as redes (Mantelatto *et al.* 2016). Ou seja, estes locais permanecem intactos garantindo a recuperação dessas comunidades bentônicas que de alguma forma foram afetadas pelo arrasto de fundo. Na

teoria os planos de manejos têm como objetivo, o intuito de minimizar os impactos causados pela pesca, restringindo essa atividade de áreas consideradas locais de desova e berçários, gerando um aumento da biomassa e da riqueza das espécies (Palumbi 2004), permitindo a conservação dos estoques pesqueiros para que ocorra o uso sustentável.

Embora *R. constrictus* tenha uma grande representatividade na fauna acompanhante, existem poucos estudos focado em sua biologia reprodutiva e dinâmica populacional. Sendo assim, podemos citar os estudos de Bauer e Lin (1994), contribuíram com informações sobre o padrão sazonal de reprodução de *R. constrictus* e *R. similis* (Smith, 1885), em uma região subtropical nos Estados Unidos. Costa e Fransozo (2004a) que descreveram a variação espaço-temporal em seus padrões de reprodução e recrutamento em três diferentes enseadas na região de Ubatuba. Garcia *et al.* (2016) abordaram seu crescimento e dinâmica reprodutiva na região de Cananéia e Lopes *et al.* (2017) caracterizou a análise de crescimento em um período de 5 anos. Os demais estudos que compõem a literatura disponível foram focados na distribuição ecológica da espécie (Costa e Fransozo 2004b; Hiroki *et al.* 2011) e Bernardes *et al.* (2020) compararam a abundância e a distribuição em um intervalo de 20 anos na Enseada de Ubatuba.

Apesar de, já existirem estudos relacionados a biologia reprodutiva de *R. constrictus*, nenhum foi explorado em áreas protegidas, sendo importantes para averiguar se tal manejo possui uma efetividade. Sendo assim, devido aos impactos causados no ecossistema marinho pelos apetrechos da atividade pesqueira, este estudo tem como objetivo analisar o período reprodutivo e o recrutamento juvenil em relação as variáveis ambientais (temperatura de fundo, salinidade e matéria orgânica) na

Enseada de Ubatuba após quase 10 anos de implementação da APA com a finalidade de averiguar a efetividade dessas medidas protetivas.

Material e Métodos

Área 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 na camada inferior da plataforma continental na região de Ubatuba, formando uma termoclina principalmente nas profundidades acima de 20 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).

Amostragem

As coletas foram realizadas mensalmente setembro/2016 a agosto/2017, utilizando um barco de pesca camaroeiro com rede “double-rig”, medindo 8 metros de comprimento, abertura da boca de 4,5 metros, 20 milímetros entrenós na panagem e 18 milímetros no ensacador. As profundidades selecionadas foram de 5, 10 e 15 metros, e os dois transectos perpendiculares estavam a 9 e 6,5 metros da linha de costa, o primeiro

em área abrigada (Abr) e o segundo em área exposta (Exp) às ondas. Cada transecto foi percorrido a uma velocidade média de, aproximadamente, 1,5 nós com uma extensão de 2 km, com duração de 30 min, (Figura 1). A posição inicial das estações de amostragem foi determinada com um Sistema de Posicionamento Global (GPS) garantindo o mesmo local de amostragem em todas as coletas e a ecossonda foi utilizada para quantificar a profundidade. Ao final de cada arrasto, os camarões coletados eram transportados em caixa térmica para o laboratório onde foram identificados de acordo com D’Incao (1995) e Costa *et al.* (2003) contados e separados quanto ao sexo (presença de petasma em machos e télico em fêmeas). Os dados obtidos foram agrupados por estação do ano da seguinte forma: setembro-novembro = primavera, dezembro-fevereiro = verão, março-maio = outono e junho-agosto = inverno. As amostras de água de fundo foram obtidas com uma garrafa Nansen, da qual temperatura (°C) e salinidade (ppt) foram mensuradas. Amostras de sedimento de fundo foram coletadas com pegador de Van Veen, para analisar textura do sedimento (valores de phi) e teor de matéria orgânica (% MO). Detalhes sobre esses procedimentos podem ser encontrados em Bernardes *et al.* (2020).

A condição reprodutiva das fêmeas foi determinada pela observação macroscópica do grau de desenvolvimento ovário (como cor e volume ocupado pelas gônadas), já nos machos com a presença ou ausência de massas espermáticas nos receptáculos seminais, segundo métodos de Bauer e Vega (1992) e Bauer e Lin (1994). Foram identificados três estágios para o desenvolvimento dos ovários, adaptados do método utilizado por Bauer e Vega (1992) e Bauer e Lin (1994), ou seja, RU = rudimentar (coloração variando do amarelo ao laranja, ocupando uma pequena parte da carapaça; ED = em desenvolvimento (verde claro, ocupando grande parte da cavidade dorsal e cefalotórax) e DE = desenvolvido (verde escuro, ocupando inteiramente a

cavidade dorsal e cefalotórax). Foram feitas observações em todas as fêmeas para inseminação, reconhecidas pela presença de um plug espermático localizado na área genital, o téllico (Bauer e Min, 1993).

Em relação, aos machos, foram considerados adultos aqueles cujo primeiro par de pleópodos apresentam endopoditos unidos (petasma); enquanto aqueles que ainda se encontravam não unidos, como juvenis (Boschi & Scelzo, 1977). As fêmeas foram estimadas com relação ao comprimento da carapaça; sendo consideradas juvenis, aquelas menores que 7,5 mm de CC (Costa & Fransozo, 2004a). Para analisar a atividade reprodutiva das fêmeas foram classificadas da seguinte forma: fêmeas adultas com ovários maduros (ED+DE) e fêmeas adultas que foram inseminadas com o plug em todos os estágios de desenvolvimento gonadal (RU; ED e DE) durante os meses do ano (Bauer e Lin 1994). O tipo de recrutamento foi registrado pela presença de imaturos (juvenis) ao longo do ano, sendo classificado como contínuo (em todos os meses do ano) ou sazonal (apenas alguns meses do ano), segundo Bauer (1989).

Análise dos dados

A colinearidade dos dados foi verificada usando o fator de influência da variância ($vif > 3.0$) (Zuur, Leno e Elphick, 2010). Os dados abióticos e bióticos foram padronizados usando a função “decostand” do pacote “vegan” (Oksanen *et al.* 2019). A PCA foi realizada utilizando o software R (R Core Team 2019), considerando $\alpha = 0.05$ (Zar 2010). A análise de redundância (RDA) foi utilizada para detectar uma possível relação entre as variáveis dependente abundância de juvenis, fêmeas com ovários maduros (ED+DE) e de fêmeas inseminadas (Plug) e variáveis ambientais (independentes) (temperatura e salinidade da água de fundo e Phi e matéria orgânica). A RDA foi realizada usando R (R Core Team 2019), considerando $\alpha = 0.05$ (Zar 2010).

Análise de correspondência Principal foi realizada para verificar a abundância de fêmeas com ovários maduros (ED+DE), fêmeas inseminadas (Plug) e juvenis of *R. constrictus* por estação do ano (setembro-novembro = primavera, dezembro-fevereiro = verão, março-maio = outono e junho-agosto = inverno) e transectos.

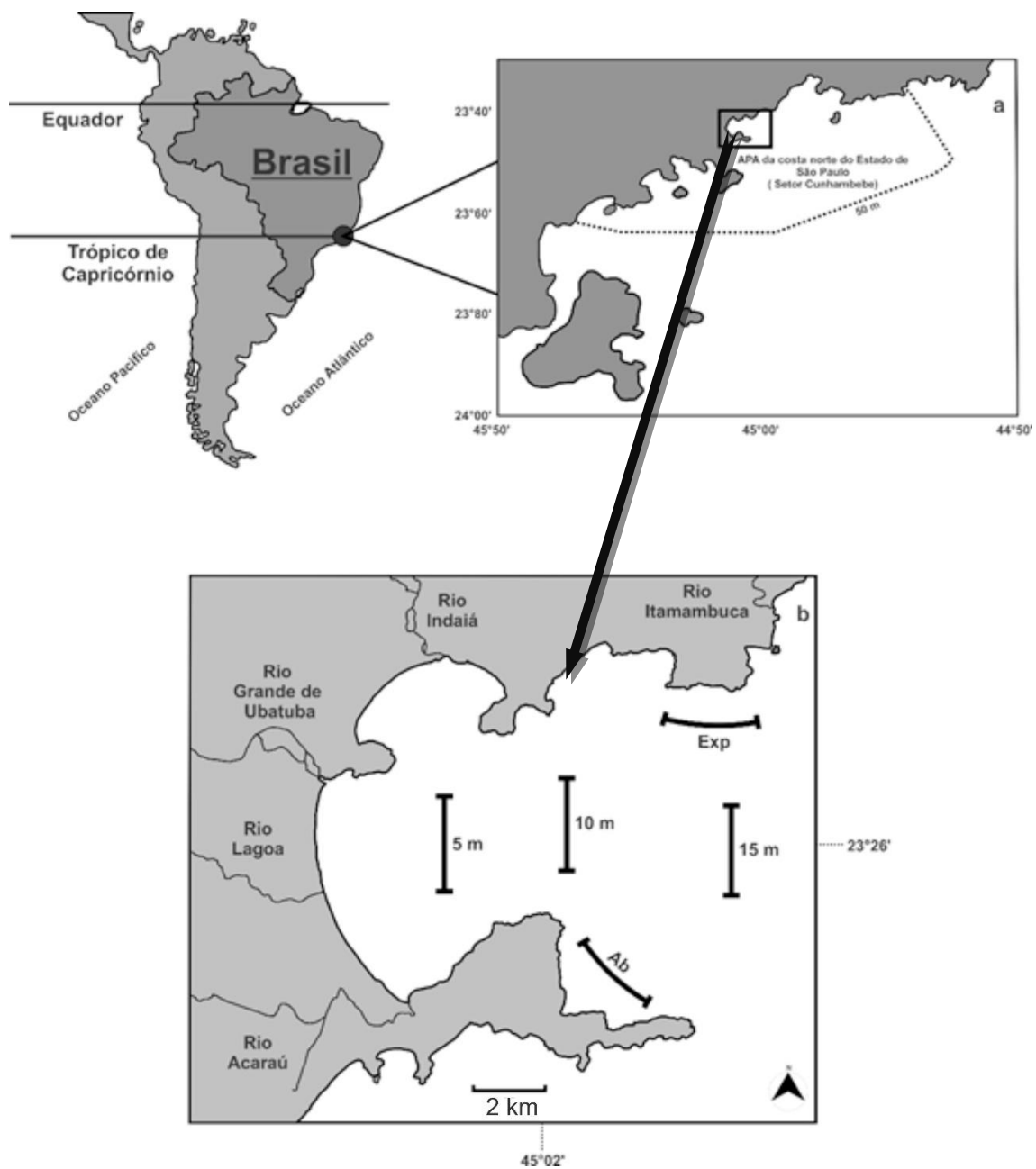


Figura 1. Mapa da região de estudo indicando (a) Área de Proteção Ambiental- Setor de Cunhambebe (APA) e (b) Enseada de Ubatuba, com os transectos amostrados durante setembro de 2016 a agosto de 2017 (5m, 10m, 15m, Exp = exposto e Ab = abrigado).

Resultados

Foram coletados um total de 2362 indivíduos sendo 860 machos adultos e 34 machos jovens; 1137 fêmeas adultas, 195 fêmeas inseminadas (plug) e 136 fêmeas jovens. Temporalmente os machos com as ampolas terminas ED e DE em conjunto com as fêmeas RU, foram mais abundantes em março, junho e julho. As fêmeas inseminadas (plug) foram coletadas em quase todos os meses com maior número de espécimes no mês de outubro, no entanto, as fêmeas ED+DE foram mais representativas nos meses de outubro e janeiro (Figura 2). Os juvenis foram coletados em quase todos os meses com um pico em março e ausência nos meses de novembro e dezembro (Figura 3).

A salinidade variou de 31.4 ± 1.9 a 36.8 ± 0.4 , com menores médias em dezembro e maiores em fevereiro, abril, maio e julho (Figura 4).

Os resultados da PCA apresentaram uma distribuição com diferença significativa ($p < 0.05$), os juvenis tiveram uma associação positiva com o outono e as fêmeas ED+DE com o verão e as inseminadas com a primavera. Ambos os espécimes, juvenis e adultos, foram coletados em quase todos os transectos. Em relação as fêmeas inseminadas (51%) e os juvenis (70%) ambos foram mais representativos nos 5 metros (APA) e abrigado (Abr) (Figura 5). O eixo 1 da RDA explica (84,4 %) com uma correlação proporcional das fêmeas ED+DE e fêmeas inseminada com a temperatura (Figura 6).

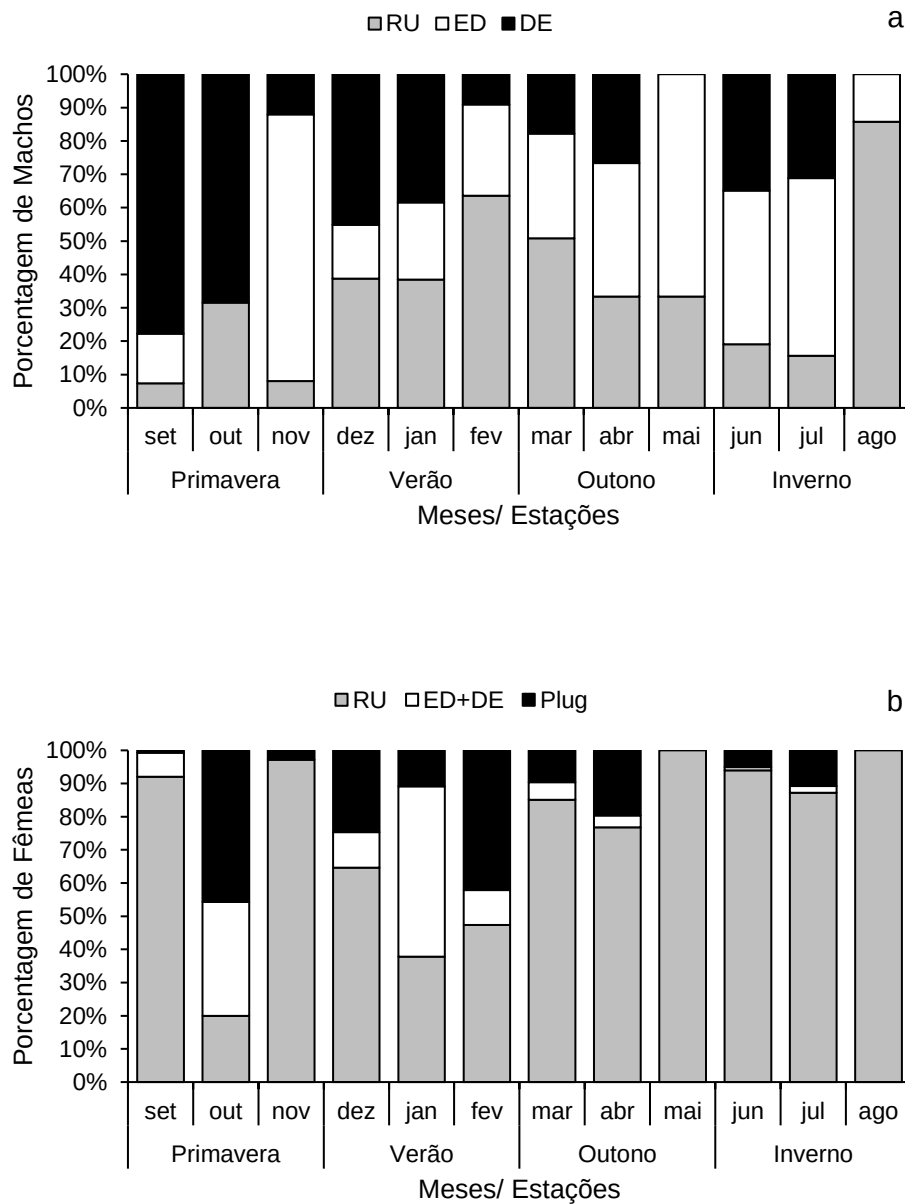


Figura 2. *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1871). Abundância do percentual mensal de cada estágio de gonadal para de machos (a), fêmeas (b), na Enseada de Ubatuba-SP. Os indivíduos juvenis não foram considerados nos cálculos de porcentagem de machos ou de fêmeas. (RU= rudimentares; ED+DE= reprodutivas; Plug= inseminadas).

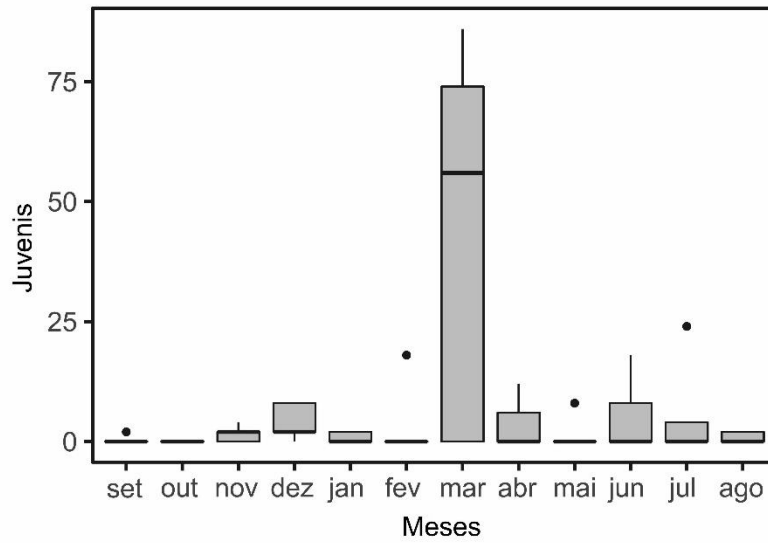


Figura 3. *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1871). Abundância absoluta de juvenis por mês, as barras horizontais nos gráficos de caixa indicam mediana, 25º percentil, 75º percentil, valores mínimo e máximo amostrados na Enseada de Ubatuba-SP.

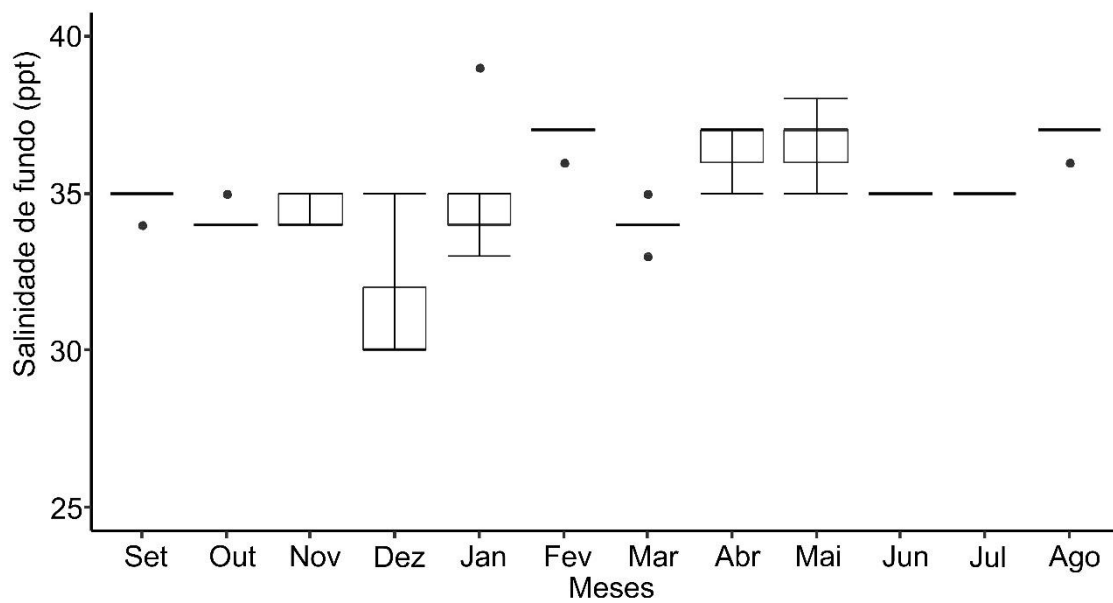
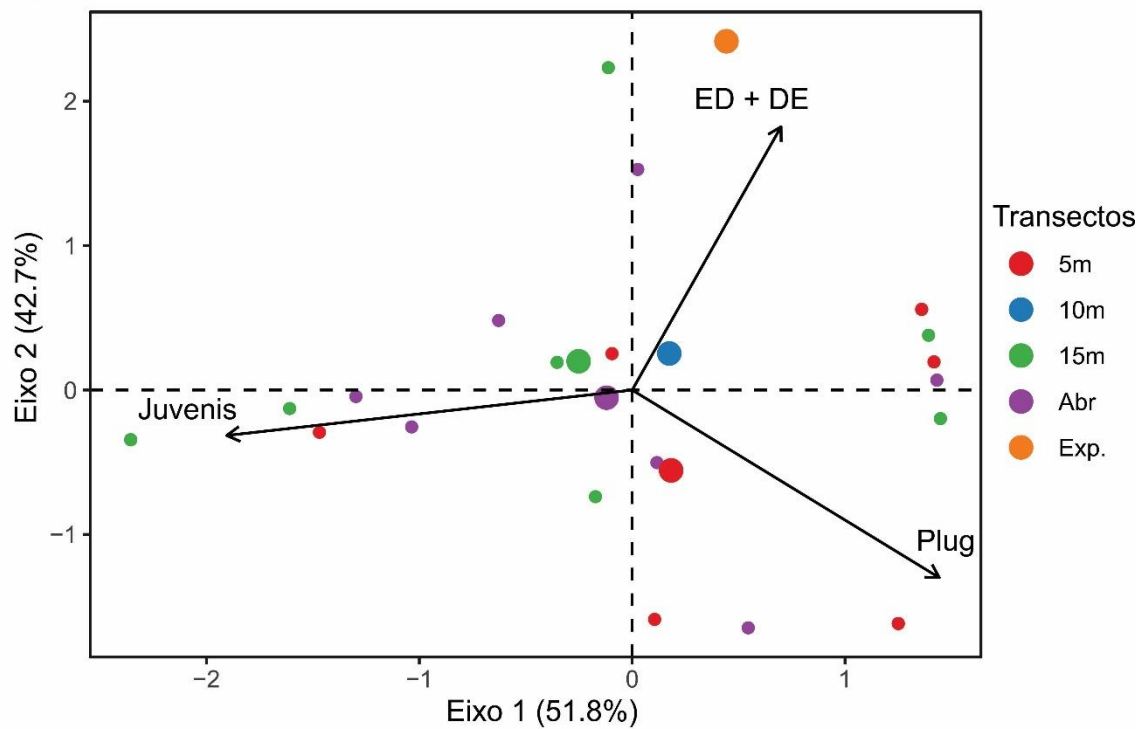


Figura 4. *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1871). Valores médios mensais de salinidade, as barras horizontais nos gráficos de caixa indicam mediana, 25º percentil, 75º percentil, valores mínimo e máximo na Enseada de Ubatuba-SP.

.

a) PCA – Biplot



b)* PCA – Biplot

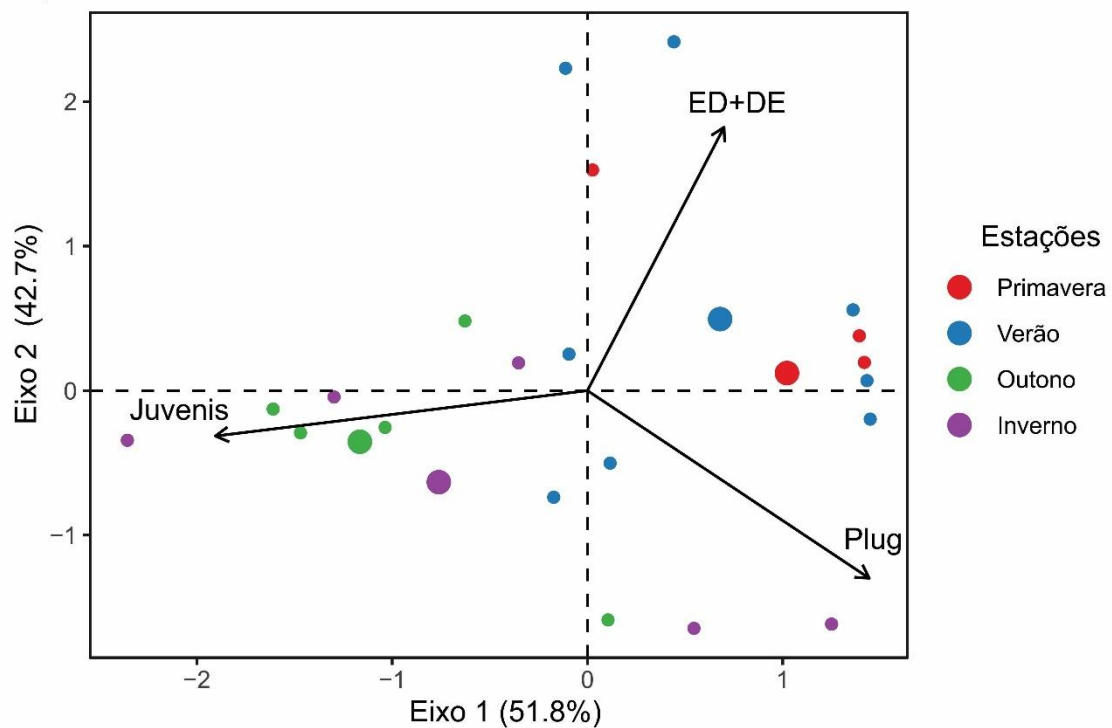


Figura 5. *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1871). PCA de fêmeas em estágio gonadal ED+DE (reprodutivas), fêmeas inseminadas (Plug) e Jovens por estações do ano (verão; outono; inverno e primavera) e transectos.

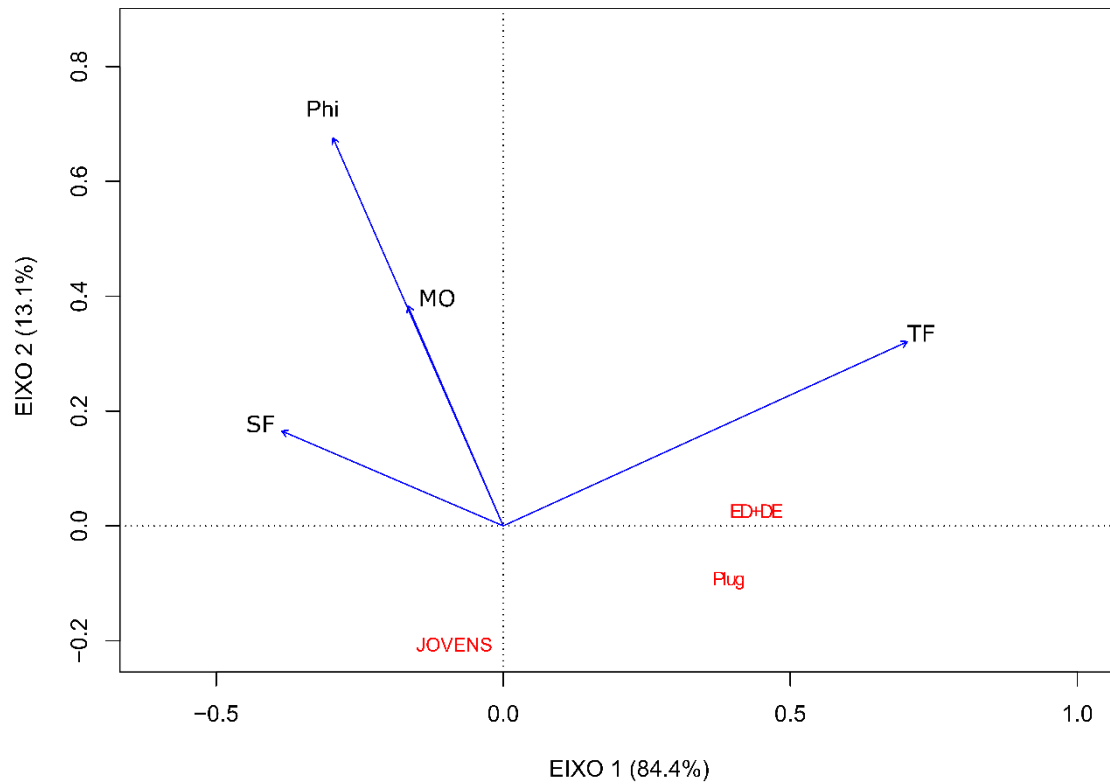


Figura 6. *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1871). Análise de redundância da abundância de fêmeas em estágio gonadal ED+DE, fêmeas (Plug) e juvenis e da matriz de dados ambientais, considerados significativos a $p < 0,05$ (MO = matéria orgânica do sedimento; phi = tamanho médio dos grãos do sedimento; TF = temperatura do fundo; SF = salinidade de fundo).

Discussão

Com base em nossos resultados foi observado a presença de todos os grupos demográficos e estágios gonodais de *R. constrictus* com ocorrência dentro da Enseada de Ubatuba. De acordo com Dall *et al.* (1990) a espécie em estudo apresenta o ciclo de vida do tipo III, no qual os indivíduos migram de regiões costeiras em direção às regiões de mar aberto, sem dependência estuarina. No entanto, comparando nossos estudos com resultados de Bauer e Lin (1994) e Costa e Fransozo (2004a) foi possível verificar que jovens e adultos também completam seu ciclo de vida em águas costeiras.

Nos Penaeidae que apresentam o télico fechado, ou seja, aqueles que possuem uma placa protetora no receptáculo seminal, o macho cortejaria a fêmea quando estão próximas de sofrer muda (Dall *et al.* 1990). Nos estudos de Garcia *et al.* (2016) no litoral sul, foram observados machos portadores de espermatóforos e fêmeas em estágio RU e inseminadas (plug), ao mesmo tempo sugerindo que estariam aptos a reprodução. De fato, esses resultados também foram notados durante todo o período de amostragem, sendo possível observar o pico de fêmeas com gônadas RU e de machos ED e DE em meses similares. Diante disso, esses indivíduos poderiam ser atraídos para o acasalamento e após a cópula, à medida que a gônada das fêmeas se desenvolve, sua migração seria direcionada às exigências de produção e liberação de ovócitos (Castilho *et al.* 2008).

Segundo Bauer (1992), a reprodução tende a ser contínua em áreas tropicais por apresentarem temperatura da água relativamente mais elevadas e homogênea e, sazonal em latitudes mais altas. Embora a Enseada de Ubatuba seja considerada uma região tropical, a atividade reprodutiva de *R. constrictus* na enseada foi descontínua. Esse

resultado pode estar relacionado à área de amostragem, uma vez que essas fêmeas copuladas podem realizar uma migração para outros locais para a liberação das larvas (Castilho *et al.* 2008). Sendo assim, como nossos estudos não ultrapassaram os 15 metros de profundidade, tal comportamento pode ter interferido de modo indireto em nossos resultados. Costa e Fransozo (2004a), ao analisarem o período reprodutivo de *R. constrictus*, na região de Ubatuba, verificaram fêmeas reprodutivas durante o ano todo, ou seja, um padrão de reprodução contínuo.

Embora o período reprodutivo de *R. constrictus* tenha sido descontinuo na Enseada de Ubatuba, a atividade reprodutiva foi mais intensa em janeiro (verão) com fêmeas ED+DE e as fêmeas inseminadas em outubro (primavera). As fêmeas ED+DE tiveram uma correlação positiva com a temperatura, essa variável ambiental pode afetar diretamente o desenvolvimento ovariano por ser um dos principais reguladores da reprodução, sendo importante no início e manutenção da gametogênese (Sastry, 1983; Bauer e Lin, 1994; Costa e Fransozo, 2004a). Bauer e Lin (1994) ao analisarem a reprodução de *R. constrictus*, mencionam que a mesma ficou restrita apenas nos meses mais quentes em uma área temperada subtropical e, nos meses referentes ao inverno não obteve nenhum exemplar com gônadas maduras ou inseminadas. Resultados semelhantes foram obtidos por Costa e Fransozo (2004a) que obtiveram uma baixa atividade reprodutiva nas estações do outono e no inverno, apontando a temperatura o fator principal, fato que também foi observado no presente estudo.

Além disso, a região de Ubatuba é influenciada pela massa de água ACAS, no final da primavera e início do verão (Pires-Vanin e Matsuura, 1993). De acordo com Bernardes *et al.* (2020) reflexos dessa massa de água foram observados em dezembro. Devido a intrusão da ACAS, a concentração de clorofila (produção de fitoplâncton) é

maior, consequentemente, a produção primária gera um aumento na produção de zooplâncton herbívoro, proporcionando a maior densidade de organismos planctônicos no verão (Vega-Pérez, 1993; Pires-Vanin, 2006).

Assim, os eventos de desova normalmente coincidem com a produção de fitoplâncton, sobre a qual as larvas recém-desovadas se alimentam (Castilho *et al.* 2008). Tal fato foi observado no presente estudo com uma frequência de fêmeas inseminadas em outubro (primavera) e dezembro (verão), sugerindo que a disponibilidade de alimentos para as larvas (indicado pela produção de fitoplâncton) que pode ser um fator seletivo importante para a reprodução nessa espécie apresentando um maior sucesso no desenvolvimento da prole (Castilho *et al.* 2008).

Com relação ao recrutamento juvenil pode ser estabelecido dependendo da sua ocorrência como contínuo, descontínuo, sazonal ou episódico. Com base em nossos resultados o recrutamento para *R. constrictus* também foi descontínuo, sendo possível identificar claramente um pico sazonal. Isso pode ser reflexo de uma reprodução não contínua, ou seja, esse recrutamento não apresentou uma sincronia com a atividade reprodutiva. O único pico de juvenis em março (outono), provavelmente pode ser indicativos de eventos de recrutamento ocorrido após a maior abundância de fêmeas inseminadas, registrada em outubro (primavera) estação com maior disponibilidade de alimento para as larvas.

Por outro lado, nos estudos de Costa e Fransozo (2004a) o recrutamento foi contínuo, devido a intensa atividade reprodutiva durante o ano todo apresentando uma sincronia com o período reprodutivo. Recrutamento episódico parece comum entre os peneídeos, devido alta variação na mortalidade de larvas planctônicas e estágios iniciais de juvenis, podendo gerar recrutamento episódico, uma vez que flutuações na produção

de fitoplâncton pode variar fornecendo ou não alimentos para larvas (Bauer, 1989), além de outros fatores como a presença de predadores (Castilho *et al.* 2007). Resultados semelhantes foram obtidos por Castilho *et al.* (2007) para *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888; Castilho *et al.* (2008) para *P. muelleri*, Bauer e Lin (1994) e Garcia *et al.* (2016) para *R. constrictus*.

A salinidade pode ser outro fator que tenha favorecido maior captura de juvenis. Isso pelo fato desses espécimes serem exclusivamente marinhos e, não dependerem de regiões estuarinas para completar seu ciclo de vida (Costa e Fransozo, 2004a). Estes resultados são semelhantes ao de Castro *et al.* (2005), o qual investigaram a estrutura populacional de *X. kroyeri* na Enseada de Ubatuba, concluindo que os juvenis não são dependentes de regiões estuarinas e completam o ciclo de vida em salinidades acima de 30 ppt. Outros estudos no Sul e Sudeste do Brasil (Branco 2005, Costa *et al.* 2005, Fernandes *et al.* 2011, Heckler *et al.* 2013 e 2014; Castilho *et al.* 2015) mostraram que, o recrutamento juvenil de *X. kroyeri* e *A. longinaris* ocorreram próximo à linha costa até 15 m de profundidade, reforçando a visão de que não dependem de ambiente estuarino.

Atualmente houve uma modificação no defeso, o antigo era entre os dias 1º de março à 31 de maio, porém, com essa alteração o defeso passa a ser entre os dias 28 de janeiro a 30 de abril com objetivo de proteger a diversidade biológica e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (Portaria SAP/MAPA nº 656, de 30/03/2022). Sendo assim, com base em nossos resultados podemos inferir que essas novas medidas de ordenamento, serão mais eficientes, uma vez que, as fêmeas reprodutivas também estarão protegidas. Com o antigo defeso 1º de março a 30 de maio, apenas os juvenis estariam protegidos devido a maior incidência no mês de março. No entanto, com essas novas modificações no defeso, o qual a partir de 2023 passa a ser de

28 de janeiro a 30 de abril, as fêmeas também estarão protegidas, uma vez que, obtivemos uma frequência maior de indivíduos em janeiro e fevereiro. Além disso, existem as áreas de proteção ambiental que também contribuem com manutenção dos espécimes.

Vale ressaltar, que existe alguns locais na Enseada de Ubatuba nos quais os arrastos não ocorrem. Tais locais foram amostrados e denominamos como abrigado. Assim, este local é preservado mantendo a integridade e complexibilidade do ambiente e das comunidades bentônicas nesta área. Em outras palavras, este local pode ser considerado como abrigo durante a reprodução e o crescimento (os juvenis), garantindo que sua prole atinja a fase adulta. Diante disso, ressaltamos a importância dessas medidas mitigadoras, uma vez que os espécimes utilizam a enseada como local de abrigo e desova.

Referências

- AB'Saber, A.N. (1955). Contribuição à Geomorfologia Do Litoral Paulista. *Revista Brasileira de Geografia*, 1:1-37.
- Almeida, A.C., Fransozo, V. Monteiro T.G., Furlan, M., Hiroki, K.A.N., e Fransozo, A. (2011). Population structure and reproductive period of whitebelly prawn *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis 1950) (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) on the southeastern coast of Brazil. *Invertebrate Reproduction e Development*, 55: 30-39.
- Aragón-Noriega, E.A., e Alcántara-Razo, E. (2005). Influence of sea surface temperature on reproductive period and size at maturity of brown shrimp (*Farfantepenaeus californiensis*) in the Gulf of California. *Marine Biology*, 146: 373-379.
- Bauer, R.T. (1989). Continuous reproduction and episodic recruitment in nine shrimp species inhabiting a tropical seagrass meadow. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 127(2):175–187.
- Bauer, R.T. (1992). Repetitive copulation and variable success of insemination in the marine shrimp *Sicyonia dorsalis* (Decapoda: Penaeoidea). *Journal of Crustacean Biology*, 12:153–160.
- 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*. 185: 205-222.
- Bauer, R.T., e Min, L.J. (1993). Spermatophores and plug substance of the marine shrimp *Trachypenaeus similis* (Crustacea: Decapoda: Penaeidae): Formation in the male reproductive tract and disposition in the inseminated female. *Biological Bulletin*, 185: 174-175.
- Bauer, R.T., e Rivera-Vega, W. (1992). Pattern of reproduction and recruitment in two sicyoniid shrimps species (Decapoda: Penaoidea) from a tropical seagrass habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 161: 223–240.

Bernardes, V.P., Sousa, A.N., Bernardo, C.H., Teixeira, G.M., Costa, R.C., Mantelatto, F.L., Fransozo, A. (2020). Comparison of the spatio-temporal distribution of the roughneck shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1871) (Crustacea, Penaeoidea) from Monthly samples collected 20 years apart: Effects of a marine protected area in southeastern Brazil. *Marine Ecology*, 41: 1-10.

Boschi, E.E., e Scelzo, M.A. (1977). Desarrollo larval y cultivo del camarón comercial de Argentina *Artemesia longinaris*. *FAO Documento Técnico de Pesca*, 159: 287-327.

Branco, J.O. (2005). Biology and fishery of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Penaeidae) at Armacao do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22:1050–1062.

Burone, L., e Pires-Vanin, A.M.S. (2006). Foraminiferal assemblages in the Ubatuba Bay, southeastern Brazilian Coast. *Scientia Marina*, 70: 203-217.

Castilho, A.L., Costa, R.C., Fransozo, A., Boschi, E.E. (2007). Reproductive pattern of the South American endemic shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeidae), off the coast of São Paulo State, Brazil. *Revista de Biologia Tropical*, 55:39–48.

Castilho, A.L., Costa, R.C., Fransozo, A. (2008a). Reproductive biology of the rock shrimp *Sicyonia dorsalis* (Decapoda: Penaeoidea) from the southeastern coast of Brazil. *Invertebrate Reproduction and Development*, 52: 59-68.

Castilho, A.L., Bauer, R.T., Freire, F.A.M., Fransozo, V., Costa, R.C., Grabowski, R.C., Fransozo, A. (2015). Lifespan and reproductive dynamics of the commercially important sea bob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Penaeoidea): Synthesis of a 5-year study. *Journal of Crustacean Biology*, 35: 30–40.

Castro-Filho, B.M., Miranda, L.B.D., Miyao, S.Y. (1987). Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. *Boletim do Instituto Oceanográfico, São Paulo*. 35:135-151.

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.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). 1996. Relatório de Baneabilidade das Praias Paulistas-1995. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 1996. 112p.

Costa, R.C., e Fransozo, A. (2004a). Reproductive biology of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Decapoda: Penaeidae) in the Ubatuba region of Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, 24:274.

Costa, R.C., e Fransozo, A. (2004b). Abundance and ecologic distribution of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Crustacea: Penaeidae) on the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Journal of Natural History*, 38:901-912.

Costa, R.C., Fransozo, A., Castilho, A.L., Freire, F.A.M. (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: 107– 112.

Costa, R.C., Fransozo, A., Melo, G.A.S., Freire, F.A.M. 2003. An illustrated key for Dendrobranchiata shrimps from the northern coast of São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*, 3: 1-12.

Cowen, R.K., e Sponaugle, S. (2009). Larval dispersal and marine population connectivity. *Annual Review of Marine Science*, 1:443–466.

Craveiro, C., Peixoto, S., Silva, E.F., Eduardo, L.N., Lira, A.S., Castro-Neto, H., Frédou, F., Soares, R. (2019). Reproductive dynamics of the white shrimp *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad 1936) in a beach seine fishery in northeastern Brazil. *Invertebrate Reproduction e Development*, 63: 111-121.

Dall, W., Hill, B.J., Rothlisberg, P.C. e Staples, D.J. (1990). The biology of the Penaeidae. In *Advances in Marine Biology*. Ed. by J. H. S. Blaxter and A. J. Southward. Academic Press, San Diego. 27, 489 p.

D’Incao, F. (1995). Taxonomia, Padrões Distribucionais e dos Dendrobranchiata (Crustacea: Decapoda) Do Litoral Brasileiro. Curitiba (Pr): Universidade Estadual Do Paraná, 365p.

Fernandes, L.P., Silva, A.C., Jardim, L.P., Keunecke, K.A., Di Benedetto, A.P.M. (2011). Growth and recruitment of the Atlantic seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda, Penaeidae) on the coast of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. *Crustaceana*, 84: 1465–1480.

Fransozo, A., Sousa, A.N., Rodrigues, G.F.B., Telles, J.N., Fransozo, V., Negreiros-Fransozo, M.L. (2016). Crustáceos decápodes capturados na pesca do camarão-sete-barbas no sublitoral não consolidado do litoral norte do estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42: 369-386.

Garcia, J.R., Wolf, M.R., Costa, R.C., Castilho, A.L., (2016). Growth and reproduction of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Decapoda: Penaeidae) from the southeastern coast of Brazil. *Regional Studies in Marine Science*, 6:1–9.

Heckler, G. S., Lopes, M., Simões, S. M., Shimizu, R. M., Costa, R.C. (2014). Annual, Seasonal and spatial abundance of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Decapoda, Penaeidae) off the Southeastern coast of Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 86: 1337–1346.

Heckler, G.S., Simões, S.M., Lopes, M., Zara, F.J., Costa, R.C. (2013). Biologia populacional e reprodutiva do camarão sete-barbas na Baía de Santos, São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 39: 283– 297.

Hiroki, K.A.N., Fransozo, A., Costa, R.C., Castilho, A.L., Shimizu, R.M. Furlan, M. (2011). Bathymetric distribution of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1871) (Decapoda: Penaeidae) in two locations off the southeastern Brazilian coast. *Marine Biology Research*, 7: 176-185.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
www.cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/ubatuba/panorama. Acessado 06/01/2019

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

Lopes, A.E.B., Grabowski, R.C., Garcia, J.R., Fransozo, A., Costa, R.C., Hiroki, K.A., Castilho, A.L. (2017). Population dynamics of *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson,

1871) (Penaeoidea) on the southeastern Brazilian coast: implications for shrimp fishing management from a 5-year study on a bycatch species. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 89: 1013-1025.

Mahiques, M.M. (1995). Dinâmica sedimentar atual nas enseadas da região de Ubatuba, Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 43: 111–122.

Mantelatto, F.L., Bernardo, C.H., Silva, T.E., Bernardes, V.P., Cobo, V.J., Fransozo, A. (2016). Composição e distribuição de crustáceos decápodes associados à pesca do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) no litoral norte do estado de São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42: 307-326.

Odebrecht, C., e Castello, J.P. (2001). The convergence ecosystem in the Southwest Atlantic. In *Coastal marine ecosystems of Latin America* Springer, Berlin, Heidelberg. (147-165pp).

Oksanen, J., Blanchett, F.G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P.R., O'hara, R.B., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M. H. M.; Wagner, H. (2019). *Vegan: community Ecology Package*. R Package 2.0.3. [on line]. URL: <<http://CRAN.R-project.org/package=vegan>>.2012.

Palumbi, S.R. (2004). Marine reserves and ocean neighborhoods: the spatial scale of marine populations and their management. *Annual Review of Environment and Resources*, 29: 31-68.

Pires, A.M.S. (1992). Structure and dynamics of benthic megafauna on the continental shelf offshore of Ubatuba, southeastern, Brazil. *Marine Ecology Progress Series*, 86: 63–76.

Pires-Vanin, A.M.S., e 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.

R Development Core Team. (2019). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org/> (accessed August 2020).

Rakocinski, C.F., Lyczkowski-Shultz, J., Richardson, S.L. (1996). Ichthyoplankton assemblage structure in Mississippi sound as revealed by canonical correspondence analysis. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 43: 237–257.

Robert, R., Borzone, C.A., Natividade, C.D. (2007). Os camarões da fauna acompanhante na pesca dirigida ao camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) no litoral do Paraná. *Boletim do Instituto de Pesca*, 33: 237–246.

Sastry, A.N. (1983). Ecological aspects of reproduction. In: Vernberg FJ, Vernberg WB (eds) *The biology of Crustacea Crustacea: environmental adaptations*. Academic Press, New York, NY, 179–270 pp.

Vega-Pérez, L.A. (1993). Estudo do zooplâncton da região de Ubatuba, Estado de São Paulo.—Publicação especial.

Zar, J.H. (2010). *Biostatistical Analysis*. 5th Edition. Pearson Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 944 pp.

Zuur, A.F., Leno, E.N., Elphick, C.S. (2010). A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. *Methods in Ecology and Evolution*, 1: 3–14.

Capítulo III

**20 anos de exploração pesqueira no litoral
norte de São Paulo: reflexos na estrutura
populacional de *Rimapenaeus constrictus*
(Stimpson, 1871) (Crustacea, Penaeoidea)**

Resumo

Estudos comparativos são necessários para uma melhor compreensão das alterações causadas por efeito antrópico e/ou natural nos ambientes e nas comunidades bentônicas. Este estudo teve como objetivo comparar a estrutura populacional de *Rimapenaeus constrictus* em dois períodos distintos na Enseada de Ubatuba. Os camarões foram coletados utilizando barco de pesca camaroeiro equipados com rede do tipo “double-rig” mensalmente em dois períodos de setembro/1995 a agosto/1996 (PI) e setembro/2016 a agosto/2017 (PII). Os espécimes foram separados quanto ao sexo e o comprimento da carapaça mensurado com paquímetro de precisão. O teste Permanova foi realizado para detectar diferença no tamanho dos indivíduos entre os períodos. As diferenças no tamanho médio dos indivíduos foram avaliados pelo teste de Mann-Whitney (U) e um teste binomial para a razão sexual. Foram obtidos 710 espécimes no PI e 2341 no PII. Em ambos os períodos as fêmeas atingiram tamanhos maiores que os machos ($F = 13.732$ d.f = 1 $p < 0.0001$). Os tamanhos médios dos camarões foram 10.12 ± 2.07 mm no PI e 9.63 ± 2.17 mm no PII ($p < 0,05$). Além disso, a razão sexual foi a favor das fêmeas ($p < 0,05$). A maior ocorrência de indivíduos de tamanhos menores no PII, pode ser devido a sobreexploração pesqueira realizada na Enseada de Ubatuba e, consequentemente, ocorre a captura da fauna acessória. Diante disso, podemos inferir que a estrutura populacional não permaneceu estável ao longo dos períodos I e II devido as variações no tamanho dos espécimes.

Palavra-chave: Penaeoidea, Proporção sexual, tamanho médio, distribuição de frequência de tamanho, Ubatuba, pesca.

Introdução

Estudos comparativos realizados em uma mesma região podem mensurar as modificações que ocorrem ao longo do tempo. Com base nessas informações é possível investigar alterações causadas por efeito antrópico e/ou natural nesses ambientes e, consequentemente nas comunidades bentônicas. Neste contexto, o conhecimento da biologia populacional pode gerar informações essenciais para aprimorar as estratégias de gestão visando o uso sustentável dos recursos pesqueiros e como resultado uma menor taxa de captura da fauna acompanhante (*by-catch*).

A atividade pesqueira pode causar efeitos negativos gerando alguns impactos diretos e indiretos, tanto no ambiente quanto para a sociedade, a qual depende desses inúmeros recursos pesqueiros (Branco e Fracasso, 2004; Mantelatto *et al.* 2016). Sendo assim, os efeitos a curto e à longo prazo causado pela pesca nos ecossistemas marinhos, podem afetar a estrutura de muitas populações, bem como sua capacidade de reabastecimento (Dayton *et al.* 2002). Diante disso, houve um aumento constante nos estudos ecológicos referentes a dinâmica populacional (Almeida *et al.* 2011).

Entretanto, estudos que comparem uma mesma região em períodos distintos, são raros devido à complexidade para se repetir essas técnicas de estudos de maneira fidedigna. No entanto, recentemente, esta abordagem tem sido realizada com sucesso na região de Ubatuba em estudos com camarões peneideos (Bernardo *et al.* 2019; Sousa *et al.* 2019; Bernardes *et al.* 2020 e 2022).

Embora existam algumas dificuldades na concepção e na implementação de um plano de gestão eficaz e, com medidas fáceis de serem aplicadas (Dias Neto, 2011), na região de Ubatuba existem algumas medidas protetivas, como área de proteção ambiental (APA) do Litoral Norte: Setor Cunhambebe por Proclamação Nº 53525, de 8 de outubro de 2008 pelo Ministério Brasileiro do Meio Ambiente. Estas medidas têm

objetivo de priorizar a conservação, preservação e uso sustentável dos recursos na região e, a determinação do período de defeso.

Dentre as regulamentações com a criação da APA fica permitido dentro de seus limites somente a pesca artesanal e de subsistência (Proclamação Nº 53525, de 8 de outubro de 2008; Almeida *et al.* 2012). Atualmente houve uma modificação no defeso, o antigo era entre os dias 1º de março à 31 de maio, porém, com essa alteração o defeso passa a ser entre os dias 28 de janeiro a 30 de abril com objetivo de proteger a diversidade biológica e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (Portaria SAP/MAPA nº 656, de 30/03/2022).

Neste contexto, os estudos com a caracterização de populações podem gerar informações para identificar os indivíduos de cada sexo de uma população em diferentes grupos demográficos (Crocós *et al.* 2001), com base na distribuição de frequência em cada classe de tamanho (Poole, 1974). Outro recurso que reflete no equilíbrio de uma população e na identificação dos padrões reprodutivos de uma espécie é a razão sexual, a qual é estimada pela comparação do número total de machos e fêmeas em uma amostra (Haley, 1979). No entanto, nem sempre o padrão de 1:1 entre os sexos é encontrado e, entre os crustáceos marinhos essa tendência é mais uma exceção do que uma regra (Wenner, 1972; Lopes *et al.* 2010; Castilho *et al.* 2015).

O camarão *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1871) por não possuir interesse econômico, estudos com ênfase na estrutura populacional são escassos. No entanto, podemos encontrar na literatura pesquisas que abordam especificamente a espécie, focaram em seus aspectos biológicos. Bauer e Lin (1994), que contribuíram com informações sobre o padrão sazonal de *R. constrictus* e *Rimapenaeus similis* (Smith, 1885) em uma região subtropical nos Estados Unidos. Costa e Fransozo (2004), avaliaram a variação temporal da intensidade de desova e recrutamento de juvenis na

região tropical de Ubatuba, no Brasil. Garcia *et al.* (2016) e Lopes *et al.* (2017) com crescimento e longevidade em Cananéia e Ubatuba, respectivamente e, Bernardes *et al.* (2020) que compararam a abundância num intervalo de 20 anos na Enseada de Ubatuba.

No entanto, não há estudos comparativos sobre estrutura populacional de *R. constrictus* de longa escala relatado na literatura. Diante disso, testaremos a hipótese de que 20 anos de pesca exploratória podem afetar a estrutura populacional do camarão *R. constrictus*. Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo de comparar a estrutura populacional de *R. constrictus* na Enseada de Ubatuba litoral norte de São Paulo em um intervalo de 20 anos, verificando as variações nas distribuições por classe de tamanho, tamanho médio (máximo e mínimo) de machos e fêmeas e a razão sexual.

Material e Métodos

Procedimentos de amostragem de camarões e condições ambientais

As amostras foram coletadas na Enseada de Ubatuba em dois períodos: PI, de setembro de 1995 a agosto de 1996 (antes do estabelecimento da área de proteção ambiental-APA) e PII, de setembro de 2016 a agosto de 2017 (após o estabelecimento da APA). Foram estabelecidos 5 transectos na Enseada de Ubatuba: três transectos em diferentes profundidades e dois perpendiculares à costa. As profundidades selecionadas foram de 5, 10 e 15 metros, e os dois transectos perpendiculares estavam a 9 e 6,5 metros da linha de costa, o primeiro em área abrigada (Abr) e o segundo em área exposta (Exp) às ondas. A mesma técnica de amostragem foi utilizada durante todo o estudo para permitir a comparação dos dados. Os camarões foram capturados com um barco de pesca equipado com redes “double-rig” (4,5 m abertura da boca, 20mm entrenós na panagem e 18 mm no ensacador). Cada arrasto teve 2 km de extensão e 30

min de duração, cobrindo uma área varrida estimada de 18.000 m². A posição inicial das estações de amostragem foi determinada com um Sistema de Posicionamento Global (GPS) garantindo o mesmo local de amostragem em todas as coletas e a ecossonda foi utilizada para quantificar a profundidade.

Ao final de cada arrasto, os camarões coletados foram transportados em caixa térmica para o laboratório onde foram identificados de acordo com Pérez-Farfante (1988) e Costa *et al.* (2003). Os camarões foram medidos quanto ao comprimento da carapaça (CC) com paquímetro de precisão (0,01 mm). Os camarões foram separados em duas categorias demográficas: machos com a presença de um petasma e fêmeas com presença de télico (Pérez-Farfante 1988). Em ambos os períodos, fêmeas menores que 7,5 mm CC foram consideradas juvenis, de acordo com o tamanho médio de aquisição da maturidade sexual determinados por Costa e Fransozo (2004). Em relação aos machos, foram considerados adultos quando endopoditos do primeiro par de apêndices abdominais unidos (petasma) e, se desunidos, juvenis (Boschi e Scelzo, 1977). As estações foram agrupadas e definidas da seguinte forma (setembro-novembro = primavera, dezembro-fevereiro = verão, março-maio = outono e junho-agosto = inverno).

Análise dos dados

Os dados foram avaliados quanto aos pressupostos de homocedasticidade (teste de Levene) e normalidade (teste de Shapiro-Wilk). A estrutura populacional foi representada em classes de tamanho 1mm definidas segundo Lopes *et al.* (2017) e o número de indivíduos em ambos períodos foi distribuído em classes de tamanho. Cada classe de CC com intervalos de 1 mm foi estabelecida, partindo de 4,0 mm até 20,0 mm. Anteriormente à análise da estrutura de tamanho de *R. constrictus*, os dados foram padronizados (“decostand” function) e transformados em índices de dissimilaridades

(Hellinger method), para serem testados por meio de Análise Permutal de Variância (PERMANOVA; `adonis2` function; Oksanen *et al.*, 2019). Foram realizadas comparações da estrutura populacional espacial (transectos), temporal (períodos e estações) e da população (sexo). Em seguida, foi utilizado a função “`pairwise.perm.manova`” para a comparação post-hoc, com ajuste de Bonferroni e 9.999 permutações (Hervé, 2021).

Para a visualização multivariada dos dados foram criados biplots dos componentes principais (PCA), sendo destacado em cada comparação o centróide da distribuição de cada fator analisado. As diferenças no tamanho médio dos grupos demográficos entre os dois períodos foram analisadas pelo teste de Mann-Whitney (U). A razão sexual foi analisada por estação e classe de tamanho durante o período de estudo. A igualdade na proporção esperada de 1:1 (machos:fêmeas) foram testadas com o teste binomial ($\alpha=0,05$) (Wilson e Hardy 2002).

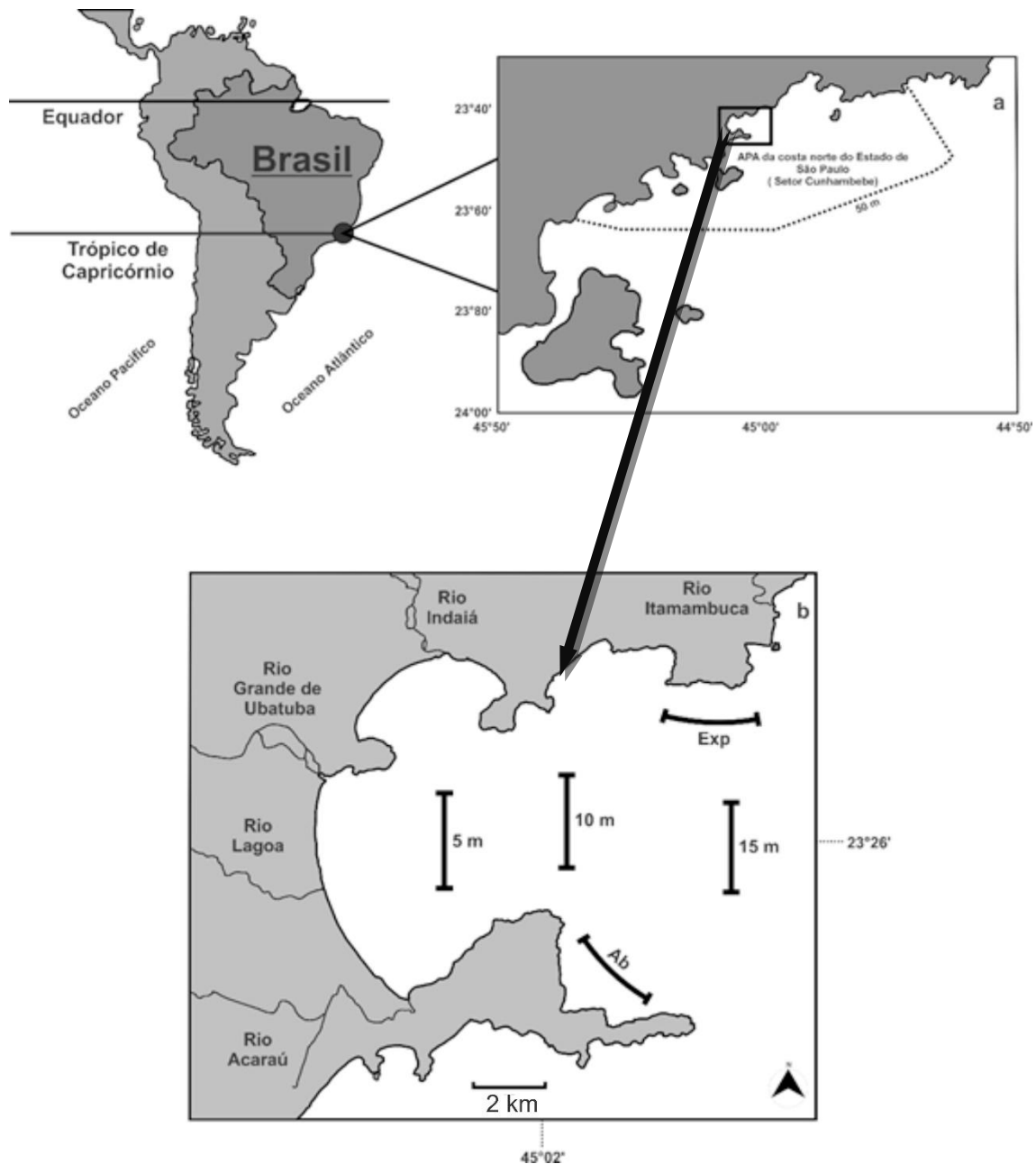


Figura 1. Mapa da região de estudo indicando (a) área de proteção ambiental Setor de Cunhambebe (APA) e (b) Enseada de Ubatuba, com os transectos amostrados durante os períodos setembro de 1995/ a agosto de 1996 e setembro de 2016 a agosto de 2017 (5m, 10m, 15m, Exp = exposto e Ab = abrigado).

Resultados

Durante o estudo, foram amostrados 3051 espécimes de *R. constrictus*, 710 no PI 2341 e no PII. O comprimento da carapaça dos camarões variou de 5.6 a 18.0 mm (10.12 ± 2.07) e de 4.2 a 19.4 mm (9.63 ± 2.17) durante PI e PII, respectivamente. O tamanho médio do camarão foi de 10.12 ± 2.07 mm em PI e 9.63 ± 2.17 mm em PII (Teste Mann-Whitney; $U = 23,167$; d. f. = 1; $p < 0.05$) (Tabela I).

Em relação aos períodos houve maior captura de espécimes de tamanhos menores de *R. constrictus* no PII. As classes de tamanho de 8.0 a 9.0 mm foram as mais representativas para os machos em ambos os períodos. Quanto as fêmeas as classes de tamanhos de destaques foram de 10.0 a 11.0 mm no PI e 9.0 a 10.0 mm no PII (Figura 2).

Na distribuição de frequência de machos e fêmeas nas classes de tamanho por estações, no PI foram mais abundantes na primavera 9.0 a 10.0 mm machos e 11.0 a 12.0 mm fêmeas e verão 7.0 a 8.0 mm machos e 9.0 a 10.0 mm para as fêmeas. Porém, no PII o outono 6.0 a 8.0 mm para machos e 9.0 a 10.0 mm para as fêmeas e no inverno nas classes de 9.0 a 11.0 mm para ambos os sexos (Figura 3).

A distribuição de frequência de indivíduos nas classes de tamanhos foi significativamente diferente entre os períodos indicando o PII com maior incidência de camarões de menores tamanhos ($F = 13.732$ d.f = 1 $p < 0.0001$). Além disso, em ambos os períodos as fêmeas foram maiores que os machos ($F = 6.931$ d.f = 1 $p < 0.0010$) (Figura 4). Em geral a razão sexual em ambos os períodos foi a favor das fêmeas (binomial test, $p > 0.05$). No PI as classes de tamanhos 5 –] 7 mm e 9-]10 mm e no PII 4-] 6 mm e 7-] 8 mm não diferiram (binomial test, $p > 0.05$). As fêmeas foram

predominantes nas classes finais em ambos os períodos (binomial test, $p < 0.05$). (Tabela 2).

Tabela I. *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1871). Tamanho (mm) dos espécimes baseado no comprimento de carapaça durante os períodos setembro de 1995/ a agosto de 1996 e setembro de 2016 a agosto de 2017.

	N		Min- Max		Média dp		U
	PI	PII	PI	PII	PI	PII	PI x PII
Jovens	54	168	5.6 - 7.8	4.2 - 12.4	6.98 ± 0.59	6.54 ± 1.17	$p < 0.05^*$
Machos	220	860	7.1 - 14.1	5.1 - 15.0	10.06 ± 1.71	8.70 ± 1.98	$p < 0.05^*$
Fêmeas	436	1313	7.9 - 18.0	6.2 - 19.4	10.58 ± 1.84	9.86 ± 2.05	$p < 0.05^*$
Total	710	2341	5.6 - 18.0	4.2 - 19.4	10.12 ± 2.07	9.63 ± 2.17	$p < 0.05^*$

(N = número e indivíduos; Min = mínimo; Max = máximo; DP = desvio padrão, PI = setembro de 1995 a agosto de 1996 e PII= setembro de 2016 a agosto de 2017; U = teste Mann-Whitney * $p < 0.05$).

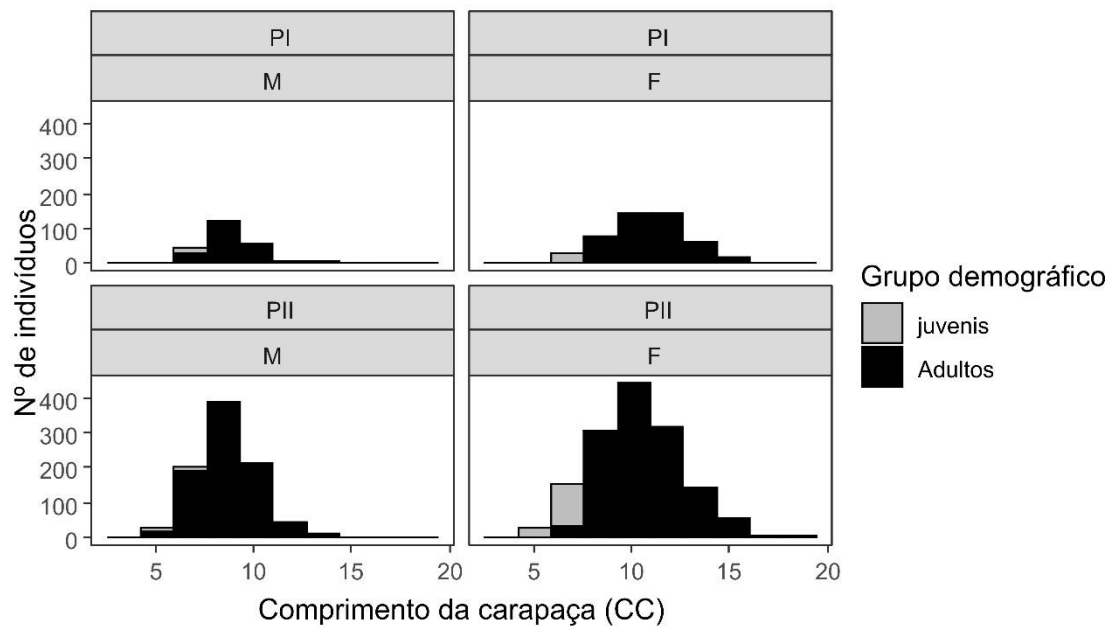


Figura 2. *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1871). Distribuição do número total de indivíduos por classe de tamanho coletados durante os períodos setembro de 1995/ a agosto de 1996 (PI) e setembro de 2016 a agosto de 2017 (PII) na Enseada de Ubatuba-SP. F= fêmeas e M= machos.

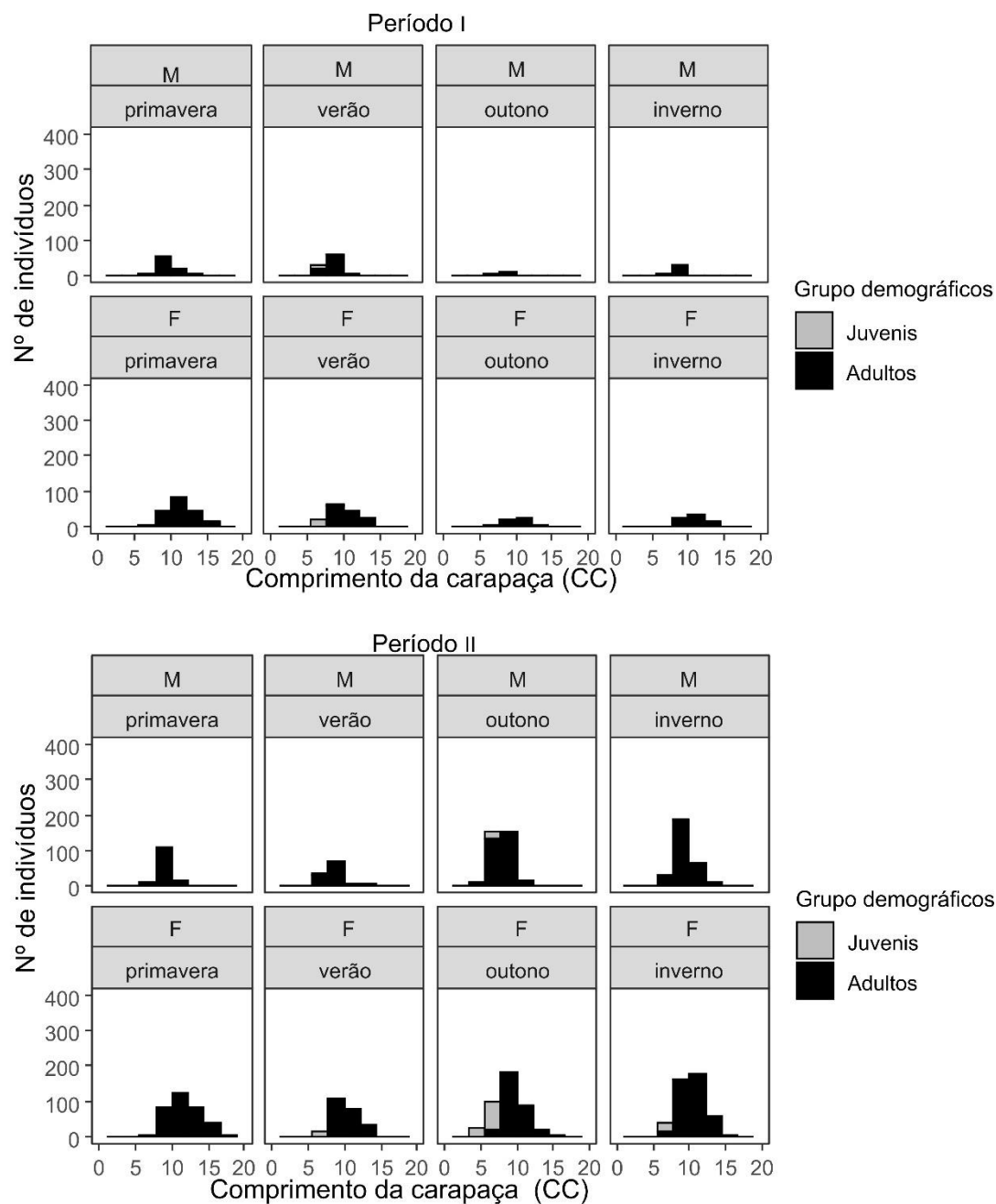


Figura 3. *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1871). Distribuição de machos e fêmeas por classes de tamanho de comprimento de carapaça (mm) por estações durante os períodos setembro de 1995/ a agosto de 1996 (PI) e setembro de 2016 a agosto de 2017 (PII) na Enseada de Ubatuba-SP. F= fêmeas e M= machos.

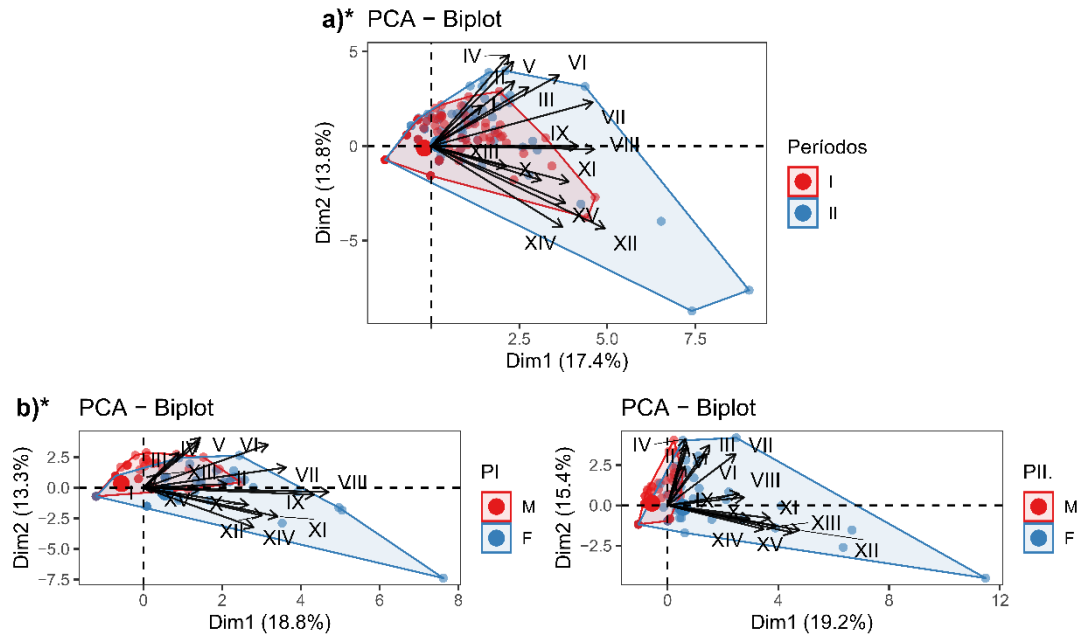


Figura 4. *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1871). Permanova comparando a distribuição de frequência entre os períodos (a) e entre os sexos (b) durante os períodos setembro de 1995/ a agosto de 1996 (PI) e setembro de 2016 a agosto de 2017 (PII) na Enseada de Ubatuba-SP. * indica diferenças significativas ($\alpha < 0.05$). F= fêmeas e M= machos.

Tabela II. Razão sexual por classe de tamanho dos indivíduos coletados durante os períodos setembro de 1995/ a agosto de 1996 (PI) e setembro de 2016 a agosto de 2017 (PII) na Enseada de Ubatuba-SP.

	PI				PII			
	Machos	Fêmeas	M:F	Binomial	Machos	Fêmeas	M:F	Binomial
4.0-[5.0	0	0	0	p=0	2	8	1:4	p > 0.087
5.0-[6.0	1	2	1:2	p > 0.812	24	20	1:0.83	p > 0.615
6.0-[7.0	12	8	1:0.66	p > 0.443	102	62	1:0.60	p < 0.001
7.0-[8.0	47	27	1:0.57	p < 0.023	150	130	1:0.86	p > 0.244
8.0-[9.0	74	47	1:0.63	p < 0.015	250	186	1:0.74	p < 0.002
9.0-[10.0	69	74	1:1.07	p > 0.707	212	278	1:1.31	p < 0.003
10.0-[11.0	22	89	1:4.04	p < 0.001	96	240	1:2.5	p < 0.001
11.0-[12.0	7	85	1:12.14	p < 0.001	26	207	1:7.96	p < 0.001
12.0-[13.0	3	70	1:23.33	p < 0.001	30	144	1:4.8	p < 0.001
13.0-[14.0	2	38	1:19	p < 0.001	0	92	0	p=0
14.0-[15.0	1	22	1:22	p < 0.001	1	40	1:40	p < 0.001
15.0-[16.0	0	5	0	p=0	0	26	0	p=0
16.0-[17.0	0	2	0	p=0	0	4	0	p=0
17.0-[18.0	0	1	0	p=0	0	6	0	p=0
18.0-[19.0	0	2	0	p=0	0	2	0	p=0
19.0-[20.0	0	0	0	p=0	0	2	0	p=0

* Valores estatisticamente significativos (Teste Binomial; p < 0.001)

Discussão

No presente estudo foi possível observar que os espécimes capturados no PII, apresentaram menores tamanhos médios em relação ao PI. Essa variação no tamanho dos indivíduos pode estar relacionada tanto com os fatores ambientais como, temperatura e disponibilidade de alimento, assim como, os efeitos da pesca os quais também podem influenciar no crescimento dos indivíduos (Bauer, 1992; Kaiser *et al.* 2002). Para *R. constrictus* acreditamos que a maior ocorrência de indivíduos de tamanhos menores, pode ser devido a sobrexplotação pesqueira realizada na Enseada de Ubatuba, devido à pesca direcionada ao camarão *X. kroyeri* (Costa *et al.* 2007), conseqüentemente, ocorre a captura da fauna acessória (*by catch*), gerando impactos na diversidade.

Segundo Kaiser *et al.* (2002), os efeitos da pesca podem afetar a distribuição e o tamanho do corpo, resultando em uma fauna dominada por indivíduos de tamanhos menores e antecipando a maturidade sexual. Tal fato foi observado por Castro *et al.* (2005) que apontaram o esforço de pesca exercido na Enseada de Ubatuba como uma possível causa da redução na taxa de captura de *X. kroyeri* maiores que 25,8 mm CC. Sendo assim, a pressão causada pela pesca pode ser responsável pela redução do tamanho dos indivíduos de *R. constrictus*, tendo uma maior captura de indivíduos menores no PII.

Devido maior ocorrência de indivíduos de tamanhos menores no PII, isso poderia refletir em uma redução na produção de ovos e de novos recrutas, devido à localização das gônadas que se encontram na cavidade cefalotorácica (Rodrigues, 1987). A longo prazo isso poderia gerar alguns danos, como a redução na primeira maturidade representando um custo adicional para a espécie, uma vez que a maturação em tamanhos menores resulta em menor fecundidade e menor potencial reprodutivo (Costa

e Fransozo, 2004; Keunecke *et al.* 2011), ou seja, quanto maior a fêmeas mais ovócitos produzirá (Bauer, 2004; Yamanda, 2007) gerando um aumento de sua fecundidade (Crocós e Kerr, 1983; Choi *et al.* 2005).

Essa diferença de tamanhos entre machos e fêmeas é comum entre os Penaeoidea (Boschi 1989), isso pode ser devido os machos apresentarem uns coeficientes de crescimentos mais elevados que as fêmeas, resultando em um menor comprimento assintótico (carapaça) (Boschi, 1969; Gulland e Rotschild, 1981), ou seja, os machos são menores que as fêmeas embora evidenciam a mesma idade (Grabowski *et al.* 2014). Resultados semelhantes também foram observados para outras espécies como *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) nos estudos de Severino-Rodrigues *et al.* (1993), Nakagaki e Negreiros-Fransozo (1998) e Castro *et al.* (2005), *Rimopenaeus constrictus* (Stimpson, 1871) em estudo de Costa e Fransozo (2004), *Sicyonia dorsalis* (Kingsley, 1878) por Castilho *et al.* (2008), *A. longinaris* por Castilho *et al.* (2007) e Sancinetti *et al.* (2015).

Com relação a proporção sexual, alguns fatores como reversão sexual, longevidade, diferença de migração entre os sexos e na taxa de mortalidade pode apresentar um desequilíbrio na proporção sexual (Fisher, 1958; Wenner, 1979). Em nossos estudos, podemos inferir que esse desvio na proporção sexual pode ser devido a uma migração das fêmeas em relação ao período reprodutivo. Além disso, essa migração também pode ser devido à alta demanda metabólica de fêmeas durante o período de maturação gonadal fazendo com que se alimente por longos períodos, aumentando sua vulnerabilidade a captura (Kevrekidis e Thessalou-Legaki 2006). Resultados semelhantes também foram obtidos por Almeida *et al.* (2011) para *N. schmitti* e Bernardo *et al.* (2019) para *A. longinari* com desvio na proporção sexual a favor das fêmeas.

No que se refere as classes de tamanho, o desvio da proporção sexual a favor das fêmeas nas classes de tamanho maiores em ambos os períodos, pode ser atribuído ao crescimento diferencial entre os sexos uma vez que as diferenças das taxas de mortalidade e crescimento podem influenciar na razão sexual (Wilson e Pianka, 1963; Wenner, 1972; Haley, 1979). Wenner (1979) sugeriu que a razão sexual com predominância das fêmeas nas classes de tamanho maior das espécies do gênero *Nematocarcinus* A. Milne Edwards, 1881 poderia ser explicado devido a maior longevidade das fêmeas. Estes aspectos foram corroborados por Garcia *et al.* (2016) e Lopes *et al.* (2017), uma vez que, observaram que as fêmeas de *R. constrictus* apresentaram uma longevidade maior em relação aos machos sugerindo que os machos tenham um ciclo de vida curto em relação as fêmeas.

Embora o número de indivíduos tenha aumentado após 20 anos, podemos observar que a estrutura populacional de *R. constrictus* foi composta por indivíduos de tamanhos menores durante devido as variações no tamanho ao longo do período II. No entanto, é importante salientar que as medidas de gestão implementadas na costa sudeste do Brasil, em conjunto com as condições adequadas (bióticas e abióticas) da Enseada de Ubatuba, podem ter contribuído significativamente para manutenção da população, devido a ocorrência continua de todos os grupos demográficos (juvenis, machos e fêmeas adultos).

Referências

- Almeida, A.C., Fransozo, V., Monteiro T.G., Furlan, M., Hiroki, K.A.N., Fransozo, A. (2011). Population structure and reproductive period of whitebelly prawn *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis 1950) (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) on the southeastern coast of Brazil. *Invertebrate Reproduction e Development*, 55: 30-39.
- Almeida, A.C., Baeza, J.A., Fransozo, V., Castilho, A.L. and Fransozo, A. (2012). Reproductive biology and recruitment of *Xiphopenaeus kroyeri* in a marine protected area in the Western Atlantic: implications for resource management. *Aquatic Biology*, 17: 57-69.
- Bauer, R.T. (1992). Testing generalizations about latitudinal variation in reproduction and recruitment patterns with sicyoniid and caridean shrimp species. *Invertebrate Reproduction and Development*, 22: 139–202.
- 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. (2004). Remarkable shrimps: adaptations and natural history of the Carideans. University of Oklahoma Press, Norman.
- Bernardo, C.H., Hiroki, K.A.N., Almeida, A.C., Taddei, F.G., Sousa, A.N., Teixeira, G.M., Fransozo, A. (2019). Changes after 20 years in the population structure of the South American endemic shrimp *Artemesia longinaris* (Crustacea, Decapoda) on the southeastern Brazilian coast. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 14: 115-124.
- Bernardes, V.P., Sousa, A.N., Bernardo, C.H., Teixeira, G.M., Costa, R.C., Mantelatto, F.L., Fransozo, A. (2020). Comparison of the spatio-temporal distribution of the roughneck shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1871) (Crustacea, Penaeoidea) from Mêsly samples collected 20 years apart: Effects of a marine protected area in southeastern Brazil. *Marine Ecology*, 41: 1-10.
- Bernardes, V.P., Oliveira Marques, A., Fransozo, V., Costa, R.C., Teixeira, G.M., Freire, F.A.M., Fransozo, A. (2022). Spatio-temporal dynamics of the commercial

seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) and physico-chemical parameters in a marine protected area: Changes in abundance and distribution after 20 years. *Regional Studies in Marine Science*, 52: 102-241.

Boschi, E.E. (1969). Crecimiento, migración y ecología del camarón comercial *Artemesia longinaris* Bate. *FAO Fisheries Reports*, 3: 833–846.

Boschi, E.E. (1989). Biología pesquera del langostino del litoral patagónico de Argentina (*Pleoticus muelleri*). Ministerio de Economía, Subsecretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, Instituto Nacional de Desarrollo Pesquero, Mar del Plata.

Boschi, E.E. e Scelzo, M.A. (1977). Desarrollo larval y cultivo del camarón comercial de Argentina *Artemesia longinaris*. *FAO Documento Técnico de Pesca*, 159: 287-327p.

Branco, J.O., e 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. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21: 295-301.

Castilho, A.L., Gavio, M.A., Costa, R.C., Boschi, E. E., Bauer, R.T., Fransozo, A. (2007). 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., Furlan, M, Costa, R.C., Fransozo, V. (2008). Reproductive biology of the rock shrimp *Sicyonia dorsalis* (Decapoda: Penaeoidea) from the southeastern coast of Brazil. *Invertebrate Reproduction and Development*, 52: 59-68.

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.

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, 90: 663-669.

Costa, R.C., Fransozo, A. (2004). Reproductive biology of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Decapoda: Penaeidae) in the Ubatuba region of Brazil. Journal of Crustacean Biology, 24:274-281.

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., Freire, F.A.M., Castilho, A.L. (2007). Abundance and ecological distribution of the “seabob shrimp” *Xipohpenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda: Penaeoidea) in three bays of the Ubatuba region, South-eastern Brazil. Gulf and Caribbean Research, 19: 33-41.

Choi, J.H., Kim, J.N., Ma, C.W., Cha, H.K. (2005) Growth and reproduction of the kishi velvet shrimp, *Metapenaeopsis dalei* (Rathbun, 1902) (Decapoda, Penaeidae) in the western sea of Korea. Crustaceana, 78: 947–963.

Crocos, P.J. e Kerr, J.D. (1983). Maturation and spawning of the banana prawn *Penaeus merguensis* de man (Crustacea : Penaeidae) in the gulf of Carpentaria, Australia. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 69: 31-59.

Croos, M.D.S.T., Pálsson, S., Thilakarathna, R.M.G.N. (2011). Sex ratios, sexual maturity, fecundity, and spawning seasonality of *Metapenaeus dobsoni* off the western coastal waters of Sri Lanka. Invertebrate Reproduction e Development, 55: 110–123

Dayton, P.K., Thrush, S. e Coleman, F. (2002) The Ecological Effects of Fishing in Marine Ecosystems of the United States. Pew Oceans Commission, 52 p.

Dias Neto, J. (2011). Proposta de Plano nacional de Gestão para uso sustentável de Camarões marinhos do Brasil. Brasília: IBAMA

Fisher, R.A. (1958). The genetical theory of natural selection. 2nd ed. New York: Dover

Garcia, J.R., Wolf, M.R., Costa, R.C., e Castilho, A.L. (2016). Growth and reproduction of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Decapoda: Penaeidae) from the southeastern coast of Brazil. Regional Studies in Marine Science, 6:1-9.

- Grabowski, R.C., Simões, S.M., Castilho, A.L. 2014. Population structure, sex ratio and growth of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Decapoda, Penaeidae) from coastal waters of southern Brazil. *Zookeys*, 457: 253- 269.
- Gulland, J.A., e Rothschild, B.J. (1981). Penaeid shrimps: their biology and management. (Fishing News Books, Farnham, Surrey).
- Haley, S.R. (1979). Sex ratio as function of size in *Hippa pacifica* Dana (Crustacea, Anomura, Hippidae): a test of the sex reversal and differential growth rate hypothesis. *American Nature Ohio*, 113: 391-397.
- Kaiser, M.J., Collie, J.S., Hall, S.J., Jennings, S. e Poiner, I.R. (2002). Modification of marine habitats by trawling activities: prognosis and solutions. *Fish Fishers*, 3: 114–136.
- Keunecke, K.A., D'Incao, F., Verani, J.R. e Vianna, M. (2012). Reproductive strategies of two sympatric swimming crabs *Callinectes danae* and *Callinectes ornatus* (Crustacea:Portunidae) in an estuarine system, southeastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 92: 343-347.
- Kevrekidis, K., eThessalou-Legaki, M. (2006). Catch rates, size structure and sex ratio of *Melicertus kerathurus* (Decapoda: Penaeidae) from an Aegean Sea trawl fishery. *Fisher Reserch*, 80: 270-279.
- Lopes, A.E.B., Grabowski, R.C., Garcia, J.R., Fransozo, A., Costa, R.C., Hiroki, K.A., and Castilho, A.L. (2017). Population dynamics of *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1871) (Penaeoidea) on the southeastern Brazilian coast: implications for shrimp fishing management from a 5-year study on a bycatch species. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 89: 1013-1025.
- Mantelatto, F.L., Bernardo, C.H., Silva, T.E., Bernardes, V.P., Cobo, V.J. Fransozo, A. (2016). Composição e distribuição de crustáceos decápodes associados à pesca do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) no litoral norte do estado de São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42: 307-326.

- 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: 931-936.
- Oksanen, J., Blanchett, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, Wagner, H. (2019). *Vegan: Community Ecology Package*. R Package 2.5-6. [online]. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
- Pérez-Farfante I. (1988). Illustrated key to penaeoid shrimps of commerce in the Americas. NOAA Tech Rep NMFS. 64:1–32.
- Pérez-Farfante, I. e Kensley, B. (1997). Penaeoid and segestoid shrimps and scrawns of the world. Keys and diagnoses for the families and genera. Éditions du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 233 p.
- Poole, R.W. (1974). *An introduction to quantitative ecology*. McGraw-Hill, 531pp.
- 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: 305- 313.
- Severino-Rodrigues, E., Pita, J. B., Graça-Lopes, R.D., Coelho, J.A.P. Puzzi, A. (1993). Aspectos biológicos e pesqueiros do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) capturado pela pesca artesanal no litoral do estado de São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 19: 67-81.
- Souza, A.N., Bernardes, V.P., Hiroki, K.A.N., Almeida, A.C., Teixeira, G.M. Fransozo, A. (2019). Nursery grounds of the commercially important shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) (Decapoda, Penaeoidea): comparison of the population structure between two periods. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 14: 24–33
- Wenner, A.M. (1972). Sex ratio as a function of size in marine Crustacea. *The American Naturalist*, 106: 321–350.

Wenner, E.L. (1979). Distribution and reproduction of nematocarcinid shrimp (Decapoda: Caridea) from the northwestern North Atlantic. *Bulletin of Marine Science* 29(3):380-393.

Wilson, M.F. e E.R. Pianka. (1963). Sexual selection, sex-ratio and mating system. *The American Naturalist* 97: 405-407

Wilson, K. e Hardy, I. C. (2002). Statistical analysis of sex ratios: an introduction. *Sex ratios: concepts and research methods*, 1: 48-92.

Yamada, R., Kodama, K., Yamakawa, T., Horiguchi, T. and Aoki, I. (2007). Growth and reproductive biology of the small penaeid shrimp *Trachysalambria curvirostris* in Tokyo Bay. *Marine Biology*, 151(3): 961–971.

Considerações finais

Considerações finais

O primeiro capítulo foi intitulado “Aspectos populacionais do camarão com importância econômica *Xiphopenaeus* spp. (Decapoda, Penaeidae), no litoral norte paulista”. Este capítulo relata a biologia populacional de *X. kroyery* na Enseada de Ubatuba. Com relação a reprodução e o recrutamento juvenil ambos foram contínuos, também encontramos o mesmo padrão comum entre peneideo, fêmeas maiores que os machos. Isso pode estar relacionado ao crescimento diferencial entre os sexos e também com longevidade, uma vez que, as fêmeas apresentam maior longevidade do que os machos. Além disso, com relação as medidas protetivas apenas o pico de recrutamento juvenil ocorre dentro do período de defeso atual, o qual se incluem outros camarões de interesse comercial. Podemos sugerir que a partir desses resultados, que atual o período de fechamento da pesca será mais adequado que o anterior.

Atualmente houve uma modificação no defeso, o antigo era entre os dias 1º de março à 31 de maio, porém, com essa alteração o defeso passa a ser entre os dias 28 de janeiro a 30 de abril. Sendo assim, com base em nossos resultados podemos inferir que essas novas medidas de ordenamento, serão mais eficientes. Além disso, existem as áreas de proteção ambiental que também contribuem com manutenção dos espécimes. Assim, este local é preservado mantendo a integridade e complexibilidade do ambiente e das comunidades bentônicas nesta área. Em outras palavras, este local pode ser considerado como abrigo durante a reprodução e o crescimento (os juvenis), garantindo que sua prole atinja a fase adulta. Diante disso, ressaltamos a importância dessas medidas mitigadoras, uma vez que os espécimes utilizam a enseada como local de abrigo e desova.

O segundo capítulo intitulado foi como Biologia reprodutiva do camarão *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1871) (Crustacea, Penaeoidea) em uma Área de Proteção Ambiental. Embora o estudo foi realizado em uma região tropical, em nossos resultados o período reprodutivo não foi contínuo e como consequência o recrutamento juvenil seguiu esse mesmo padrão. Na região de Ubatuba existe algumas medidas protetivas como o período de defeso o qual foi alterado e a partir de 2023 passa a ser do dia 29 de janeiro a 30 de abril e, área de proteção ambiental (APA). O objetivo dessas medidas é proteger as fases iniciais e (os recrutas) e os locais que são utilizados como desova e berçário. Diante disso, em nossos estudos observamos que devido à falta de sincronia entre o período reprodutivo e o recrutamento, com essas novas modificações além dos recrutas as fêmeas também estão protegidas pelo defeso. Portanto, esses planos de manejo são necessários para conservação desses espécimes que são capturados como fauna acompanhante e descartados por não ter valor comercial.

O terceiro capítulo intitulado foi como “20 anos de exploração pesqueira no litoral norte de São Paulo: reflexos na estrutura populacional de *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1871) (Crustacea, Penaeoidea)”. Neste estudo foi verificado que após 20 anos a estrutura populacional dos espécimes foi predominada por indivíduos de tamanhos menores. O predomínio de indivíduos de tamanhos menores no PII provavelmente pode ser devido a sobrepesca que ocorre no local de estudo, a qual é voltada para o camarão de interesse comercial *X. kroyeri*, consequentemente, ocorre a captura de *R. constrictus* como fauna acessória (*by catch*). Visto que os efeitos da pesca poderiam afetar o tamanho do corpo, isso resultaria em uma fauna dominada por indivíduos de tamanhos menores, a longo prazo isso poderia gerar alguns danos, como a redução na primeira maturidade, menor fecundidade e menor potencial reprodutivo.