



Universidade Federal do Rio Grande - FURG
Instituto de Ciências Biológicas
Pós-graduação em Biologia de Ambientes
Aquáticos Continentais



**Aspectos reprodutivos do camarão-rosa *Penaeus
brasilensis* (Decapoda: Penaeidae) no sudeste do
Brasil**

Caroline Vettorazzi Bernabé

Orientador: Prof. Dr. Antonio Sergio Varela Junior
Coorientador: Prof. Dr. Henrique David Lavander

Rio Grande
2022



Universidade Federal do Rio Grande - FURG
Instituto de Ciências Biológicas
Pós-graduação em Biologia de Ambientes
Aquáticos Continentais



Aspectos reprodutivos do camarão-rosa *Penaeus brasiliensis* (Decapoda: Penaeidae) no sudeste do Brasil

Aluna: Caroline Vettorazzi Bernabé

Orientador: Prof. Dr. Antonio Sergio Varela Junior

Coorientador: Prof. Dr. Henrique David Lavander

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

Rio Grande
2022

Ficha Catalográfica

B518a Bernabé, Caroline Vettorazzi.
Aspectos reprodutivos do camarão-rosa *Penaeus brasiliensis*
(Decapoda: Penaeidae) no sudeste do Brasil / Caroline Vettorazzi
Bernabé. – 2022.
82 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande –
FURG, Programa de Pós-Graduação em Biologia de Ambientes
Aquáticos Continentais, Rio Grande/RS, 2022.

Orientador: Dr. Antonio Sergio Varela Junior.

Coorientador: Dr. Henrique David Lavander.

1. Conservação 2. Estágios maturacionais 3. Período reprodutivo
4. Reprodução 5. Tamanho de primeira maturação I. Varela Junior,
Antonio Sergio II. Lavander, Henrique David III. Título.

CDU 639.512

Catologação na Fonte: Bibliotecário José Paulo dos Santos CRB 10/2344



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - ICB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA DE AMBIENTES
AQUÁTICOS CONTINENTAIS




**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM BIOLOGIA DE
AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS – Nº 007/2022**

Às 08h30 (oito horas e trinta minutos) do dia 12 (doze) do mês de dezembro de 2022 (dois mil e vinte e dois), via Webconferência no endereço eletrônico: (<https://meet.google.com/nhq-vpmz-ctg>) reuniram-se docentes, discentes e comunidade em geral, para a Defesa Pública da Dissertação de Mestrado da acadêmica Caroline Vettorazzi Bernabé. A Dissertação intitulada “**Aspectos reprodutivos do camarão-rosa *Penaus brasiliensis* (Decapoda: Penaeidae) no sudeste do Brasil**” foi avaliada pela Banca Examinadora composta pelo Profº Dr. Antonio Sergio Varela Junior (Orientador); Profº Dr. Rogério Tubino Vianna (FURG) e Profº Dr. Carlos Antonio Beserra da Silva Júnior (IFES). Após a defesa e arguição pública, a Banca Examinadora reuniu-se, para deliberação final, e considerou a acadêmica **APROVADA**. Desta forma, a acadêmica concluiu mais uma das etapas necessárias para a obtenção do grau de **MESTRE EM BIOLOGIA DE AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS**.


Nada mais havendo a tratar, às 12h00h (doze horas) foi lavrada a presente ata, que lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Banca Examinadora, pela Acadêmica e pelo Coordenador do Curso.

Profº Dr. Antonio Sergio Varela Junior

Profº Dr. Rogério Tubino Vianna

Documento assinado digitalmente
 CARLOS ANTONIO BESERRA DA SILVA JUNI
Data: 21/12/2022 11:51:27-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Profº Dr. Carlos Antonio Beserra da Silva Júnior

Documento assinado digitalmente
 CAROLINE VETTORAZZI BERNABE
Data: 20/12/2022 14:53:38-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Caroline Vettorazzi Bernabé

Profº Dr. Rogério Tubino Vianna
Coordenador do Curso

“Dedico esta dissertação a minha família, em especial aos meus queridos pais (Bernadete e José Augusto) e irmão (Maicon), que me apoiaram incondicionalmente em todas minhas decisões e não mediram esforços para realização dos meus sonhos. Sem vocês a realização deste sonho não seria possível”.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer ao Programa de Pós-graduação em Ambientes Aquáticos Continentais (PPGBAC-FURG), em nome do meu orientador Antonio Sergio Varela Junior, pela oportunidade concedida e confiança depositada na elaboração deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), pela bolsa de estudo e recursos concedidos para a realização desta pesquisa.

Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) por conceder as licenças necessárias para coleta de material na área de estudo.

À banca examinadora pelas críticas e sugestões que só vieram a enriquecer este trabalho.

Aos Laboratórios Dinâmica de Populações Marinhas do IFES, Anatomia Animal da UFES e Histologia Animal da FURG, por todo suporte técnico e apoio recebido durante as análises histológicas.

A todos os professores/pesquisadores que compartilharam seus conhecimentos e contribuíram com minha formação acadêmica, muito obrigada.

Em especial, aos meus coorientadores Prof. Dr. Henrique Lavander e Dra. Cecília Craveiro, pela oportunidade em trabalharmos juntos novamente e desenvolvermos esta pesquisa. Agradeço a amizade, conselhos e dedicação compartilhada durante toda minha formação acadêmica e pessoal, meu sincero respeito, carinho e admiração a vocês.

Aos meus queridos amigos do Grupo de Pesquisa - Maricultura e Recursos Pesqueiros, LANPOA e MALACOLAB, pela parceria e confiança no desenvolvimento desse trabalho. Agradeço por me ajudarem nos embarques, arrastos, coleta e análises das amostras. Sem vocês seria impossível a realização deste trabalho.

À minha família e amigos, que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando e me dando forças para continuar lutando pelos meus sonhos. Amo muito vocês e muito obrigada!

E por fim, mas não menos importante, à Deus, por estar sempre presente em todos os momentos da minha vida.

RESUMO

Os camarões-rosa *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) e *Penaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) são intensamente pescados na região sudeste do Brasil. A exploração sustentável desse recurso ainda é um grande desafio para os gestores, devido à escassez de dados disponíveis e da incerteza da efetividade da atual legislação. O presente estudo buscou avaliar durante 12 meses (abril/2019 a fevereiro/2020 e março/2021) a dinâmica reprodutiva do camarão-rosa *P. brasiliensis* capturado no sul do Espírito Santo, região sudeste do Brasil. Os espécimes foram capturados através da pesca artesanal com redes de arrasto realizadas nas zonas costeira e estuarina nos municípios de Anchieta, Piúma e Itapemirim. Foram amostrados 304 espécimes, destes 158 eram machos (51,97%) e 146 eram fêmeas (48,03%), o que representa uma proporção sexual de 1,1:1 (macho: fêmea) do total amostrado. Em relação aos comprimentos total (CT) e do cefalotórax (CC) e peso total (PT), as fêmeas foram significativamente maiores do que os machos em relação a todas as variáveis analisadas ($P < 0,05$). As análises macroscópica e microscópica dos ovários permitiram identificar cinco diferentes estágios de desenvolvimento ovariano: imaturo (I), maturação inicial (II), maturação avançada (III), maturo (IV) e desovado (V). O índice gonadossomático (IGS) juntamente com a distribuição dos estágios maturacionais, sugerem que o período reprodutivo do camarão-rosa se estende de fevereiro até maio, não ocorrendo atividade reprodutiva nos meses de dezembro e janeiro. A maior frequência de fêmeas maduras foram observadas nos meses de março e abril. O comprimento de primeira maturação sexual das fêmeas (L_{50}) foi estimado em 132,0 mm de CT e 29,5 mm de CC. A temperatura da água variou de 21,9 a 25,8 °C ao longo do período amostral, sendo que as temperaturas mais elevadas coincidem com pico reprodutivo da espécie. Já a pluviosidade ocorreu com maior intensidade nos meses de novembro a janeiro, período relacionado ao recrutamento sexual da espécie, sendo que nos meses subsequentes, março e abril, irão se reproduzir. Estes resultados ajudam a esclarecer e compreender melhor os aspectos reprodutivos e populacionais do camarão-rosa *P. brasiliensis*, que são fundamentais para o estabelecimento de medidas de gestão e conservação deste recurso.

Palavras-chave: conservação, estágios maturacionais, período reprodutivo, reprodução, tamanho de primeira maturação.

ABSTRACT

The pink shrimp *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) and *Penaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) are heavily fished in southeastern Brazil. The sustainable exploitation of this resource is still a major challenge for managers, due to the scarcity of available data and the uncertainty of current legislation. The present study aimed to evaluate during 12 months (April/2019 to February/2020 and March/2021) the reproductive dynamics of the pink shrimp *P. brasiliensis* captured in the south of Espírito Santo, southeastern region of Brazil. The species was captured through artisanal fishing with trawls carried out in coastal and estuarine areas in the municipalities of Anchieta, Piúma and Itapemirim. A total of 304 specimens were captured, of these 158 males (51.97%) and 146 females (48.03%), which represents a sex ratio of 1.1:1 (male: female) of the total sampled. Regarding total length (TL) and cephalothorax (CL) and total weight (TW), females were significantly larger than males in relation to all variables analyzed ($P < 0.05$). Macroscopic and microscopic analysis of the ovaries allowed the identification of five different stages of ovarian development: immature (I), early maturation (II), advanced maturation (III), mature (IV) and spawned (V). The gonadosomatic index (GSI) together with the distribution of maturation stages suggest that the reproductive period of pink shrimp extends from February to May, with no reproductive activity occurring in the months of December and January. The highest frequency of mature females was observed in March and April. The length of first sexual maturation of females (L_{50}) was estimated at 132.0 mm of TL and 29.5 mm of CL. The water temperature ranged from 21.9 to 25.8 °C throughout the sampling period, with the highest temperatures coinciding with the species' reproductive peak. The rains occurred with greater intensity in the months from November to January, period related to sexual recruitment, and in the subsequent months, March and April, they will reproduce. These results help to clarify and better understand the reproductive and population aspects of the pink shrimp *P. brasiliensis*, which are essential for the establishment of management and conservation measures for this resource.

Keywords: conservation, maturation stages, reproductive period, reproduction, size at first maturation.

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação segue o modelo sugerido pelo Programa de Pós-graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais (PPGBAC) da Universidade Federal do Rio Grande (FURG) e está organizada em três seguimentos principais. O primeiro seguimento é constituído por uma introdução geral sobre o tema em estudo, seguido pelos objetivos e referências, que seguem as normas de formatação da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). O segundo seguimento é composto pelo manuscrito intitulado “Dinâmica reprodutiva do camarão-rosa *Penaeus brasiliensis* (Decapoda: Penaeidae) no sudeste do Brasil”, que segue as normas de formatação da revista *Journal of Crustacean Biology* (com exceção do idioma), para qual será submetido. O terceiro e último seguimento, se refere as considerações finais obtidas a partir do desenvolvimento e conclusão do presente estudo.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xii
INTRODUÇÃO GERAL	12
OBJETIVOS	23
Objetivo geral	23
Objetivos específicos	23
REFERÊNCIAS	24
Dinâmica reprodutiva do camarão-rosa <i>Penaeus brasiliensis</i> (Decapoda: Penaeidae) no sudeste do Brasil	33
RESUMO	35
INTRODUÇÃO	36
MATERIAL E MÉTODOS	39
<i>Área de estudo e processamento das amostras</i>	39
<i>Estrutura populacional</i>	41
<i>Descrição macroscópica e microscópica dos ovários</i>	41
<i>Dinâmica reprodutiva</i>	42
RESULTADOS	43
<i>Estrutura populacional</i>	43
<i>Descrição macroscópica e microscópica dos ovários</i>	44
<i>Dinâmica reprodutiva</i>	49
<i>Parâmetros ambientais</i>	52
DISCUSSÃO	53
REFERÊNCIAS	63
CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
REFERÊNCIAS	79

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO GERAL

Figura 1 – Mapa do Espírito Santo, com destaque para a área em estudo que compreende os municípios de Anchieta (20°48'21" S - 40°38'44" W), Piúma (20°50'7" S - 40°43'42" W) e Itapemirim (21°0'42" S - 40°50'2" W), localizados na região sul do Estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil **13**

Figura 2 – (A) Embarcação artesanal e (B) arte de pesca (rede de arrasto) utilizadas nas pescarias de arrasto de camarão no sul do estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil **16**

Figura 3 – Vista lateral dos camarões-rosa (A) *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) e (B) *Penaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) capturados na região sul do Espírito Santo, Sudeste do Brasil **17**

Figura 4 – Dimorfismo sexual dos camarões-rosa (*Penaeus sp.*). (A) tético - apêndice sexual feminino e (B) petasma – apêndice sexual masculino **19**

Dinâmica reprodutiva do camarão-rosa *Penaeus brasiliensis* (Decapoda: Penaeidae) no sudeste do Brasil

Figura 1. Mapa da área de estudo/ dos arrastos que compreende os municípios de Anchieta, Piúma e Itapemirim, localizados na região sul do Estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil. **40**

Figura 2. Distribuição da frequência absoluta por classe de comprimento do cefalotórax de machos, fêmeas e sexos agrupados (CC; mm) do camarão-rosa *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) capturados durante o período de abril de 2019 a fevereiro de 2020 e março de 2021, no litoral sul do Espírito Santo, sudeste do Brasil..... **44**

Figura 3. Microfotografias dos estágios de desenvolvimento ovariano do camarão-rosa *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817). (A) imaturo (catálogo Pantone: aplinil transparente), (B) maturação inicial (catálogo Pantone: 374 PC), (C) maturação avançada (catálogo Pantone: 377 PC), (D) maturo (catálogo Pantone: 575 PC), (E) desovado (catálogo Pantone: 608 PC) e (F) coloração do ovário em cada um dos estágios de desenvolvimento ovariano comparado como catálogo Pantone (Pantone Matching System, Coated Simulation, Pantone, Carlstadt, NJ, USA). OO, oogônia; OPVT, ovócito pré-vitelogênico; OV₁, ovócito em vitelogênese primária; OV₂, ovócito em vitelogênese secundária; OM, ovócito maturo; OA, ovócito atrésico. [Objetiva 10x (A, B, C, D, E)] 46

Figura 4. Frequência dos estágios de desenvolvimento ovariano dos camarões-rosa *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) capturados durante o período de abril de 2019 a fevereiro de 2020 e março de 2021, no litoral sul do Espírito Santo, sudeste do Brasil. Legenda: Maturação inicial (II), Maturação avançada (III), Maturo (IV) e Desovado (V) 50

Figura 5. Comprimento de primeira maturidade sexual (L50, mm) de fêmeas do camarão-rosa *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) capturado durante o período de abril de 2019 a fevereiro de 2020 e março de 2021, no litoral sul do Espírito Santo, sudeste do Brasil. (A) Comprimento total (CT50, mm) (B) Comprimento do cefalotórax (CC50, mm) 51

Figura 6. Variação da salinidade (‰), temperatura da água (°C), pluviosidade (mm) e número de fêmeas maduras de camarão-rosa *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) obtidos durante o período de abril de 2019 a fevereiro de 2020 e março de 2021, no litoral sul do Espírito Santo, sudeste do Brasil 52

LISTA DE TABELAS

Dinâmica reprodutiva do camarão-rosa *Penaeus brasiliensis* (Decapoda: Penaeidae) no sudeste do Brasil

Tabela 1. Diâmetro de cada tipo de oócito (Média \pm Desvio Padrão) e composição celular observada em cada estágio de desenvolvimento ovariano do camarão-rosa *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) capturado no litoral sul do Espírito Santo, sudeste do Brasil..... **48**

Tabela 2. Média (\pm Desvio Padrão) do comprimento total (CT), comprimento do cefalotórax (CC), peso total (PT), peso do ovário (PO) e índice gonadossomático (IGS) nos diferentes estágios de desenvolvimento ovariano do camarão-rosa *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817), capturado no período capturados durante o período de abril de 2019 a fevereiro de 2020 e março de 2021, no litoral sul do Espírito Santo, sudeste do Brasil **49**

INTRODUÇÃO GERAL

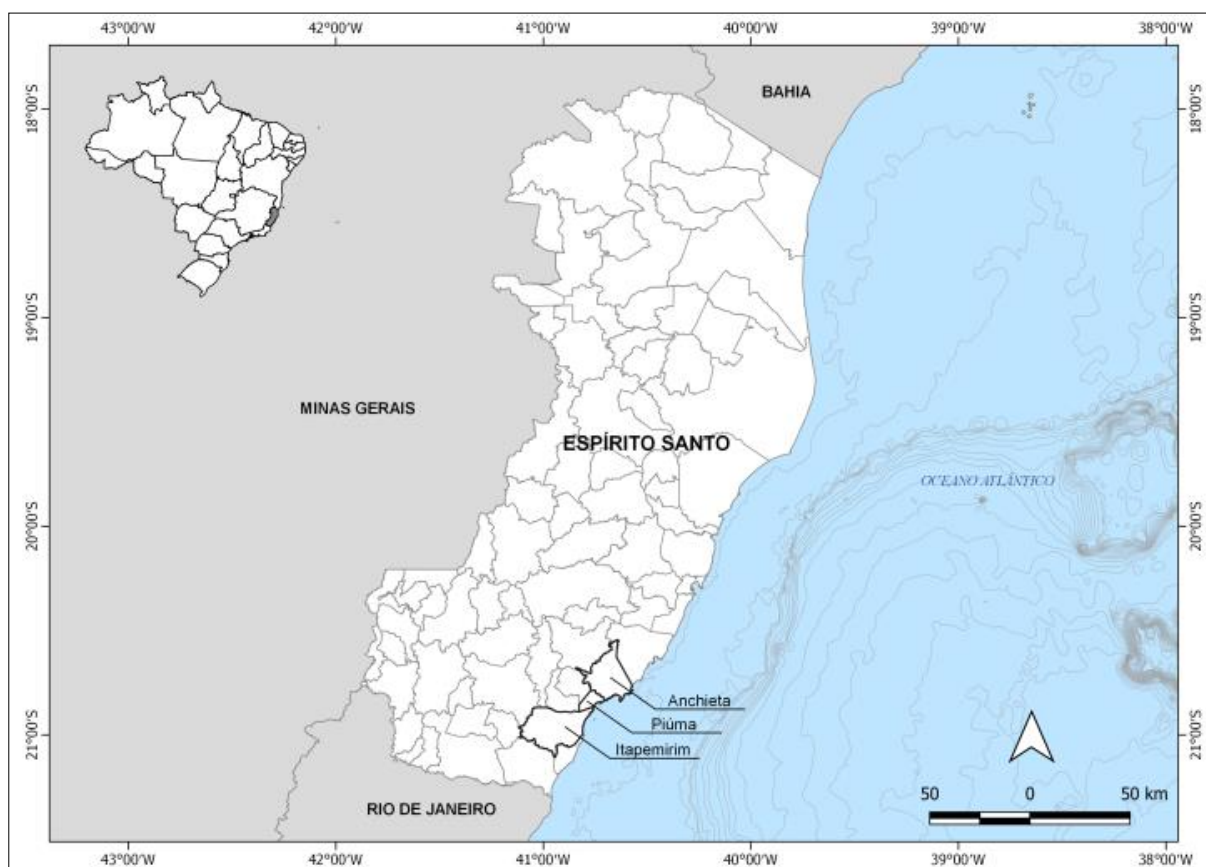
Os camarões peneídeos são considerados um dos recursos pesqueiros mais explorados e rentáveis no mundo (PÉREZ-FARFANTE e KENSLEY, 1997; FAO, 2022). Segundo a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), a produção pesqueira de camarões marinhos alcançou de 3,2 milhões de toneladas em 2020, mantendo a tendência dos últimos anos, com capturas oscilando entre 3,1 e 3,4 milhões de toneladas por ano (FAO, 2022). Em termos econômicos, os camarões foram responsáveis por movimentar US\$ 24,7 bilhões, representando 16,4% do valor das exportações mundiais de produtos aquáticos em 2020 (FAO, 2022).

No Brasil a pescaria desse recurso é realizada em larga escala por toda costa, onde desempenha um importante papel social, cultural e, principalmente, econômico nas comunidades pesqueiras (BRANCO, 2005; KNOX e TRIGUEIRO, 2015). Em 2011, a produção pesqueira de camarões alcançou 38,7 mil toneladas (t), o que corresponde a 67,4% da captura total de crustáceos no país (MPA, 2012). Entre as espécies mais capturadas encontram-se o camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1862), os camarões-rosa (*Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817, *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967 e *Penaeus subtilis* Pérez-Farfante, 1967) e o camarão-branco (*Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936), que são responsáveis por 15,4 mil t (39,8%), 10,3 mil t (26,7%) e 4,1 mil t (10,6%) da produção total de camarão no Brasil, respectivamente (MPA, 2012).

O Espírito Santo se destaca nacionalmente por ser um dos maiores produtores de pescado oceânico, principalmente na captura de atuns (*Thunnus* spp.), espadarte (*Xiphias gladius* Lineu, 1758) e dourado (*Coryphaena hippurus* Lineu, 1758), além de outros recursos pesqueiros costeiros como peroá (*Balistes capriscus* Gronow, 1789 e *Aluterus monóceros* Linnaeus, 1758), pescadinha (*Cynoscion* spp.) e camarões (*X. kroyeri*, *P. brasiliensis*, *P. paulensis* e *P. schmitti*) (HOSTIM-SILVA e SOARES, 2013). A produção de camarões (sete-barbas, rosa e branco) contribuiu com 2,8 mil t no ano de 2011 (último dado estatístico oficial da pesca disponível), o que representa cerca de 23% (12,3 mil toneladas) da produção total de pescado no Estado (HOSTIM-SILVA e SOARES, 2013). Segundo dados recentes do Projeto de Monitoramento e Caracterização Socioeconômica da Atividade Pesqueira do Rio Doce e Litoral do Espírito Santo (PMAP-ES), a pesca artesanal de arrasto foi responsável pela captura de aproximadamente 870 t de camarão no Estado durante o período de março/2021 a outubro/2022, gerando uma receita aproximada de R\$ 13,2 milhões na venda direta desse recurso (IP/UFES, 2022). Com cerca de 5% do litoral brasileiro, o Espírito Santo tem na pesca

marinha e estuarina uma importante fonte de alimento e renda para 43 comunidades pesqueiras, distribuídas ao longo de 15 municípios litorâneos (HOSTIM-SILVA e SOARES, 2013). Dentre esses municípios, Anchieta, Piúma e Itapemirim (Área em estudo; Figura 1), se destacam pelo alto volume de desembarque e pela forte presença na atividade pesqueira no Estado (HOSTIM-SILVA e SOARES, 2013; KNOX e TRIGUEIRO, 2015).

Figura 1 – Mapa do Espírito Santo, com destaque para a área em estudo que compreende os municípios de Anchieta ($20^{\circ}48'21''$ S - $40^{\circ}38'44''$ W), Piúma ($20^{\circ}50'7''$ S - $40^{\circ}43'42''$ W) e Itapemirim ($21^{\circ}0'42''$ S - $40^{\circ}50'2''$ W), localizados na região sul do Estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil.



Fonte: Elaborado pela autora.

O município de Anchieta possui 30,3 mil habitantes distribuídos em uma área de 409,7 km² (INCAPER, 2020a; IBGE 2021a). Possui 37,8 km de extensão litorânea, que conta com 650 pescadores profissionais ativos e uma frota de 284 embarcações, sendo 47 das embarcações registradas atuam diretamente na pesca de camarão (MPA, 2019; INCAPER, 2020a). O município de Piúma possui 22,4 mil habitantes distribuídos em uma área de 74,05 km²

(INCAPER, 2020b; IBGE, 2021b). Possui uma faixa litorânea de 8,7 km de extensão, que conta com 393 pescadores profissionais ativos registrados (ROCHA, 2003; MPA, 2019). O município de Itapemirim fica localizado mais ao sul do Estado, possui 34,9 mil habitantes distribuídos em uma área de 550,7 km² de extensão (INCAPER, 2020c; IBGE, 2021c). O município conta com 1.559 pescadores cadastrados e ativos no Registro Geral da Atividade Pesqueira (INCAPER, 2020c; MPA, 2019). Além disso, a pesca marítima é considerada uma das atividades de maior importância social e econômica para os municípios litorâneos do sul do Estado (INCAPER, 2020a; 2020b; 2020c).

Os municípios de Anchieta, Piúma e Itapemirim são classificados com clima do tipo “Aw” ou tropical chuvoso (ALVARES et al., 2014), com uma estação seca de curta duração no inverno. A média anual de precipitação fica em torno de 1.170,6 mm (Anchieta e Piúma) e 1.017,8 (Itapemirim), sendo sazonalmente dividido em dois períodos. Um chuvoso, entre os meses de outubro a abril, com um total de 837,9 mm (Anchieta e Piúma) e 761,8 mm (Itapemirim) e um período menos chuvoso, entre os meses de maio a setembro, com um total de 332,7 mm (Anchieta e Piúma) e 256 mm (Itapemirim). A temperatura média anual é de 24,0°C (Anchieta e Piúma) e 24,4 °C (Itapemirim), com a maior média ocorrendo no mês de fevereiro, com 26,9 °C (Anchieta e Piúma) e 27,3 °C (Itapemirim), caracterizando como um mês típico de verão. Já a menor média ocorre no mês de julho, com 21,2 °C (Anchieta e Piúma) e 21,5° (Itapemirim), período em que ocorrem temperaturas mais amenas na região (INCAPER, 2020a; 2020b; 2020c).

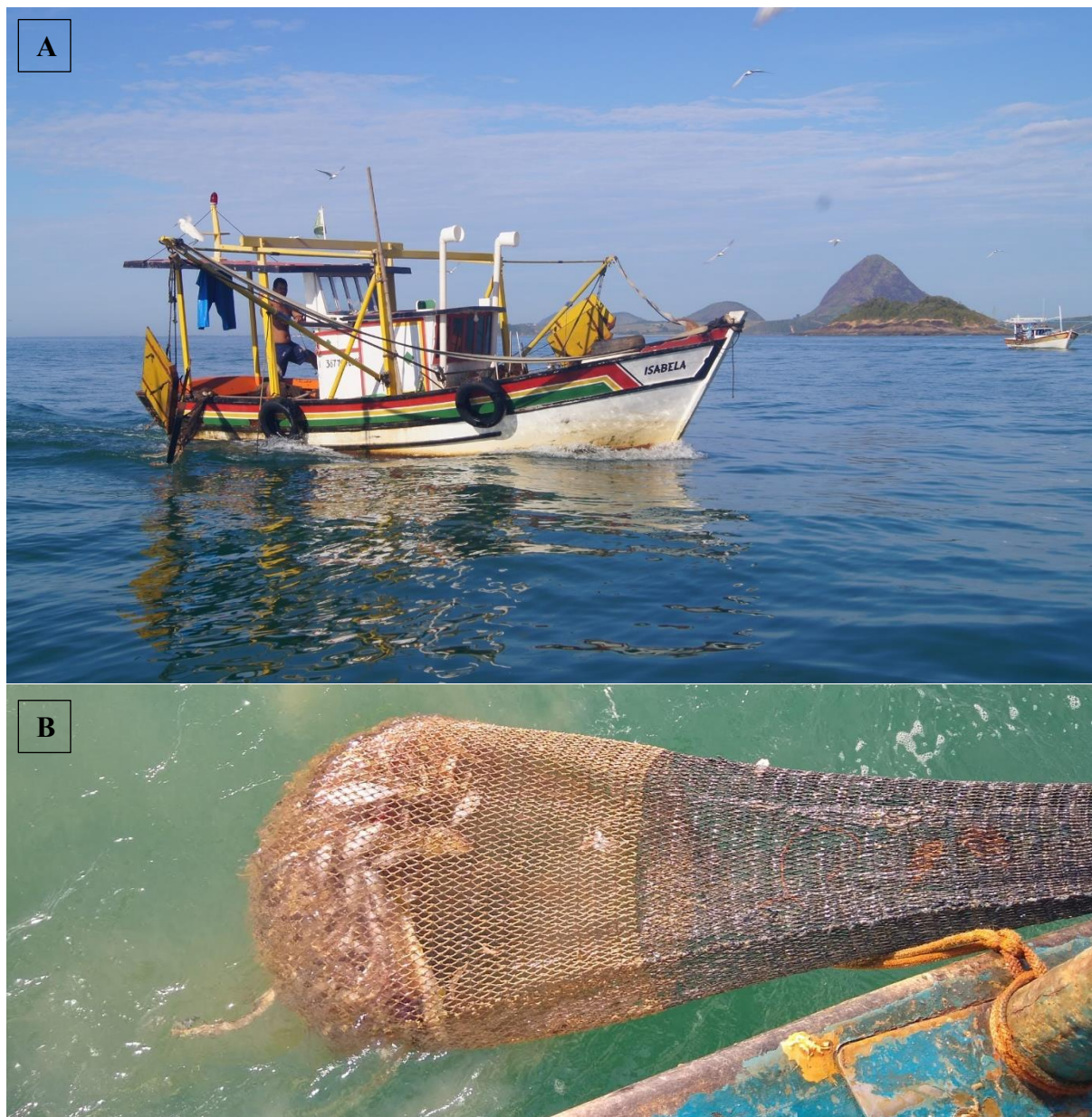
A região costeira do sul do Estado possui uma alta diversidade de ecossistemas costeiros, como estuários, manguezais, restingas, ilhas e lagoas costeiras, recifes vivos e corais de algas calcárias (BASÍLIO, 2016; 2020). Além disso, esses municípios integram três importantes e influentes bacias hidrográficas: a foz do rio Benevente (Anchieta), a foz do rio Novo (Piúma) e a foz do rio Itapemirim, que fica localizada na divisa dos municípios de Itapemirim e Marataízes (ARGER, 2022a; 2022b; 2022c). Essas bacias são responsáveis por um considerável aporte hídrico e por carregarem sedimentos e nutrientes para as zonas adjacentes como áreas estuarinas e costeiras (SUGUIO, 1992). Por serem áreas de desenvolvimento, reprodução e alimentação de espécies estuarino-dependentes, dentre elas o camarão-rosa, esses ambientes costeiros e estuarinos possuem grande importância econômica e ecológica para a região (VALENTIN e MUELBERT, 2015; BASÍLIO, 2016; 2020; RANIERI et al., 2016). Além disso, essas espécies também são fonte de alimentação e renda para essas

comunidades, que sobrevivem quase que exclusivamente da exploração desse recurso (KNOX e TRIGUEIRO, 2015; BASÍLIO, 2016).

No Brasil, a pesca de camarão é realizada pela frota artesanal, que atua principalmente nos ambientes costeiro e estuarino, ou pela frota industrial, que atua exclusivamente em regiões oceânicas (D'INCAO; VALENTINI; RODRIGUES, 2002; BOOS et al., 2016). No Espírito Santo, a frota envolvida nesta atividade é composta basicamente por embarcações artesanais de madeira (Figura 2A), pequenas (6 a 10 metros de comprimento) e baixa potência, resultando em viagens de curta duração (BASILIO et al., 2015; MUSIELLO-FERNANDES; ZAPPES; HOSTIM-SILA, 2017). A rede de arrasto (Figura 2B) é a arte de pesca mais utilizada nesta modalidade pesqueira (DIAS-NETO, 2011; HOSTIM-SILVA e SOARES, 2013), sendo esta considerada uma pescaria multiespecífica, e tendo como espécies-alvo o camarão sete-barbas (*X. kroyeri*), o camarão branco (*P. schmitti*) e os camarões-rosa (*P. brasiliensis* e *P. paulensis*) (FREITAS-NETTO e DI BENEDITTO, 2007; DIAS-NETO, 2011; PMAP, 2022).

Apesar da rede de arrasto ser legalizada e amplamente utilizada na captura de camarões, essa atividade causa muitos impactos negativos aos ecossistemas marinhos (DIAS-NETO, 2011; HIDDINK et al., 2017), uma vez que, é responsável por capturar uma alta porcentagem de fauna acompanhante (espécies não-alvo) e espécimes jovens que não atingiram a maturidade sexual ou que ainda não contribuíram para a manutenção da espécie (D'INCAO; VALENTINI; RODRIGUES, 2002; CASTILHO et al., 2015; PÉREZ-RODA et al., 2019). Estudos indicam uma redução significativa dos estoques de camarão ao longo dos últimos anos, principalmente, devido à atuação da pesca de arrasto nos ambientes costeiros e estuarinos (D'INCAO; VALENTINI; RODRIGUES, 2002; SIMPSON e WATLING, 2006; PÉREZ-RODA et al., 2019), uma vez que, este elevado esforço pode interferir negativamente no recrutamento e reprodução dessas espécies (D'INCAO; VALENTINI; RODRIGUES, 2002; BOOS et al., 2016).

Figura 2 – (A) Embarcação artesanal e (B) arte de pesca (rede de arrasto) utilizadas nas pescarias de arrasto de camarão no sul do Estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil.



Fonte: Elaborado pela autora.

O camarão-rosa *P. brasiliensis* é capturado simultaneamente com a espécie *P. paulensis* nas regiões sudeste e sul, e em menor proporção com a espécie *P. subtilis* nas regiões Norte e Nordeste do país (D'INCAO; VALENTINI; RODRIGUES, 2002). Por serem semelhantes morfológicamente, acabam sendo comercializadas e estimadas em conjunto (DIAS-NETO, 2011; MPA, 2012). Desde a década de 1960, os camarões-rosa foram intensamente pescados no sudeste e sul do Brasil (devido ao alto valor comercial e maior tamanho entre os camarões), o que levou as pescarias ao colapso no final da década de 1990

(D'INCAO; VALENTINI; RODRIGUES, 2002). Desde então, os estoques de camarões-rosa não conseguiram se recuperar totalmente, apresentando grandes flutuações na produção ao longo dos últimos anos (DIAS-NETO, 2011; BOOS et al., 2016).

As espécies *P. brasiliensis* e *P. paulensis* são conhecidas popularmente como camarão-rosa (Figura 3A e 3B, respectivamente). Podem ser encontrados desde águas rasas até grandes profundidades, sendo mais frequentes em profundidades de 45 a 65 metros (*P. brasiliensis*) e de 40 a 80 metros (*P. paulensis*), associados a fundos de areia, cascalho ou lama (BOOS et al., 2016). A espécie *P. brasiliensis* é amplamente distribuída desde o Cabo Hatteras na Carolina do Norte (EUA) até a costa norte do Rio Grande do Sul no Brasil. Já a espécie *P. paulensis* possui uma distribuição mais restrita, distribuindo-se de Ilhéus na Bahia (Brasil) até o Mar del Plata na Argentina (ALBERTONI; PALMA-SILVA, ESTEVES, 2003; COSTA et al., 2003; DIAS-NETO, 2011).

Figura 3 – Vista lateral dos camarões-rosa (A) *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) e (B) *Penaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) capturados na região sul do Espírito Santo, sudeste do Brasil.





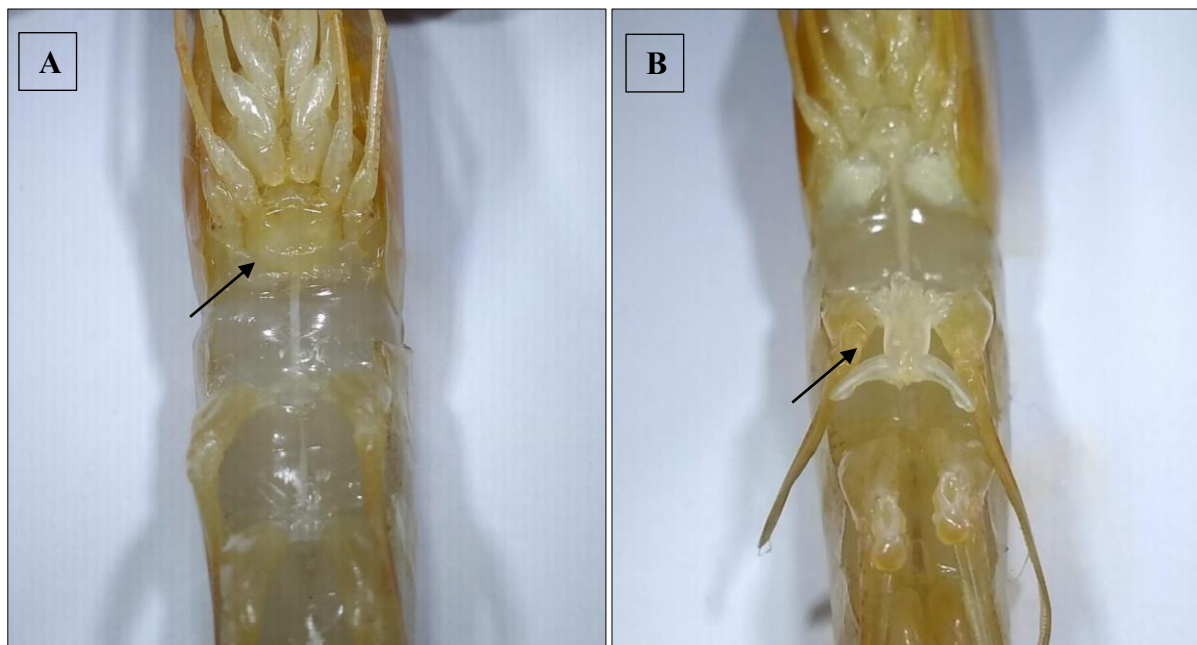
Fonte: Elaborado pela autora.

O ciclo de vida dos camarões-rosa (*Penaeus* spp.) ocorre em dois diferentes ecossistemas, que são considerados fundamentais para manutenção e reposição dos estoques naturais. As larvas se desenvolvem no oceano e as pós-larvas derivam pelas correntes oceânicas até chegarem a um estuário ou lagoa costeira, onde permanecem até a fase juvenil ou pré-adulta. Antes de atingirem a maturidade sexual, esses organismos migram para o mar aberto para se desenvolverem sexualmente, reproduzirem e completarem o ciclo de vida (DALL et al., 1990; COSTA et al., 2008).

Os camarões possuem dimorfismo sexual evidente, o que permite identificá-los quanto ao sexo a partir da presença dos apêndices sexuais feminino (téllico) e masculino (petasma). Nas fêmeas o téllico (Figura 4A) fica localizado junto à base do quinto par de pereiópodes e tem como função armazenar os espermatozoides após a cópula. O sistema reprodutor feminino é composto por um par de ovários, que se divide em lóbulos: anteriores, médios e posteriores - que se estendem ao longo de toda cavidade abdominal à medida que se desenvolvem para atingir a maturidade. Os ovários ainda possuem ovidutos, que ficam localizados na base do terceiro par de pereiópodes e se estendem até o exterior através dos poros gonadais. Nos machos o petasma (Figura 4B) fica localizado na base do primeiro par de pleópodes e tem a função de transferir o espermatóforo até o téllico da fêmea durante a cópula. O sistema reprodutor masculino é composto por testículos multilobulares e vasos deferentes: proximal, médio e distal - que se estendem até as ampolas terminais (ou espermatóforos, que são responsáveis por

armazenar os espermatozoides) que se comunicam externamente através dos poros gonadais (DALL et al., 1990; BARBIERI JÚNIOR e OSTRENSKY NETO, 2001).

Figura 4 – Dimorfismo sexual dos camarões-rosa (*Penaeus* spp.). (A) télico - apêndice sexual feminino e (B) petasma – apêndice sexual masculino.



Fonte: Elaborado pela autora.

Os machos podem ser classificados macroscopicamente em dois diferentes estágios de maturação, o estágio imaturo - quando o petasma se encontra desunido ou não fundido, e o estágio maturo - quando o petasma se encontra unido ou fundido (DALL et al., 1990; BARBIERI JÚNIOR e OSTRENSKY NETO, 2001). Entretanto, as fêmeas de camarões ainda não possuem uma padronização na classificação dos estágios de maturação (CRAVEIRO et al., 2022a). Alguns autores descreveram o desenvolvimento dos ovários em quatro estágios de maturação, denominados: imaturo, em desenvolvimento, maturo e desovado (PEIXOTO et al., 2003; DUMONT et al., 2007; CAMPOS et al., 2009; MACHADO; DUMONT; D'INCAO, 2009; SILVA et al., 2016; LOPES et al., 2017; PEIXOTO et al., 2018). Outros autores classificaram em cinco estágios, denominados: imaturo, maturação inicial, em maturação avançada, maturo e desovado (QUINTERO e GRACIA, 1998; AYUB e AHMED, 2002; BOLOGNINI et al., 2017; CRAVEIRO et al., 2019; GARCIA et al., 2021; BERNABÉ et al., 2022). E recentemente, classificados em seis estágios: imaturo, maturação inicial, maturação avançada, maturo, repouso e desovado (CRAVEIRO et al. 2022a; CRAVEIRO et al. 2022b).

Essa diferença se deve principalmente, devido à falta de padronização na classificação dos estágios de maturação em camarão, que até agora não tem uma base sólida e bem detalhada a se seguir.

A classificação macroscópica e histológica dos estágios de desenvolvimento gonadal é um dos métodos mais utilizados na descrição dos estágios reprodutivos em camarões (QUINTERO e GRACIA, 1998; BOLOGNINI et al., 2017). A classificação microscópica dos ovários visa descrever os estágios de maturação gonadal a nível celular, e é cada vez mais utilizada para confirmar e validar as escalas de cores determinadas na análise macroscópica (QUINTERO e GRACIA, 1998; LOPES et al., 2014). O uso conjunto dessas análises garante uma descrição mais confiável e completa dos estágios de maturação, do que as estimativas baseadas apenas em observações macroscópicas (PEIXOTO et al., 2003). Análises como essas são consideradas importantes ferramentas para definição dos estágios maturacionais, servindo de base para parâmetros populacionais e reprodutivos, os quais são fundamentais para o estabelecimento medidas de manejo e conservação dos camarões, bem como para o desenvolvimento de tecnologias para sua reprodução em cativeiro (PEIXOTO et al., 2003; LEITE-JR e PETRERE-JR 2006a, 2006b; SIMPSON e WATLING, 2006; BOLOGNINI et al., 2017; GARCIA et al., 2021). Além desses fatores, existe uma ampla faixa de comprimentos com que machos e fêmeas atingem a maturidade sexual. Por esse motivo, é imprescindível estimar o comprimento médio da primeira maturação (L_{50}), onde pelo menos 50% das fêmeas estão potencialmente capazes de se reproduzir (FONTELES-FILHO, 2011). Portanto, obter informações sobre os processos reprodutivos dos camarões podem auxiliar o desenvolvimento de políticas de manejo que minimizem os impactos causados pelas pescarias de arrasto.

A compreensão sobre os aspectos populacionais e reprodutivos de uma espécie estão entre os fatores que mais contribuem para uma boa gestão e manejo das pescarias de camarão (BOLOGNINI et al., 2017). No Brasil, estudos abordando aspectos biológicos e populacionais de *P. brasiliensis* foram realizados no nordeste: Ceará (GUSMÃO; LAZOSKI; SOLÉ-CAVA, 2005), Rio Grande do Norte (SANTOS et al., 2016; FRANÇA et al., 2019), Sergipe (ROSA et al., 2021) e Bahia (GUSMÃO; LAZOSKI; SOLÉ-CAVA, 2005); no sudeste: Espírito Santo (D'INCAO; VALENTINI; RODRIGUES, 2002; NUNES; BRAGA; CARVALHO-MATHIAS, 2014), Rio de Janeiro (ANDRADE-TUBINO e OSTROVSKI, 2001; D'INCAO; VALENTINI; RODRIGUES, 2002; ALBERTONI; PALMA-SILVA, ESTEVES, 2003; GUSMÃO; LAZOSKI; SOLÉ-CAVA, 2005; GOMES et al., 2013; CARVALHO; KEUNECKE; LAVRADO, 2019) e São Paulo (D'INCAO; VALENTINI; RODRIGUES, 2002;

LEITE-JÚNIOR e PETRERE-JÚNIOR, 2006a; 2006b; COSTA et al., 2008; FREITAS-JR et al., 2011; VALENTINI et al., 2012; COSTA et al., 2016; TEODORO et al., 2016; SIMÕES; HECKLER; COSTA, 2017; SOUSA et al., 2019; SOUSA et al., 2020; SALVATI et al., 2021; PERROCA et al., 2022a; PERROCA et al., 2022b) e no sul: Paraná (D'INCAO; VALENTINI; RODRIGUES, 2002), Santa Catarina (BRANCO e VERANI, 1998; D'INCAO; VALENTINI; RODRIGUES, 2002; GUSMÃO; LAZOSKI; SOLÉ-CAVA, 2005; LÜCHMANN et al., 2008) e Rio Grande do Sul (D'INCAO; VALENTINI; RODRIGUES, 2002). No entanto, poucos desses estudos (BRANCO e VERANI, 1998; COSTA et al., 2008; GOMES et al., 2013; SIMÕES; HECKLER; COSTA, 2017; FRANÇA et al., 2019; SOUSA et al., 2019; SALVATI et al., 2021) trazem alguma informação sobre a dinâmica reprodutiva do camarão-rosa *P. brasiliensis* no país.

Estudos de dinâmica reprodutiva têm como objetivo levantar informações a respeito do desenvolvimento maturacional, época reprodutiva e de recrutamento, tipo de desova, fecundidade, tamanho de primeira maturação, entre outros aspectos reprodutivos importantes (FONTELES-FILHO, 2011). Uma população aumenta numericamente através da atividade reprodutiva, por esse motivo, é fundamental determinar quando e onde ela ocorre, e com que tamanho e idade os espécimes atingem a condição fisiológica para realizá-la (FONTELES-FILHO, 2011). Esses dados reprodutivos são utilizados como base para duas importantes medidas de proteção dos estoques naturais: o defeso, que determina a paralização total das pescarias na época de reprodução da espécie; e o tamanho mínimo de captura, o qual assegura o recrutamento e a realização de pelo menos uma desova pelo estoque reprodutor. Com o objetivo de reduzir os efeitos causados pela pesca predatória de camarão no país, o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) estabeleceu algumas medidas de manejo destes recursos, podendo-se citar: a redução e limitação das emissões de licença para a atividade; regulamentação dos petrechos utilizados nas pescarias; limitação na potência e autonomia das embarcações; e, restrição do uso de alguns petrechos em determinados locais e períodos do ano, como por exemplo, a implementação do período de defeso (PEREZ et al., 2001; MEDEIROS et al., 2013).

O período de defeso do camarão é uma medida proposta no plano de gestão pesqueira, a fim de garantir a renovação sustentável do estoque (VASQUES e COUTO, 2011; MEDEIROS et al. 2013). No Estado do Espírito Santo o período de defeso vigente é definido pela Portaria Interministerial Nº 47, de 11 de setembro de 2018, no qual proíbe a pesca de arrasto com tração motorizada para a captura das espécies de camarão-rosa (*P. paulensis*, *P.*

brasiliensis e *P. subtilis*), camarão sete-barbas (*X. kroyeri*), camarão branco (*P. schmitti*), santana ou vermelho (*Pleoticus muelleri* Spence Bate, 1888) e barba-ruça (*Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888) nas áreas costeiras e marinhas do Estado (compreendida entre os paralelos 21°18'04,00"S - divisa dos Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro e 18°20'45,80"S - divisa dos Estados da Bahia e Espírito Santo), durante o período de 1º de dezembro a 29 de fevereiro (BRASIL, 2018).

Os pescadores artesanais do litoral sul do Espírito Santo têm questionado a eficácia da medida regulatória existente, alegando que ela é inadequada com a situação a qual se deparam no dia a dia (OLIVEIRA; BRAGA; ZAPPES, 2021). Os pescadores compreendem que o período de defeso é necessário para a manutenção dos estoques pesqueiros, mas consideram a época reprodutiva dos camarões incompatível com o período de proibição estabelecido na legislação, sugerindo que o defeso seria mais adequado entre os meses de maio a julho e não de janeiro a fevereiro como estabelecido na Portaria Interministerial N°47/2018 (MUSIELLO-FERNANDES; ZAPPES; HOSTIM-SILA, 2017; OLIVEIRA; BRAGA; ZAPPES, 2021). Embora possua alguns questionamentos quanto a sua eficácia, o atual período de defeso tem sido mais bem aceito pelo setor, porém a manutenção sustentável destes recursos pesqueiros ainda é um grande desafio para os gestores, principalmente devido à falta de informação básica disponível e da incerteza da efetividade da atual legislação (FRANCO et al., 2009; BOOS et al., 2016; MUSIELLO-FERNANDES; ZAPPES; HOSTIM-SILA, 2017). Corroborando com essa informação, o mais recente diagnóstico realizado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade sobre o estado de conservação da fauna brasileira (ICMBio), classificou os camarões-rosa (*P. brasiliensis* e *P. paulensis*) na categoria “DD – Dados Insuficiente”, com a justificativa de que embora há indícios que os estoques de camarão-rosa estejam reduzindo, a tendência da população dessas espécies não foram avaliadas devido os dados estatísticos disponíveis não serem precisos e também devido à falta de dados exclusivos de cada espécie (BOOS et al., 2016; ICMBIO, 2018).

Neste contexto, faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisas a respeito dos aspectos reprodutivos do camarão-rosa (*P. brasiliensis*), uma vez que, esses resultados poderão estabelecer parâmetros reprodutivos específicos para o Espírito Santo, contribuindo assim com medidas de manejo mais adequadas à conservação dessa espécie.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Descrever a dinâmica reprodutiva do camarão-rosa *Penaeus brasiliensis* capturado no Espírito Santo, região sudeste do Brasil.

Objetivos específicos

- Avaliar a estrutura populacional do camarão-rosa *P. brasiliensis* no Espírito Santo, sudeste do Brasil;
- Classificar e caracterizar macroscopicamente e microscopicamente os estágios de desenvolvimento ovariano de camarão-rosa *P. brasiliensis*;
- Estimar os comprimentos de primeira maturação (L₅₀) das fêmeas de camarão-rosa *P. brasiliensis*;
- Determinar o período reprodutivo e de recrutamento do camarão-rosa *P. brasiliensis*;
- Avaliar a influência dos parâmetros ambientais sobre a dinâmica reprodutiva do camarão-rosa *P. brasiliensis*.

REFERÊNCIAS

- AGERH – Agência Estadual de Recursos Hídricos. **CBH Benevente**, Vitória, 2020a. Disponível em: <https://agerh.es.gov.br/cbh-benevente>. Acesso em: 02 set. 2020.
- AGERH – Agência Estadual de Recursos Hídricos. **CBH Rio Novo**, Vitória, 2020b. Disponível em: <https://agerh.es.gov.br/cbh-rio-novo>. Acesso em: 02 set. 2020.
- AGERH – Agência Estadual de Recursos Hídricos. **CBH Itapemirim**, Vitória, 2020c. Disponível em: <https://agerh.es.gov.br/cbh-itapemirim>. Acesso em: 02 set. 2020.
- ALBERTONI, Edélti Faria; PALMA-SILVA, Cleber; ESTEVES, Francisco de Assis. Crescimento e fator de condição na fase juvenil de *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille) e *F. paulensis* (Pérez-Farfante) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) em uma lagoa costeira tropical do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 20, n. 3, p. 409–418, 2003.
- ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen’s climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2014.
- ANDRADE-TUBINO, Magda Fernandes; OSTROVSKI, Maria Cristina. Relação Peso/Comprimento das Espécies de Camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* e *Farfantepenaeus paulensis*, no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar*, v. 34, n. 1, p. 137–141, 2001.
- AYUB, Zariem e AHMED, M. A description of the ovarian development stages of penaeid shrimps from the coast of Pakistan. *Aquaculture Research*, v. 33, n. 1, p. 767–776, 2002.
- BARBIERI JÚNIOR, Roberto Carlos e OSTRENSKY NETO, Antonio. **Camarões marinhos: reprodução, maturação e larvicultura**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, v.1, 2001.
- BARROSO, Gilberto Fonseca; SUBTIL, Eduardo Lucas; GARCIA, Aline Nunes. Aspectos da qualidade da água na área de cultivo de moluscos bivalves de Anchieta (ES). *In*: BARROSO, Gilberto Fonseca; POERSCH, Luis Henrique; CAVALLI, Ronaldo de Oliveira (org.). **Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do Brasil: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e sócio-econômico**. Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.
- BASÍLIO, Thiago Holanda (org.). **Unidades ambientais e a pesca artesanal em Piúma, Espírito Santo, Brasil**. Piúma: Instituto Histórico e Geográfico de Piúma – IHGP, 2016. p. 143.

- BASÍLIO, Thiago Holanda (org.). **Biodiversidade e conservação das ilhas costeiras do litoral sul capixaba**. São Paulo, SP: Lura editorial, 2020. p. 253.
- BERNABÉ, Caroline Vettorazzi et al. Ovarian development of *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea: Penaeidae) from Espírito Santo, southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 82, n. e266035, p. 1-10, 2022.
- BOLOGNINI, Luca et al. A multidisciplinary approach to study the reproductive biology of wild prawns. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p.167-181, 2017.
- BOSS, Harry et al. Avaliação dos camarões peneídeos (Decapoda: Penaeidae). *In*: PINHEIRO, Marcelo e BOSS, Harry. (org.). **Livro vermelho dos crustáceos do Brasil: Avaliação 2010 - 2014**. Porto Alegre, RS: Sociedade Brasileira de Carcinologia – SBC, 2016.
- BRANCO, Joaquim Olinto. Biologia e pesca do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Penaeidae), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 4, p. 1050-1062, 2005.
- BRANCO, Joaquim Olinto; VERANI, José Roberto. Aspectos Bioecológicos do Camarão-rosa *Penaeus brasillensis* Latreille (Natantia, Penaeioae) da Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 15, n. 2, p. 345–351, 1998.
- BRASIL. Portaria Interministerial nº 47, de 11 de setembro de 2018. **Estabelece medidas de ordenamento relacionadas à atividade pesqueira de camarões no estado do Espírito Santo**. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/40549228/do1-2018-09-12-portaria-interministerial-n-47-de-11-de-setembro-de-2018-40549066. Acesso em: 03 out. 2020.
- CAMPOS, Bruno Ribeiro de et al. Ovarian development and length at first maturity of the sea-bob-shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) based on histological analysis. **Nauplius**, v. 17, n. 1, p. 9-12, 2009.
- CARVALHO, Cássia de; KEUNECHE, Karina A.; LAVRADO, Helena P. Morphometric variation in pink shrimp populations at Rio de Janeiro coast (SE Brazil): are they really similar in closer areas?. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 91, n. 2, p. 1-17, 2019.
- COSTA, Rogério Caetano et al. Abundance and distribution of juvenile pink shrimps *Farfantepenaeus* spp. in a mangrove estuary and adjacent bay on the northern shore of São Paulo State, southeastern Brazil. **Invertebrate Reproduction and Development**, v. 52, n. 1, p. 51–58, 2008.

- COSTA, Rogério Caetano et al. Chave ilustrada para identificação dos camarões (Dendrobranchiata) do Litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 3, n. 1, p. 1-12, 2003.
- COSTA, Rogério Caetano et al. Distribution pattern of juveniles of the pink shrimps *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) and *F. paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) on the southeastern Brazilian coast. **Nauplius**, v. 24, n. e2016024, p. 1-11, 2016.
- CRAVEIRO, Cecília et al. Ovarian maturation of *Penaeus subtilis* (Decapoda: Penaeidae): A new insight to describe oocyte development and somatic structures. **Acta Zoologica**, v. 103, n. 4, p. 1-10, 2022a.
- CRAVEIRO, Cecília et al. Ovarian morphology and oocyte development in the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri*: a histological and histochemical approach for the study of penaeid reproduction. **Aquaculture**, v. 562, n. 738873, p. 1-11, 2022b.
- CRAVEIRO, Cecília Fernanda Farias et al. Reproductive dynamics of the white shrimp *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad 1936) in a beach seine fishery in northeastern Brazil. **Invertebrate Reproduction and Development**, v. 63, n. 2, p. 111–121, 2019.
- D'INCAO, Fernando; VALENTINI, Hélio; RODRIGUES, Luis Fernando. Avaliação da pesca de camarões nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. 1965-1999. **Atlântica**, v. 24, n. 2, p. 103-116, 2002.
- DALL W. FORSYTHE et al. **The biology of the penaeidae. Advances in marine biology.** London: Academic Express, 1990.
- DIAS-NETO, José (org.). **Proposta de Plano Nacional de Gestão para o uso sustentável de Camarões marinhos do Brasil.** Brasília: Ibama, 2011. p. 242.
- DUMONT, Luiz Felipe Cestari et al. Ovarian development of wild pink prawn (*Farfantepenaeus paulensis*) females in northern coast of Santa Catarina State, Brazil. **Nauplius**, v. 15, n. 1, p. 65-71, 2007.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State Of World Fisheries and Aquaculture: Towards blue transformation (2022).** Disponível em: <https://www.fao.org/3/cc0461en/cc0461en.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2022.
- FONTELES-FILHO, Antonio Adalto. **Oceanografia, Biologia e Dinâmica Populacional de Recursos Pesqueiros.** Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2011. p. 464.
- FRANÇA, Nielson Felix Caetano et al. *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) and *F. brasiliensis* (Latreille, 1817) (Decapoda, Penaeidae): Ontogenetic comparison using the

- combined analysis of secondary sexual characters and molecular markers. **Fisheries Research**, v. 216, n. 1, p. 89-95, 2019.
- FRANCO, Ana Cristina Novelino Penna et al. Levantamento, sistematização e análise da legislação aplicada ao defeso da pesca de camarões para as regiões sudeste e sul do Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 35, n. 4, p. 687-699, 2009.
- FREITAS-JR, Felipe. Tem-year variations in population structure of pink-shrimp in a Southwestern Atlantic bay affected by highway construction. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 59, n. 4, p. 377-390, 2011.
- FREITAS NETTO, Ricardo de; DI BENEDITTO, Ana Paula Madeira. Diversidade de artefatos da pesca artesanal marinha do Espírito Santo. **Revista Biotemas**, v. 20, n. 2, p. 107-119, 2007.
- GARCIA, Roberta Cardozo de Paiva et al. Gonadal Development of Females of the White Shrimp *Penaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) Caught in Southeastern Brazil. **Journal of Marine Science and Engineering**, v. 9, n. 653, p. 1-9, 2021.
- GOMES, Ana Paula Pereira et al. Modulating reproduction of Penaeidae shrimps: ecological responses of two sympatric species (Decapoda: Dendrobranchiata) on south-eastern Brazilian coast. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 93, n. 3, p. 733–740, 2013.
- GUSMÃO, Jaqueline; LAZOSKI, Cristiano; SOLÉ-CAVA, Antonio M. Population genetic structure of Brazilian shrimp species (*Farfantepenaeus* sp., *F. brasiliensis*, *F. paulensis* and *Litopenaeus schmitti*: Decapoda: Penaeidae). **Genetics and Molecular Biology**, v. 28, n. 1, p. 165-171, 2005.
- HIDDINK, Jan Geert et al. Global analysis of depletion and recovery of seabed biota after bottom trawling disturbance. **PNAS - Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 114, n. 31, p. 8301-8306, 2017.
- HOSTIM-SILVA, Mauricio; SOARES, Guilherme Scheidt de Sousa (org.). **Boletim estatístico da pesca do espírito Santo – Ano 2011**. Vitória, ES: UFES, 2013. 56p.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2021a). **Brasil/ Espírito Santo/ Anchieta/ Panorama**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/es/anchieta.html>. Acesso em: 10 ago. 2022.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2021b). **Brasil/ Espírito Santo/ Piúma/ Panorama**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/es/piuma.html>. Acesso em: 10 ago. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2021c). **Brasil/ Espírito Santo/ Itapemirim/ Panorama**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/es/itapemirim.html>. Acesso em: 10 ago. 2022.

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume VII – Invertebrados**. Brasília, DF: ICMBio/MMA, 2018. 730p.

INCAPER – INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural – PROATER 2020 – 2023**. Anchieta, ES: INCAPER, 2020a. 57p.

INCAPER – INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural – PROATER 2020 – 2023**. Piúma, ES: INCAPER, 2020b. 51p.

INCAPER – INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural – PROATER 2020 – 2023**. Itapemirim, ES: INCAPER, 2020c. 60p.

IP/UFES (2022). **Estatística Pesqueira Pesqueira do Rio Doce e do Litoral do Espírito Santo. Consulta On-line. Projeto de Monitoramento e Caracterização Socioeconômica da Atividade Pesqueira no Rio Doce e no Litoral do Espírito Santo**. Instituto de Pesca (IP), Universidade Federal do Estado do Espírito Santo (UFES). Disponível em: <http://propesq-es.fundepag.br/>. Acesso em: 31 out. 2022.

KNOX, Winifred e TRIGUEIRO, Aline. A pesca artesanal no litoral no ES. *In*: KNOX, Winifred e TRIGUEIRO, Aline. (Orgs.). **Saberes, narrativas e conflitos na pesca artesanal**. Vitória, ES: EDUFES. p. 1-229, 2015.

LAWRENCE, A.L.; MCVEY, J.P.; HUNER, Joy V. **Penaeid shrimp culture**. *In*: HUNER, Joy V. e BROWN, Evan. (org.) **Crustacean and mollusk aquaculture in the United States**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1985. p. 127-157.

LEITE-JR, Nilamon de Oliveira; PETRERE-JR, Miguel. Stock assessment and fishery management of the pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* Latreille, 1970 and *F. paulensis* Pérez-Farfante, 1967 in Southeastern Brazil (23° to 28° S). **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 1, p. 263-277, 2006a.

LEITE-JR, Nilamon de Oliveira; PETRERE-JR, Miguel. Growth and mortalities of the Pink-shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* Latreille, 1970 and *F. paulensis* Pérez-Farfante, 1967 in Southeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 6, n. 2, p. 523-536, 2006b.

LOPES, Danilo Francisco et al. 2017. Reproductive cycle of seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea, Penaeidea) from the northeast coast of Brazil. **Invertebrate Reproduction and Development**, v. 61, p 1-5, 2017.

LOPES, Danilo Francisco et al. Population biology of seabob-shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) captured on the south coast of Pernambuco State, northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 62, n. 4, p. 331-340, 2014.

LÜCHMANN, Karim Hahn et al. Spatial and temporal variations in abundance and biomass of penaeid shrimps in the subtropical Conceição Lagoon, southern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 88, n. 2, p. 293–299, 2008.

MACHADO, Irece Farina; DUMONT, Luiz Felipe Cesari; D'INCAO, Fernando. Stages of gonadal development and mean length at first maturity of wild females of white shrimp (*Litopenaeus schmitti* - Decapoda, Penaeidae) in Southern Brazil. **Atlântica**, Rio Grande, v. 31, n. 2, p. 169-175, 2009.

MEDEIROS, Rodrigo Pereira et al. Estratégias para redução da fauna acompanhante na frota artesanal de arrasto de camarão sete-barbas: perspectivas para gestão pesqueira. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 39, n. 3, p. 339–358, 2013.

MPA - MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA (2019). **Sistema eletrônico do serviço de informação ao cidadão (e-SIC)**. Disponível em: [http://](http://esic.cgu.gov.br/) <https://esic.cgu.gov.br/>. Acesso em: 03 out. 2020.

MPA - MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura**. Ministério da Pesca e Aquicultura, Brasília, 2012, 129 p.

MUSIELLO-FERNANDES, Joelson; ZAPPES, Camilah Antunes; HOSTIM-SILA, Mauricio. Small-scale shrimp fisheries on the Brazilian coast: Stakeholders perceptions of the closed season and integrated management. **Ocean & Coastal Management**, v. 148, n. 1, p. 89-96, 2017.

NUNES, Erika Takagi; BRAGA, Adriane Araújo; CAMARGO-MATHIAS, Maria Izabel. Histochemical study of the hepatopancreas in adult females of the pink-shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* Latreille, 1817. **Acta histochemica**, v. 116, n. 1, p. 243-251, 2014.

OLIVEIRA, Ana Carolina Machado; BRAGA, Adriane Araújo; ZAPPES, Camilah Antunes. **Conhecimento tradicional de pescadores do Espírito Santo: uma abordagem sobre os crustáceos**. Campos dos Goytacazes, RJ: FAPERJ, 2021. p. 63.

- PEIXOTO, Silvio et al. Ovarian maturation of wild *Farfantepenaeus paulensis* in relation to histological and visual changes. **Aquaculture Research**, v. 34, n. 14, p.1255–1260, 2003.
- PEIXOTO, Silvio et al. Reproductive cycle and size at first sexual maturity of the white shrimp *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) in northeastern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 46, n. 1, p. 1-9, 2018.
- PEREZ, José Angel et al. Relatório da reunião técnica de ordenamento da pesca de arrasto nas regiões sudeste e sul do Brasil. **Notas Técnicas FACIMAR**, v. 5, n. 1, p. 1–34, 2001.
- PÉREZ-FARFANTE, Isabel e KENSLEY, Brian F. **Penaeoid and segestoid shrimps andawns of the world: Keys and diagnoses for the Families and Genera**. Muséum national d histoire naturelle, Paris, 1997. p. 233.
- PÉREZ-RODA, Maria Amparo et al. A third assessment of global marine fisheries discards. **FAO - Fisheries and Aquaculture Technical**, v. 1, n. 633, p. 1-79, 2019.
- PERROCA, Júlia Fernandes et al. Growth, longevity and mortality of pink shrimps *Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis* in southeastern Brazil. **Marine and Fishery Sciences**, v. 35, n. 2, p. 1-14, 2022a.
- PERROCA, Júlia Fernandes et al. Variations in pink-shrimps *Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis* juvenile abundance: clarifying ecological patterns and providing subsidies to management in shallow marine ecosystems. **Fisheries Research**, v. 256, n. 1, p. 106482, 2022b.
- QUINTERO, Martha E. Sandoval e GRACIA, Adolfo. Stages of gonadal development in the spotted pink shrimp *Penaeus brasiliensis*. **Journal of Crustacean Biology**, v. 18, n. 4, p. 680-685, 1998.
- RANIERI, Cynthia et al. (org.). **Manual de ecossistemas: marinhos e costeiros para educadores**. Santos, SP: Editora Comunicar, 2016. p. 64.
- ROCHA, Geresa Bueno. **Cultivo Experimental da Ostra *Crassostrea gigas* (Tunberg, 1975) no município de Piúma, ES**. Orientadora: Rosebel Cunha Nalesso. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal do Espírito Santo, UFES, Vitória, 2003.
- ROSA, Leonardo Cruz da et al. Biometric relationships and sex ratio for red-spotted shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) (Decapoda, Penaeidae) from the coast of Sergipe, northeastern Brazil. **Nauplius**, v. 29, n. e2021002, p. 1-8, 2021.

- SALVATI, Dalilla da Silva et al. Variation in size distribution of juvenile pink shrimps *Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis* in the estuarine-adjacent ocean area of Cananéia, south-eastern coast of Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 101, n. 1, p. 117–129, 2021.
- SANTOS, Maria do Carmo Ferrão et al. Caracterização da pesca e dos pescadores artesanais de camarões Penaeidae em salina no município de Macau - Rio Grande do Norte. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 42, n. 2, p. 465-478, 2016.
- SEFAZ. SECRETARIA DE ESTADO DA FAZENDA. Sistema de Controle das Operações de Produtor Rural. Disponível em: <https://sefaz.es.gov.br/>. Acesso em: 30 set. 2020.
- SILVA, Emanuell Felipe et al. Reproductive dynamics of the southern pink shrimp *Farfantepenaeus subtilis* in northeastern Brazil. **Aquatic Biology**, v. 25, n. 1, p. 29-35, 2016.
- SIMÕES, Sabrina M.; HECKLER, Gisele S.; COSTA, Rogerio C. Reproductive period and recruitment of Penaeoidea shrimp on the southeastern brazilian coast: implications for the closed season. **Crustaceana**, v. 90, n.7-10, p. 1177-1192, 2017.
- SIMPSON, Anne W. e WATLING, Les. An investigation of the cumulative impacts of shrimp trawling on mud-bottom fishing grounds in the Gulf of Maine: effects on habitat and macrofaunal community structure. **Journal of Marine Science**, v. 63, p.1616–1630, 2006.
- SOUSA, Aline Nonato de et al. 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**, v. 14, n. 1, p. 24-33, 2019.
- SOUSA, Aline Nonato de et al. Responses of pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) (Penaeoidea) to physico-chemical parameters in a marine protected area: changes in abundance and distribution after 20 years. **Journal of Natural History**, v. 54, n. 7–8, p. 419–433, 2020.
- SUGUIO, Kenitiro. **Dicionário de geologia marinha**. São Paulo, T.A. Queiroz, 1992. p. 171.
- VALENTIN, Jean Louis e MUELBERT, José Henrique. 2015. Ambientes Marinhos. In: CASTELLO, Jorge P. e KRUG, Luiz C. (org.). **Introdução às ciências do mar**. Pelotas: Editora Textos, 2015. p. 602.
- TEODORO, Sarah de Souza Alves et al. Discordance in the identification of juvenile pink shrimp (*Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis*: Family Penaeidae): An integrative approach using morphology, morphometry and barcoding. **Fisheries Research**, v. 183, n. 1., p. 244–253, 2016.

VALENTINI, Helio et al. Evolução da Pescaria Industrial de Camarão-rosa (*Farfantepenaeus brasiliensis* e *F. paulensis*) na Costa Sudeste e Sul do Brasil – 1968-1989. *Atlântica*, v. 34, n. 2, p. 157-171, 2012.

VASQUES, Ricardo O'Reilly e COUTO, Erminda da Conceição Guerreiro. Percepção dos pescadores quanto ao estabelecimento do período de defeso da pesca de arrasto para a região de Ilhéus (Bahia, Brasil). **Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 11, n. 4, p. 479-485, 2011.

MANUSCRITO:

**Dinâmica reprodutiva do camarão-rosa *Penaeus brasiliensis*
(Decapoda: Penaeidae) no sudeste do Brasil**

BERNABÉ *et al.*: DINÂMICA REPRODUTIVA DO CAMARÃO-ROSA *PENAEUS BRASILIENSIS*

**Dinâmica reprodutiva do camarão-rosa *Penaeus brasiliensis*
(Decapoda: Penaeidae) no sudeste do Brasil**

Caroline Vettorazzi Bernabé^{1,2}, Henrique David Lavander², Cecília Fernanda Farias Craveiro³, Roberta Cardozo de Paiva Garcia⁴, Lucas Areias Bassul² e Antonio Sergio Varela Junior¹

¹*Programa de Pós-graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Instituto de Ciências Biológicas (ICB), Universidade Federal de Rio Grande (FURG), Rio Grande, 96219-000, Rio Grande do Sul, Brasil;*

²*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES), Piúma, 29285-000, Espírito Santo, Brasil;*

³*Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Pernambuco, 52171-900, Recife, Brasil; e*

⁴*Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Toledo, 85903-000, Paraná, Brasil.*

Autor correspondente: C.V. Bernabé; e-mail: vettorazzicarol@gmail.com

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi investigar a dinâmica reprodutiva do camarão-rosa *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) no Espírito Santo, sudeste do Brasil. Os camarões foram capturados mensalmente de abril de 2019 a fevereiro de 2020 e março de 2021, por meio de embarques científicos realizados na zona costeira e estuarina dos municípios de Anchieta, Piúma e Itapemirim, por embarcações da frota artesanal. Foram capturados 304 espécimes, correspondendo a 158 machos (51,97%) e 146 fêmeas (48,03%) representando a proporção sexual de 1,1:1 (macho: fêmea) do total amostrado. As fêmeas foram significativamente maiores do que os machos em relação ao comprimento total (CT), comprimento do cefalotórax (CC) e peso (PT) ($P < 0,05$). As análises macroscópicas e histológicas permitiram identificar cinco estágios de desenvolvimento ovariano: imaturo (I), maturação inicial (II), maturação avançada (III), maturo (IV) e desovado (V). O índice gonadossomático (IGS) juntamente com a distribuição dos estágios maturacionais, sugerem que o período reprodutivo do camarão-rosa se estende de fevereiro até maio, não ocorrendo atividade reprodutiva nos meses de dezembro e janeiro. A maior frequência de fêmeas maduras ocorreram nos meses de março e abril, considerado como o pico reprodutivo da espécie. O comprimento de primeira maturação das fêmeas (L_{50}) foi estimado em 132,0 mm de CT e 29,5 mm de CC, tamanho abaixo do encontrado na literatura para a mesma espécie, indicando que os camarões-rosa no Estado estão se reproduzindo precocemente. Em relação aos parâmetros ambientais, a temperatura da água variou de 21,9 a 25,8 °C ao longo do período amostral, sendo que as temperaturas mais elevadas coincidem com pico reprodutivo da espécie, já a pluviosidade ocorreu com maior intensidade nos meses de novembro a janeiro, período relacionado ao recrutamento sexual sendo que nos meses subsequentes, março e abril, irão se reproduzir. Estes resultados ajudam a esclarecer e compreender melhor os aspectos reprodutivos e populacionais do camarão-rosa *P. brasiliensis* no sul do Espírito Santo, que são considerados

parâmetros fundamentais para o estabelecimento de medidas de gestão e conservação deste recurso.

Palavras-chave: conservação, estágios maturacionais, período reprodutivo, reprodução, tamanho de primeira maturação.

INTRODUÇÃO

Os camarões são alguns dos recursos pesqueiros mais explorados e rentáveis do mundo (FAO 2020; 2022). A pescaria desse recurso é realizada em toda costa brasileira, onde desempenha um importante papel social, cultural e econômico nas comunidades pesqueiras (Knox & Trigueiro, 2015). A produção brasileira de camarões marinhos alcançou 38,7 mil toneladas no ano de 2011, o que corresponde a 67,4 % da pesca total de crustáceos no país (MPA, 2012). Entre as espécies de camarões mais capturadas encontram-se o camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), o camarão-branco *Penaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) e os camarões-rosa *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817), *Penaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967) e *Penaeus subtilis* (Pérez Farfante, 1967), sendo os camarões-rosa responsáveis por 10,3 mil toneladas (26,7%) do total de camarão capturado pela pesca predatória no país (MPA, 2012).

A espécie *Penaeus brasiliensis* é conhecida popularmente como camarão-rosa e se distribui geograficamente desde Carolina do Norte (EUA) até a costa norte do Rio Grande do Sul (Brasil) (Costa *et al.*, 2003; Boos *et al.*, 2016). Essa espécie é mais abundante em profundidades entre 45 e 65 metros, porém pode ser encontrada desde águas rasas até regiões mais profundas de até 366 metros (profundidade máxima mencionada na literatura) (Costa *et al.*, 2003; Boos *et al.*, 2016). O ciclo de vida dessa espécie ocorre em diferentes ecossistemas, as fêmeas reprodutoras liberam os ovos que eclodem e se desenvolvem em diferentes estágios

larvais (nauplius, protozoa e mysis), que derivam pelas correntes oceânicas até atingirem o estágio de pós-larvas. As pós-larvas entram no estuário ou lagoa costeira, onde permanecem até a fase juvenil ou pré-adulta. Antes de atingirem a maturidade sexual, esses organismos migram para o mar aberto para se desenvolverem sexualmente, reproduzirem e completarem o ciclo de vida (Dall *et al.*, 1990; Tavares, 2002; Costa *et al.*, 2008).

No Brasil as pescarias de arrasto de camarão atuam nesses dois ecossistemas, os juvenis são capturados nos estuários e baías costeiras através da frota artesanal e os adultos em águas oceânicas pela frota industrial (D’Incao *et al.*, 2002; Boos *et al.*, 2016). O elevado esforço sobre esses dois estratos populacionais acaba interferindo negativamente no recrutamento e reprodução da espécie, resultando na depleção dos estoques naturais (D’Incao *et al.*, 2002; Dias-Neto, 2011; Boos *et al.*, 2016). A situação se torna ainda mais crítica se somarmos os impactos negativos causado pela pesca de arrasto, pois embora seja amplamente utilizada, capturam um percentual elevado de fauna acompanhante (bycatch) e exemplares jovens, além de modificarem constantemente os ecossistemas bentônicos e comunidades associadas (Dias-Neto, 2011; Hiddink *et al.*, 2018; Pérez-Roda *et al.*, 2019).

Com intuito de reduzir esses impactos causados pela pesca predatória no país, o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) propôs um plano de gestão para as pescarias de arrasto (Dias-Neto, 2011; Medeiros *et al.*, 2013). Esse plano de gestão conta com uma série de medidas de regulamentação que buscam limitar o esforço pesqueiro, como por exemplo: licenciamento e limitação das frotas; caracterização de petrechos e restrição de uso; proteção de áreas de pesca; tamanho mínimo de captura das espécies-alvo; e para o camarão, o período de defeso (Perez *et al.*, 2001; Medeiros *et al.*, 2013). O período de defeso é o instrumento de maior influência sobre a condição atual da gestão da pesca de camarão no país e tem como finalidade paralisar temporariamente a

pescaria de arrasto motorizada durante a época reprodutiva ou de recrutamento de algumas espécies de camarão (Vasques & Couto, 2011; Medeiros *et al.*, 2013).

No Espírito Santo, o período de defeso vigente é definido pela Portaria Interministerial N° 47/2018, que proíbe o exercício da pesca de arrasto com tração motorizada para a captura das espécies de camarão-rosa (*P. brasiliensis*, *P. paulensis* e *P. subtilis*), camarão sete-barbas (*X. kroyeri*), camarão branco (*P. schmitti*), santana ou vermelho (*Pleoticus muelleri* Spence Bate (1888)) e barba-ruça (*Artemesia longinaris* Spence Bate (1888)) nas áreas costeiras e marinhas, durante o período de 1° de dezembro a 29 de fevereiro (BRASIL, 2018). Embora o atual período de defeso tenha sido mais bem aceito pelo setor, a manutenção sustentável destes recursos pesqueiros ainda é um grande desafio para os gestores devido à falta de informação disponível e a incerteza da efetividade da legislação atual. Segundo o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), a espécie *P. brasiliensis* foi classificada como “Dados Insuficientes (DD)” em relação ao seu estado de conservação, com a justificativa de que a tendência populacional não pode ser avaliada devido à escassez de dados exclusivos da espécie e os dados estatísticos disponíveis não serem precisos (Boos *et al.*, 2016; ICMBio, 2018).

O entendimento sobre a dinâmica reprodutiva de uma espécie é o ponto chave para fornecer dados científicos sólidos para a gestão pesqueira (Bolognini *et al.*, 2017). Estudos abordando aspectos biológicos e populacionais de *P. brasiliensis* têm sido realizados no nordeste (Gusmão *et al.*, 2005; Santos *et al.*, 2016; França *et al.*, 2019; Rosa *et al.*, 2021), sudeste (Andrade-Tubino & Ostrovski, 2001; D’Incao *et al.*, 2002; Albertoni *et al.*, 2003; Gusmão *et al.*, 2005; Leite-Jr & Petrere-Jr, 2006a; 2006b; Costa *et al.*, 2008; Freitas-Jr *et al.* 2011; Valentini *et al.*, 2012; Gomes *et al.*, 2013; Nunes *et al.*, 2014; Costa *et al.*, 2016; Teodoro *et al.*, 2016; Simões *et al.*, 2017; Carvalho *et al.*, 2019; Sousa *et al.*, 2019; Sousa *et al.*, 2020; Salvati *et al.*, 2021; Perroca *et al.*, 2022a; Perroca *et al.*, 2022b) e sul (Branco &

Verani, 1998; D’Incao *et al.*, 2002; Gusmão *et al.*, 2005; Lüchmann *et al.*, 2008) do país. No entanto, apenas um único estudo (Gomes *et al.*, 2013) abordou exclusivamente sobre a dinâmica reprodutiva de *P. brasiliensis*, que têm como objetivo levantar informações a respeito do desenvolvimento maturacional, época reprodutiva e de recrutamento, tipo de desova, tamanho de primeira maturação, entre outros aspectos importantes que servem de subsídio para o desenvolvimento de medidas de manejo e conservação da espécie.

Nesse sentido, o presente estudo buscou descrever a dinâmica reprodutiva do camarão-rosa *Penaeus brasiliensis* no Estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil, a fim de obter informações sobre os estágios de desenvolvimento ovariano, período reprodutivo e recrutamento, tamanho de primeira maturidade sexual, entre outros aspectos reprodutivos importantes que podem contribuir para uma melhor gestão deste recurso no futuro.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo e processamento das amostras

Os camarões foram coletados mensalmente durante 12 meses (abril de 2019 a fevereiro de 2020 e março de 2021) por meio de embarques científicos realizados na zona costeira e estuarina dos municípios de Anchieta, Piúma e Itapemirim, localizados no sul do Espírito Santo, região sudeste do Brasil (Fig. 1).

As coletas foram realizadas com autorização do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade SISBIO nº 67056-1 e 67056-2, com base na Instrução Normativa ICMBio nº 03/2014 (Brasil, 2014). Na zona costeira, os camarões foram capturados por uma embarcação artesanal motorizada e de pequeno porte (10 m de comprimento), operando com rede de arrasto duplo com 12 m de comprimento e malhas com 30 e 15 mm de distância entre nós no corpo de rede e ensacador, respectivamente. Em cada amostragem foram realizados dois arrastos com duração de 60 minutos cada, a uma velocidade de 1,5 a 2 nós. Nos

estuários, os camarões foram capturados por uma rede de arrasto de mão, com 2,5 m de comprimento e malhas com 25 mm de distância entre nós no corpo de rede e 10 mm entre nós no ensacador. Em cada amostragem foram realizados dois arrastos com duração de 30 minutos cada. Todos os arrastos foram realizados em áreas típicas da pesca de camarão na região, em uma faixa de 0,6 a 30 m de profundidade.

A temperatura (°C) e a salinidade (‰) foram obtidas a partir de uma sonda multiparâmetro (HANNA Y) durante as amostragens e os dados pluviométricos foram disponibilizados pelo Centro Capixaba de Meteorologia e Recursos Hídricos (CECAM) através da média mensal da precipitação para a região sul do Espírito Santo durante os últimos 10 anos (2012 a 2021).

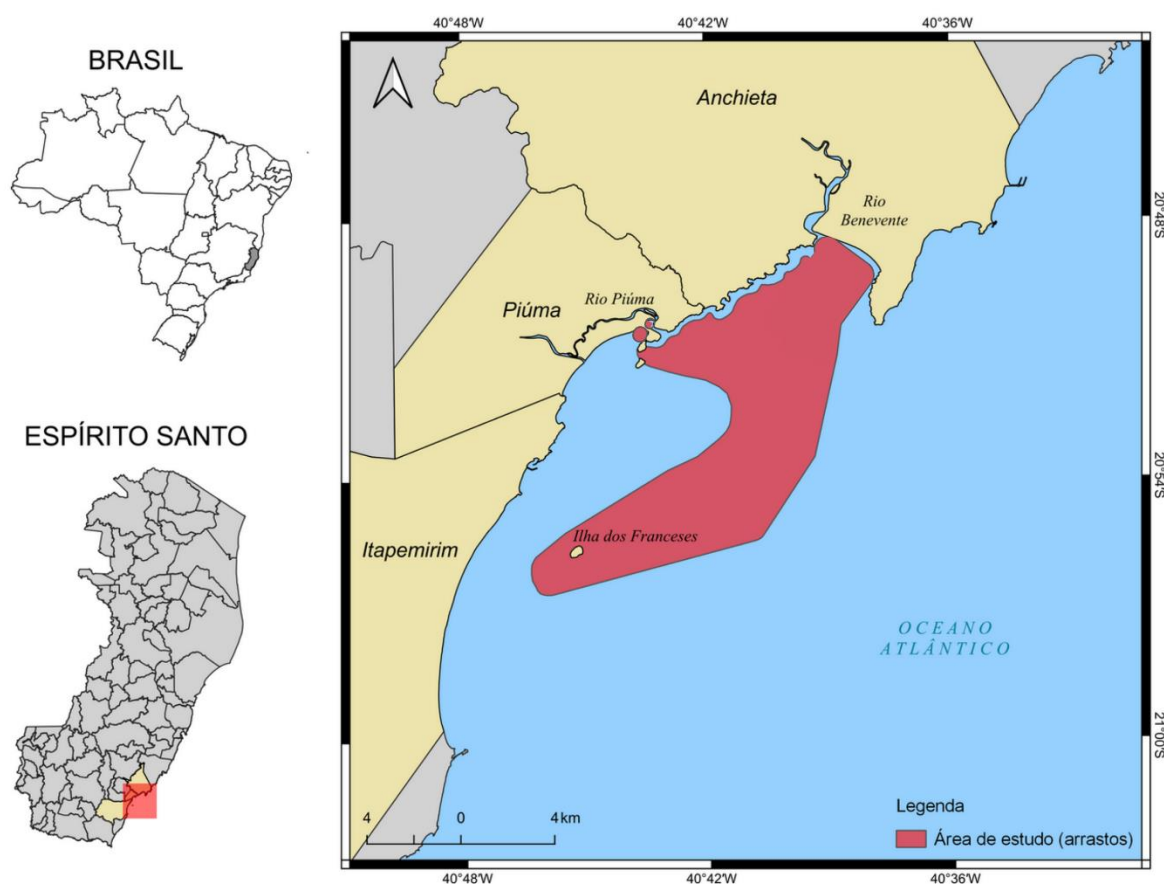


Figura 1. Mapa da área de estudo/ dos arrastos que compreende os municípios de Anchieta, Piúma e Itapemirim, localizados na região sul do Estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil.

Estrutura populacional

Após cada arrasto, os camarões foram separados da fauna acompanhante, acondicionados em sacos plásticos e armazenados em caixas térmicas com gelo. Posteriormente, as amostras foram transportadas para o laboratório, onde os indivíduos foram separados e identificados quanto a espécie de acordo com Costa *et al.* (2003), Teodoro *et al.* (2016) e França *et al.* (2021). Após a identificação das espécies, os espécimes foram separados quanto ao sexo a partir dos caracteres externos, na presença de petasma em machos e de téllico em fêmeas. Os espécimes foram mensurados quanto ao comprimento total (CT: da ponta do rostro à extremidade do télson) e o comprimento do cefalotórax (CC: da base do rostro à margem superior da carapaça) com paquímetro (0,05 mm), e pesados (PT: peso total úmido) em balança analítica de precisão (0,001 g). As classes de comprimento do cefalotórax foram avaliadas a partir da distribuição de frequência em intervalos de classes de quatro milímetros (mm), considerando os sexos separados e agrupados.

Descrição macroscópica e microscópica dos ovários

Todas as fêmeas foram submetidas à classificação macroscópica dos ovários, determinada através da morfologia, grau de turgidez e coloração das gônadas frescas, comparando-as com um catálogo de escala cromática amplamente disponível (Pantone Matching System, Coated Simulation, Pantone, Carlstadt, New Jersey, USA).

Para análise histológica foram utilizados 113 ovários, os quais foram dissecados, pesados (PO, g) e pré-classificados quanto ao seu estágio maturacional macroscópico (adaptado de Quintero & Gracia, 1998, Craveiro *et al.*, 2022). Em seguida, as amostras foram fixadas em solução Davidson por 24 horas, depois transferidas e conservadas em álcool 70% (Bell & Lightner, 1988).

Para a descrição histológica, fragmentos da porção mediana de cada ovário foram submetidos à desidratação em série alcoólica crescente (70-100%), diafanizados em xilol, impregnados e incluídos em parafina a 55 °C. Após a inclusão em parafina, os tecidos foram seccionados (5 µm) em micrótomo rotativo (RM2125RT, Leica Microsystems, Germany) e corados com Hematoxilina/Eosina (Junqueira & Junqueira, 1983). Aproximadamente 10 lâminas histológicas de cada estágio foram observadas e fotografadas em microscópio óptico (DM500, Leica Microsystems, Germany) equipado com câmera digital (ICC50HD, Leica Microsystems, Germany) para caracterização do desenvolvimento gonadal a nível celular.

As células germinativas (oócitos) foram classificadas conforme as características histológicas descritas para peneídeos (adaptado de Quintero & Gracia, 1998, Craveiro *et al.*, 2022) e cerca de 100 ovócitos (ou número total disponível por categoria) mostrando núcleo seccionado foram medidos através do software Image Tool versão 2.0 para Windows (Centro de Ciências da Saúde da Universidade do Texas em San Antonio, Texas, EUA).

Os dados de comprimento total (CT), comprimento de cefalotórax (CC), peso total (PT), peso do ovário (PO) e índice gonadossomático (IGS), foram comparados entre os diferentes estágios de maturação gonadal através da análise de variância (ANOVA) considerando as premissas necessárias. Em seguida o teste Tukey foi utilizado para determinar diferenças significativas entre os estágios de maturação ($P < 0,05$). Quando os dados não se apresentaram normais ou quando não se verificou homogeneidade nas variâncias, utilizou-se o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e em seguida, os valores foram comparados pelo teste de Student-Newman-Keuls (Zar, 2010).

Dinâmica reprodutiva

A proporção dos estágios de maturação gonadal foi determinada mensalmente com base nas classificações macroscópica e microscópica dos ovários para determinar a época reprodutiva

da espécie. O índice gonadossomático (IGS) foi calculado para cada um dos estágios maturacionais a partir da fórmula descrita a seguir (Vazzoler, 1996): $\text{IGS (\%)} = \frac{\text{PO}}{\text{PT}} \cdot 100$. Onde, PO = peso médio dos ovários (g) e PT = peso médio dos indivíduos (g).

Os comprimentos de primeira maturidade sexual (CT₅₀ e CC₅₀) foi estimado ajustando-se a frequência relativa de fêmeas maduras (todos os estágios de maturação, exceto fêmeas imaturas) através do modelo logístico calculado pela equação (King, 1995): $L_{50} = \frac{1}{[1 + \exp^{-(a+b \cdot CL)}]}$.

A classificação dos estágios maturacionais dos machos foi realizada macroscopicamente a partir do grau de união do petasma, classificando-se como maturo, os exemplares com petasma unido e como imaturo, os exemplares com petasma desunido (Dall *et al.*, 1990). As análises estatísticas e a estimativa dos comprimentos de primeira maturação sexual (CT₅₀ e CC₅₀) foram realizadas a partir do software R (versão 3.3.1) com auxílio do pacote “sizeMat” (Torrejon-Magallanes, 2020; R Core Team, 2021).

RESULTADOS

Estrutura populacional

Durante os 12 meses (abril/2019 a fevereiro/2020 e março/2021) foram coletados um total de 304 espécimes de *P. brasiliensis*, correspondendo a 158 machos (51,97%) e 146 fêmeas (48,03%) que representa a proporção sexual de 1,1:1 (macho: fêmea) do total coletado. Os machos variaram de 57,00 a 175,00 mm de comprimento total (CT), 11,50 a 37,50 mm de comprimento de cefalotórax (CC) e 1,64 a 43,34 g de peso total (PT). As fêmeas variaram de 56,00 a 217,00 mm de comprimento total (CT), 12,00 a 53,00 mm de comprimento de cefalotórax (CC) e 1,53 a 90,42 g de peso total (PT). As maiores frequências para os machos ocorreram entre 26 e 34 mm e para fêmeas entre 34 e 42 mm de comprimento de cefalotórax

(Fig. 2). Com base nesses dados, as fêmeas foram significativamente maiores do que os machos em relação a todas as variáveis analisadas (CT, CC e PT) ($P < 0,05$).

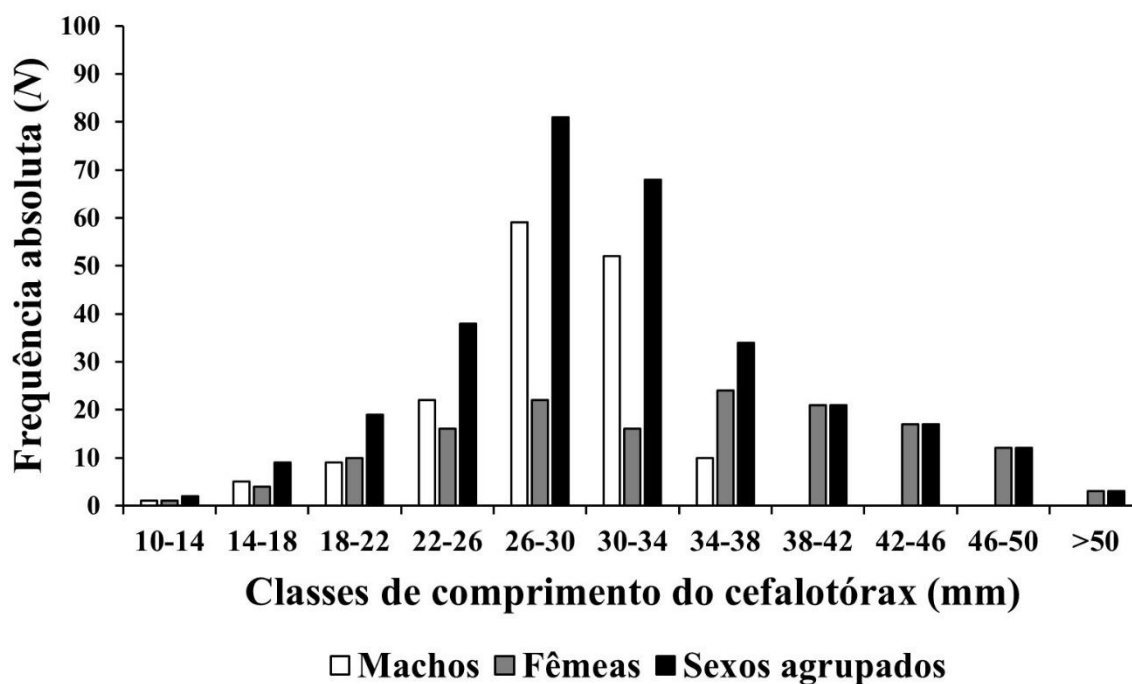


Figura 2. Distribuição da frequência absoluta (N) por classe de comprimento do cefalotórax de machos, fêmeas e sexos agrupados (CC; mm) do camarão-rosa *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) capturados durante o período de abril de 2019 a fevereiro de 2020 e março de 2021, no litoral sul do Espírito Santo, sudeste do Brasil.

Descrição macroscópica e microscópica dos ovários

Através das análises macroscópica e microscópica dos ovários foi possível determinar cinco estágios de desenvolvimento gonadal para a espécie *P. brasiliensis*, conforme descritos a seguir:

Estágio I (imaturo): macroscopicamente, os ovários nesse estágio são extremamente finos, pequenos ($IGS\% = 0,19 \pm 0,23$), apresentam superfície lisa e translúcida (Fig. 3, F; catálogo Pantone: aplinil transparente). Não sendo possível visualizá-los através do exoesqueleto. Microscopicamente, há uma predominância de oogônias (OO) e oócitos pré-

vitelogênicos (OPVT) (Tab. 1). Nesse estágio a parede celular (PC) é fina quando comparada ao estágio V (desovado) (Fig. 3, A).

Estágio II (maturação inicial): Macroscopicamente, os ovários encontram-se no início da maturação, com a gônada aumentando de tamanho e volume ($IGS\% = 3,0 \pm 1,4$) em relação ao estágio I. Apresentam pouca coloração nos lóbulos anteriores e laterais, sendo possível visualizá-los em coloração verde claro (Fig. 3, F; catálogo Pantone: 374 PC) através do exoesqueleto somente na região do cefalotórax. Microscopicamente, as células mais desenvolvidas neste estágio são oócitos em vitelogênese primária (OV_1), mas OO e OPVT também são encontrados (Tab. 1; Fig. 3, B).

Estágio III (maturação avançada): Macroscopicamente, neste estágio os ovários se encontram mais desenvolvidos, maiores e mais volumosos ($IGS\% = 4,3 \pm 2,1$) em relação ao estágio anterior. Apresentam uma coloração verde médio mais acentuada em todos os lóbulos (Fig. 3, F; catálogo Pantone: 377 PC), sendo que em menor concentração na região abdominal. Microscopicamente, as células mais desenvolvidas neste estágio são oócitos em vitelogênese secundária (OV_2). OO e OPVT também são encontrados, porém em menor frequência (Tab. 1; Fig. 3, C).

Estágio IV (maturo): Macroscopicamente, no estágio maturo os ovários encontram-se no nível máximo de maturação ($IGS\% = 8,8 \pm 2,0$), apresentando superfície rugosa, consistente e coloração verde escuro mais intenso (Fig. 3, F; catálogo Pantone: 575 PC) por toda cavidade dorsal. Microscopicamente, esse estágio é caracterizado por oócitos maduros (OM), apresentando corpos periféricos (CP) na extremidade do citoplasma. OO e OPVT são encontrados, porém em menor frequência em comparação aos estágios anteriores (Tab. 1; Fig. 3, D).

Estágio V (desovado): Macroscopicamente, neste estágio os espécimes já reproduziram ($IGS\% = 0,6 \pm 0,3$), ou seja, os OM já foram expelidos no ambiente. Neste

estágio os ovários são flácidos, com uma superfície levemente rugosa e coloração bem discreta (Fig. 3, F; catálogo Pantone: 608 PC) ou translúcida. Microscopicamente, há uma predominância de OO e OPVT (Tab. 1) e outra característica importante desse estágio é a presença de oócitos atresicos (OA), que são OM que não foram desovados e entraram em processo de reabsorção pelo ovário (Fig. 3, E).

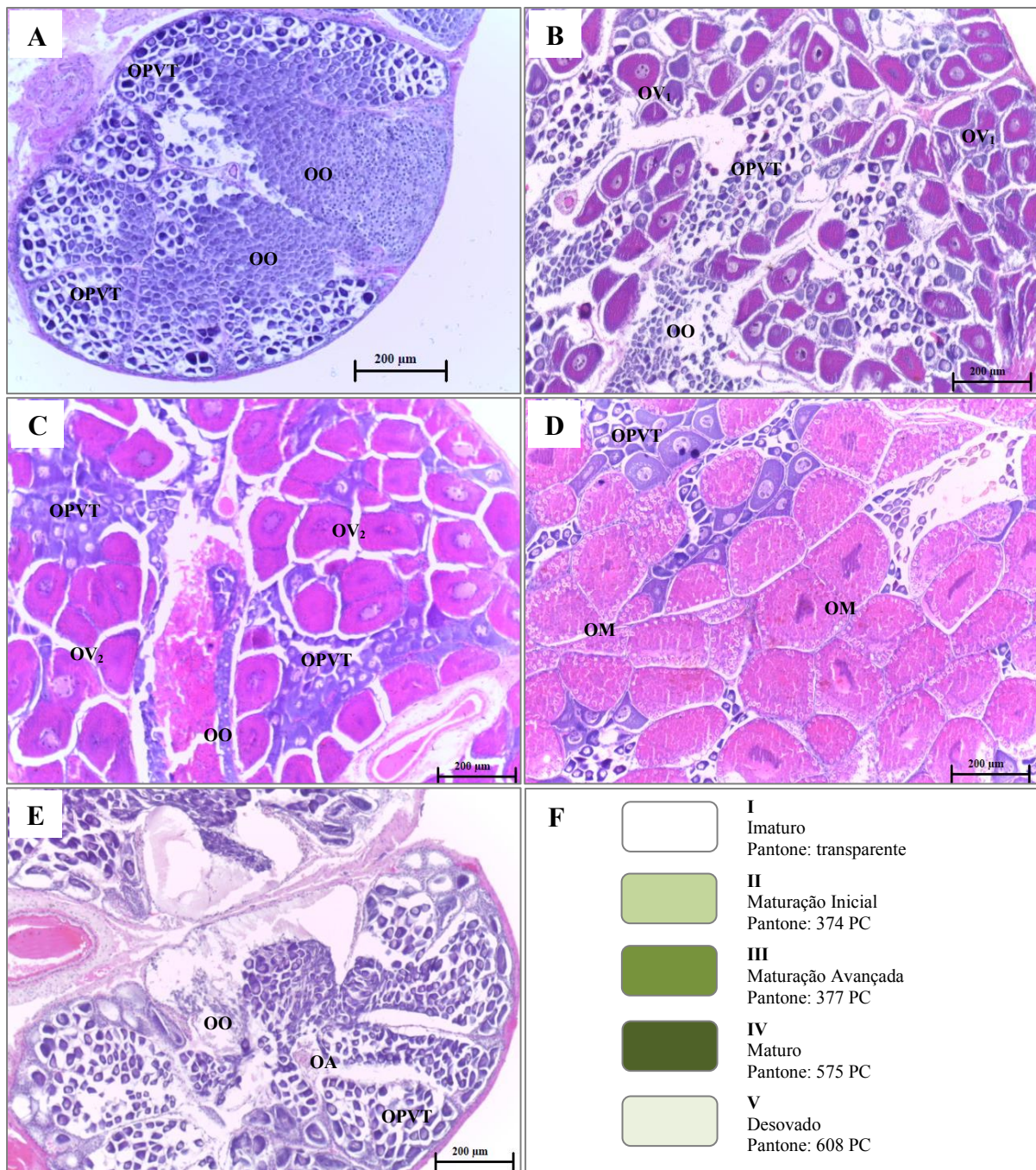


Figura 3. Microfotografias dos estágios de desenvolvimento ovariano do camarão-rosa *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817). (A) imaturo (catálogo Pantone: aplinil transparente), (B) maturação inicial (catálogo Pantone: 374 PC), (C) maturação avançada (catálogo Pantone: 377 PC), (D) maturo (catálogo Pantone: 575 PC), (E) desovado (catálogo Pantone: 608 PC) e (F) coloração do ovário em cada um dos estágios de desenvolvimento ovariano comparado como catálogo Pantone (Pantone Matching System, Coated Simulation, Pantone, Carlstadt, NJ, USA). OO, oogônia; OPVT, ovócito pré-vitelogênico; OV₁, ovócito em vitelogênese primária; OV₂, ovócito em vitelogênese secundária; OM, ovócito maturo; OA, ovócito atrésico. [Objetiva 10x (A, B, C, D, E)].

As OO e os OPVT foram encontrados em todos os estágios de desenvolvimento gonadal, com maior frequência nos estágios I e V. Conforme a gônada vai se desenvolvendo a concentração de OO e OPVT diminui, dando origem aos oócitos vitelogênicos OV₁, OV₂ e OM, respectivamente. À medida que as células germinativas vão se desenvolvendo o citoplasma aumenta de tamanho, sendo que a OO tem o menor diâmetro ($8,12 \pm 2,47$), seguido pelo OPVT ($33,91 \pm 7,11$), OV₁ ($123,76 \pm 12,15$), OV₂ ($180,13 \pm 14,08$) e OM ($221,87 \pm 36,09$) (Tab. 1). Já os OA não possuem um diâmetro definido, devido a ruptura da parede celular durante o processo de reabsorção.

Tabela 1. Diâmetro de cada tipo de oócito (Média \pm Desvio Padrão) e composição celular observada em cada estágio de desenvolvimento ovariano do camarão-rosa *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) capturado no litoral sul do Espírito Santo, sudeste do Brasil.

Tipos de oócitos	Diâmetro					
	(μm)	Estágios de desenvolvimento ovariano				
	(Média \pm DP)	I	II	III	IV	V
Oogônia	8,12 \pm 2,47 ^a	++	+	+	+	++
Pré-vitelogênico	33,91 \pm 7,11 ^b	++	+	+	+	++
Vitelogênese primária	123,76 \pm 12,15 ^c	-	++	-	-	-
Vitelogênese secundária	180,13 \pm 14,08 ^d	-	-	++	-	-
Maturo	221,87 \pm 36,09 ^e	-	-	-	++	-
Atrésico	*	-	-	-	-	+

(+) presente; (++) abundante; (-) ausente; (*) não aferido. Imaturo (I); Maturação Inicial (II); Maturação Avançada (III); Maturo (IV); Desovado (V). Letras distintas na mesma coluna indicam diferenças significativas ($P > 0,05$).

Com relação aos valores de comprimento (CT e CC) e peso (PT), os indivíduos no estágio I foram significativamente menores do que os estágios II, III, IV e V ($P > 0,05$). O PO e o IGS diferiram significativamente entre estágios I, IV e V, em maior proporção no estágio IV, enquanto nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os estágios II e III ($P > 0,05$) (Tab. 2).

Tabela 2. Média (\pm Desvio Padrão) do comprimento total (CT), comprimento do cefalotórax (CC), peso total (PT), peso do ovário (PO) e índice gonadossomático (IGS) nos diferentes estágios de desenvolvimento ovariano do camarão-rosa *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817), capturado no período capturados durante o período de abril de 2019 a fevereiro de 2020 e março de 2021, no litoral sul do Espírito Santo, sudeste do Brasil.

	Estágio I (N = 51)	Estágio II (N= 28)	Estágio III (N=13)	Estágio IV (N = 27)	Estágio V (N = 27)
CT (mm)	105,3 \pm 23,1 ^a	169,0 \pm 17,0 ^b	165,0 \pm 19,0 ^b	186,0 \pm 21,0 ^b	143,0 \pm 15,0 ^c
CC (mm)	23,1 \pm 4,7 ^a	40,0 \pm 4,0 ^b	40,0 \pm 4,0 ^b	43,0 \pm 5,0 ^b	33,0 \pm 4,0 ^c
PT (g)	10,97 \pm 5,93 ^a	42,6 \pm 12,8 ^b	43,6 \pm 12,0 ^b	57,2 \pm 15,3 ^c	25,7 \pm 7,2 ^d
PO (g)	0,03 \pm 0,03 ^a	1,4 \pm 0,9 ^b	2,1 \pm 1,5 ^b	5,1 \pm 1,7 ^c	0,2 \pm 0,1 ^d
IGS (%)	0,19 \pm 0,23 ^a	3,0 \pm 1,4 ^b	4,3 \pm 2,1 ^b	8,8 \pm 2,0 ^c	0,6 \pm 0,3 ^d

Imaturo (I); Maturação Inicial (II); Maturação Avançada (III); Maduro (IV); Desovado (V).

Letras distintas na mesma linha indicam diferenças significativas ($P < 0,05$). N = número total da amostra.

Dinâmica reprodutiva

Em relação ao desenvolvimento gonadal dos machos, 95,6% encontravam-se maduros (com petasma unido) e 4,4% imaturos (com petasma desunido). Em relação a maturação gonadal das fêmeas, 34,9% encontravam-se imaturas (estágio I), 19,2% em maturação inicial (estágio II), 8,9% em maturação avançada (estágio III), 18,5% maduras (estágio IV) e 18,5% desovadas (estágio V). Em relação à distribuição dos estágios de maturação ovariano, é possível observar que nos meses de dezembro e janeiro não teve ocorrência de atividade reprodutiva, sendo que o pico reprodutivo ocorreu entre os meses de fevereiro a maio, com maior intensidade nos meses de março e abril (Fig. 4).

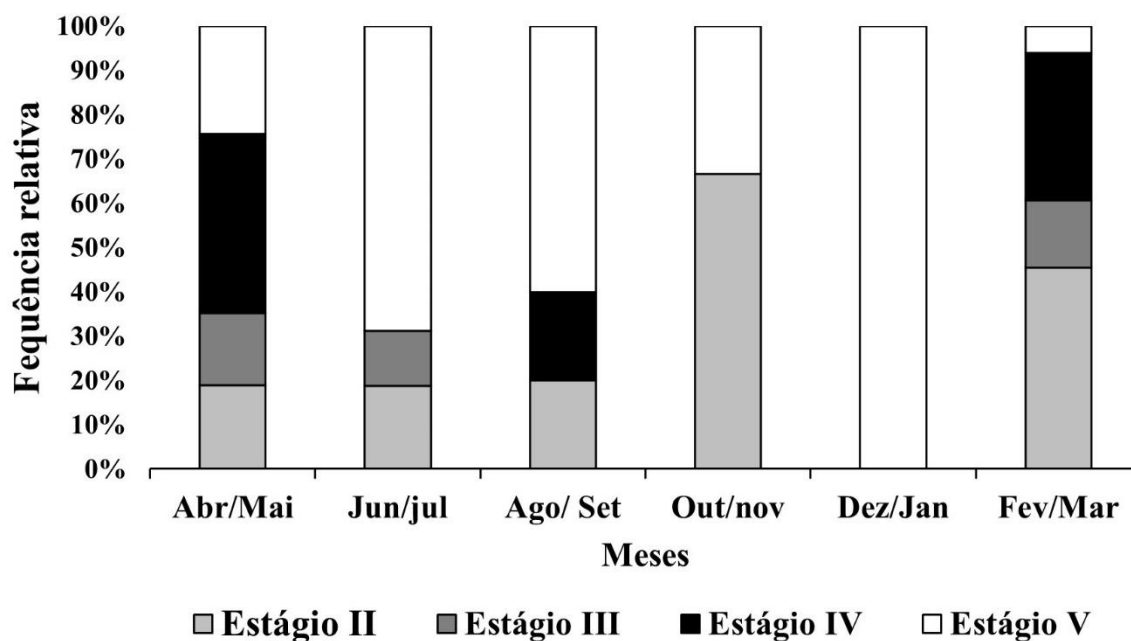


Figura 4. Frequência dos estágios de desenvolvimento ovariano dos camarões-rosa *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) capturados durante o período de abril de 2019 a fevereiro de 2020 e março de 2021, no litoral sul do Espírito Santo, sudeste do Brasil. Legenda: Maturação inicial (II), Maturação avançada (III), Maduro (IV) e Desovado (V).

O comprimento médio de primeira maturidade das fêmeas (L_{50}) foi estimado em 132,0 mm de CT (Fig. 5, A) e 29,5 mm de CC (Fig. 5, B), sendo que o menor CC encontrado para fêmeas adultas foi de 23,0 mm, enquanto acima de 37,0 mm todas fêmeas se encontraram adultas.

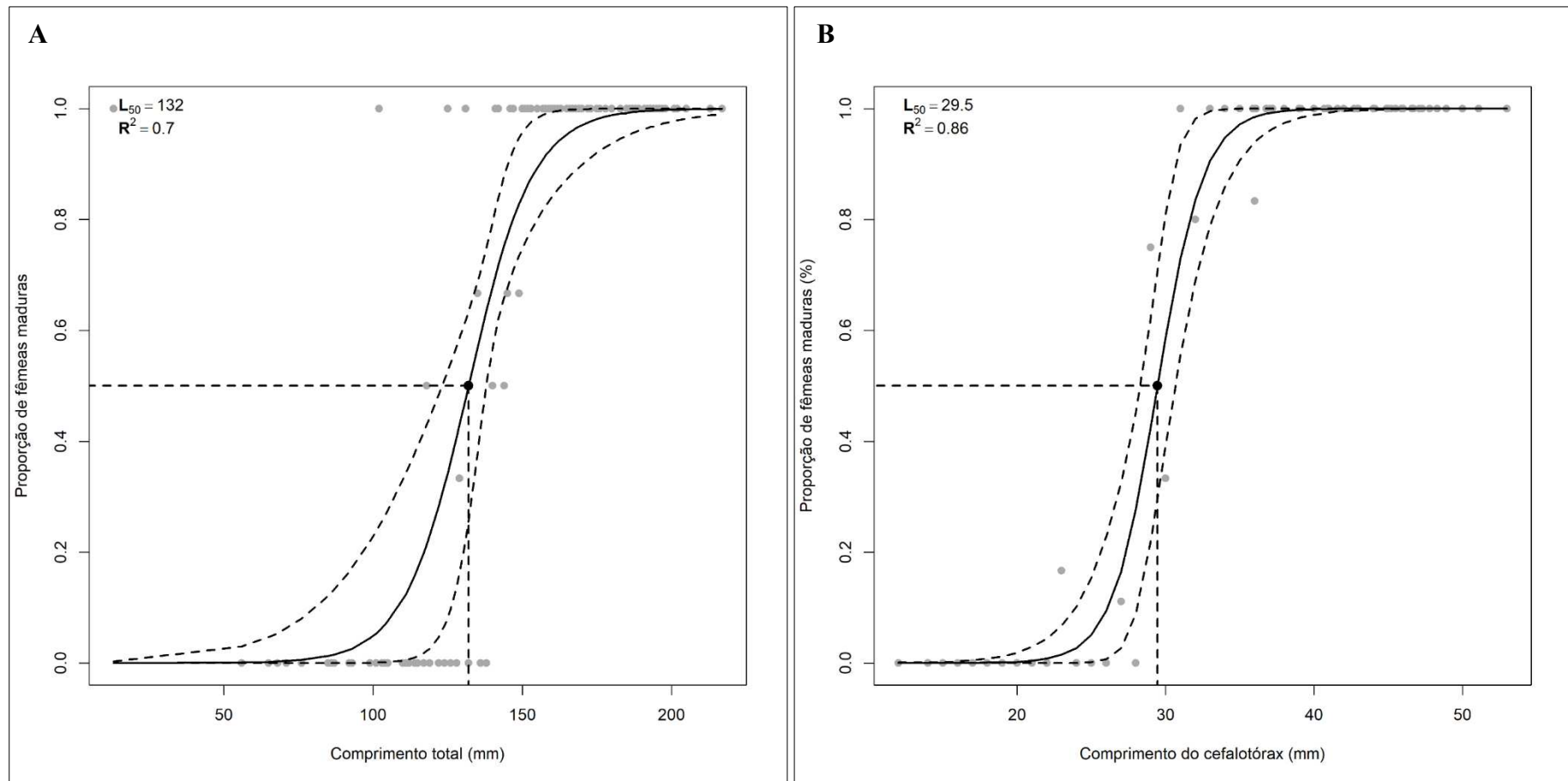


Figura 5. Comprimento de primeira maturidade sexual (L_{50} , mm) de fêmeas do camarão-rosa *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) capturado durante o período de abril de 2019 a fevereiro de 2020 e março de 2021, no litoral sul do Espírito Santo, sudeste do Brasil. (A) Comprimento total (CT_{50} , mm) (B) Comprimento do cefalotórax (CC_{50} , mm).

Parâmetros ambientais

Em relação aos parâmetros ambientais, a salinidade variou de 32,0 a 40,0‰ e a temperatura da água variou de 21,9 a 25,8 °C ao longo do período amostral de 12 meses. As temperaturas mais elevadas ocorreram nos meses de abril (2019) e março (2021), que coincidem com pico reprodutivo da espécie devido ao aumento da quantidade de fêmeas maduras neste mesmo período. A pluviosidade ocorreu com maior intensidade nos meses de novembro a janeiro, período que pode estar relacionado ao recrutamento de indivíduos jovens presentes nos estuários para regiões mais profundas, para se desenvolverem sexualmente e reproduzirem nos meses subsequentes, março e abril (Fig. 6).

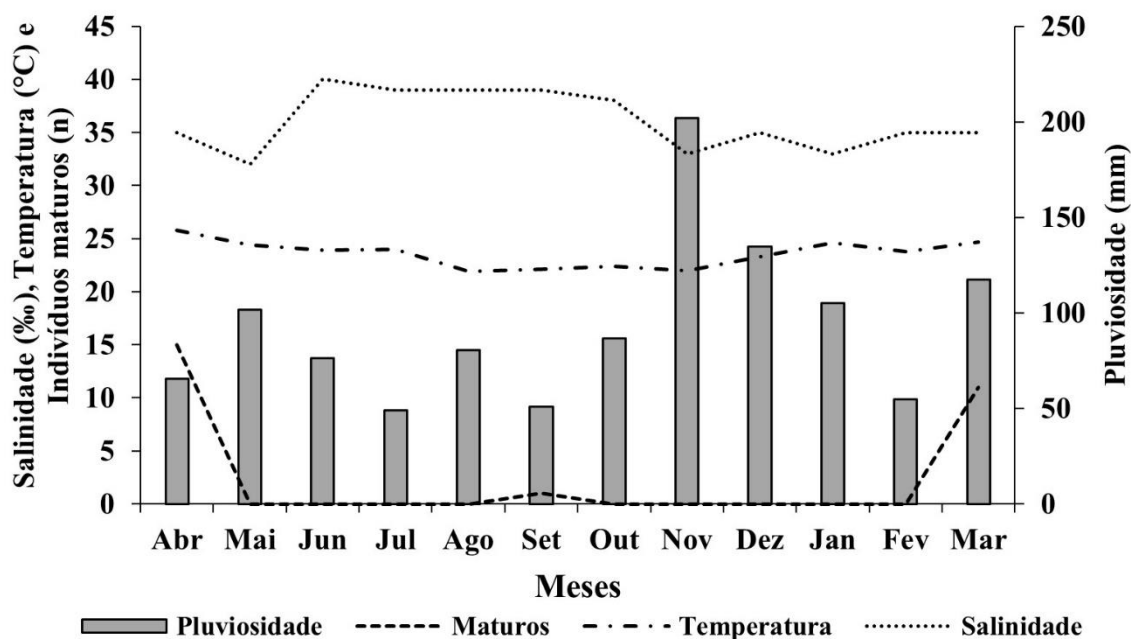


Figura 6. Variação da salinidade (‰), temperatura da água (°C), pluviosidade (mm) e número de fêmeas maduras de camarão-rosa *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) obtidos durante o período de abril de 2019 a fevereiro de 2020 e março de 2021, no litoral sul do Espírito Santo, sudeste do Brasil.

DISCUSSÃO

A razão sexual do camarão-rosa *Penaeus brasiliensis* registrada nesse estudo foi de 1,1:1 (macho:fêmea), resultado próximo da proporção 1:1 comum em peneídeos (Dall *et al.*, 1990) e da encontrada para a mesma espécie no nordeste do Brasil (Rosa *et al.*, 2021). A diferença na proporção sexual pode ser influenciada por diversos fatores, como por exemplo, ciclo de vida, migração, taxas de mortalidade e crescimento, dispersão, ecdise e padrões reprodutivos (Wenner, 1972; Botelho *et al.*, 2001). Segundo Coelho & Santos (1995), uma proporção próxima de 1:1 pode indicar regiões onde ocorrem o acasalamento. Isso significa que as pescarias de arrasto da frota artesanal podem estar atuando próximas das áreas de reprodução do camarão-rosa *P. brasiliensis* no litoral sul do Espírito Santo.

O dimorfismo sexual em relação ao tamanho é muito comum em camarões peneídeos (Boschi, 1969; Dall *et al.* 1990). Nesse estudo, as fêmeas de *P. brasiliensis* apresentaram tamanhos significativamente maiores que os machos, o que também foi observado por Leite-Jr & Petreire-Jr (2006b), Rosa *et al.* (2021) e Perroca *et al.* (2022) para a mesma espécie. A diferença na taxa de crescimento observada em ambos os sexos ocorre devido as alterações morfológicas associadas a reprodução (ou seja, uma estratégia reprodutiva), sendo que o maior tamanho corporal das fêmeas está relacionado ao espaço necessário para o desenvolvimento dos ovários, maximizando a produção de óvulos (Dall *et al.*, 1990; Gab-Alla *et al.*, 1990). Enquanto os machos empregam a maior parte de sua energia para se desenvolverem sexualmente e reproduzirem mais rápido (Bauer, 2010).

Os valores de CT (variação: 56 a 217 mm) e CC (variação: 11,5 a 53 mm) em nosso estudo apresentaram uma maior amplitude em comparação a estudos anteriores realizados com *P. brasiliensis*. Leite-Jr & Petreire-Jr (2006b) encontraram valores de CT de 79 a 260 mm para a mesma espécie capturada pela frota industrial em São Paulo (Brasil). Rosa *et al.* (2021) encontraram o CC variando de 21 a 46 mm para mesma espécie capturada pela frota

artesanal em Sergipe (Brasil). Essa diferença nos comprimentos pode estar relacionada com o ambiente e profundidade em que os camarões foram capturados (Branco & Verani, 1998; Froese & Binohlan, 2000), uma vez que, esses estudos obtiveram dados exclusivos da frota pesqueira que opera em regiões mais distantes da costa (em maiores profundidades) e acabam capturando mais adultos (ou até mesmo devido diferenças nas características da arte de pesca utilizada). Por outro lado, nossas amostragens foram realizadas em regiões estuarinas e costeiras (até 30 m de profundidade) e mesmo assim proporcionaram a captura de indivíduos juvenis e adultos.

A maioria dos machos amostrados no presente estudo apresentava o petasma unido, ou seja, se encontravam aptos a reprodução. De acordo com Coelho & Santos (1995) o desenvolvimento da gônada masculina se inicia quando esses organismos ainda habitam os estuários. O mesmo parece ter ocorrido no presente estudo, uma vez que apenas 4,4% dos machos capturados se encontravam imaturos. Essa proporção pode estar relacionada à proximidade da área de coleta ao estuário, aumentando a possibilidade de capturarmos exemplares juvenis. Estudos realizados no Nordeste do Brasil relataram não ter encontrado machos imaturos de *P. schmitti* em suas capturas realizadas exclusivamente no mar (Peixoto *et al.*, 2018; Craveiro *et al.*, 2019), corroborando com a hipótese que os machos maturam precocemente em relação as fêmeas (Boschi, 1963), quando ainda habitam os estuários.

Os camarões peneídeos apresentam diferentes estágios de desenvolvimento ovariano durante o ciclo reprodutivo, que normalmente são determinados pelas análises macro e microscópica dos ovários (Quintero & Gracia, 1998; Bolognini *et al.*, 2017). No presente estudo, o desenvolvimento gonadal das fêmeas de *P. brasiliensis* foi classificado em cinco diferentes estágios de maturação através o uso conjunto dessas análises: (I) imaturo, (II) maturação inicial, (III) maturação avançada, (IV) maturo e (V) desovado. Esses mesmos

estágios foram descritos anteriormente para a mesma espécie por Quintero e Gracia (1998) e para outros exemplares da família Penaeidae (Abraham & Manisseri, 2012; Bolognini *et al.*, 2017; Craveiro *et al.*, 2019; Garcia *et al.*, 2021; Craveiro *et al.*, 2022). A caracterização dos estágios maturacionais são importantes pois elas servem de base para parâmetros reprodutivos e populacionais, que são essenciais para o desenvolvimento de políticas de conservação e manejo das pescarias de camarões (Peixoto *et al.*, 2003; Simpson & Watling, 2006; Garcia *et al.*, 2021).

Em relação ao padrão de cor das gônadas femininas os estágios I e IV apresentaram coloração semelhantes, o que dificultou a classificação macroscópica dos ovários realizada a partir da observação (cor, consistência e turgidez) dos ovários através do exoesqueleto. Essa mesma dificuldade também foi relatada para as espécies *P. brasiliensis* (Quintero & Gracia, 1998), *P. paulensis* (Peixoto *et al.*, 2003), *P. subtilis* (Silva *et al.*, 2016), *Penaeus kerathurus* Forskål, 1775 (Bolognini *et al.*, 2017) e *P. schmitti* (Peixoto *et al.*, 2018; Craveiro *et al.*, 2019; Garcia *et al.*, 2021). Os estágios II e III apresentaram um padrão de coloração verde que se intensifica à medida que as gônadas se desenvolvem até alcançarem o estágio IV, caracterizado pela cor verde mais intensa. A coloração das gônadas pode estar relacionada com a alimentação desses organismos, que ao se alimentarem assimilam pigmentos carotenoides que se acumulam e intensificam a coloração dos ovários durante a fase vitelogênica (Liñán-Cabello *et al.*, 2002). Esses componentes fazem parte da reserva nutritiva dos oócitos que são essenciais para o desenvolvimento larval e conseqüentemente, para o sucesso reprodutivo dessas espécies (Bolognini *et al.*, 2017; Souza *et al.*, 2017).

A análise macroscópica se mostrou ineficiente na diferenciação dos estágios em nosso estudo. Com isso, a histologia foi utilizada para confirmar ou corrigir a pré-classificação macroscópica, resultando em uma descrição mais detalhada e precisa dos estágios de desenvolvimento ovariano da espécie estudada. Portanto, diante da subjetividade e das

dúvidas geradas pela análise macroscópica, ressaltamos a necessidade de realizar a análise macroscópica e microscópica simultaneamente, principalmente para estudos com a finalidade de conservação e manejo pesqueiro, que necessitam de informações precisas e que demonstrem a real situação que o estoque se encontra.

Em peneídeos, os estágios de desenvolvimento ovariano são basicamente determinados pela presença de oogônias, oócitos vitelogênicos e atrésicos (Quintero & Gracia, 1998; Peixoto *et al.*, 2003). As OO e OPVT se desenvolvem a partir da zona germinativa e conforme amadurecem dão origem aos oócitos vitelogênicos OV₁, OV₂ e OM, respectivamente (Peixoto *et al.*, 2003; Abraham & Manisseri, 2012). As OO e OPVT foram encontrados em todos os estágios maturacionais deste estudo, sendo mais frequentes nos estágios I e V. Observamos também que o diâmetro dos oócitos aumentam de tamanho durante o processo de maturação, que de acordo com Quintero & Gracia (1998) isso ocorre devido ao acúmulo contínuo de vitelogenina no citoplasma celular. O aumento do tamanho e a frequência dos oócitos de *P. brasiliensis* nesse estudo, se mostraram semelhantes aos resultados encontrados para a mesma espécie (Quintero & Gracia, 1998) e para outras espécies de camarões peneídeos (Abraham & Manisseri, 2012; Lopes *et al.*, 2017; Bolognini *et al.*, 2017; Peixoto *et al.*, 2018; Craveiro *et al.*, 2019; Craveiro *et al.*, 2022).

Não foram encontrados OV₁, OV₂ e OM ao mesmo tempo no mesmo ovário neste estudo, indicando que o desenvolvimento oocitário em *P. brasiliensis* ocorre de maneira síncrona. Além disso, também não foram encontrados OV₁ ou OV₂ nas gônadas desovadas, indicando uma desova completa a cada ciclo. Esses mesmos padrões também foram relatados por Craveiro *et al.* (2019) para a espécie *P. schmitti* no nordeste do Brasil. A presença de CP acondicionados ao redor dos OM é comumente observada durante o final da maturação ovocitária de peneídeos (Peixoto *et al.*, 2003; 2018; Bolognini *et al.*, 2017; Lopes *et al.*, 2017; Craveiro *et al.*, 2019; Garcia *et al.* 2021; Craveiro *et al.*, 2022), e também foi

observado para *P. brasiliensis* por Quintero & Gracia (1998) e no presente estudo. De acordo com Clark *et al.* (1980), essas estruturas são responsáveis por liberarem uma substância gelatinosa ao redor dos oócitos após a desova, que auxiliam na fixação dos espermatozoides e posteriormente, na formação do envelope de eclosão.

O índice gonadossomático é outro método utilizado para estimar o ciclo reprodutivo de uma espécie (Craveiro *et al.*, 2019), sendo que no presente estudo os valores de IGS diferiram significativamente entre todos estágios, com exceção dos estágios em maturação II e III que não diferiram entre si. Segundo Peixoto *et al.* (2003), a classificação macroscópica baseada no IGS tem uma relação direta com o desenvolvimento ovariano, corroborando com o que encontramos no presente estudo, em que houve um aumento significativo no percentual de IGS à medida que as gônadas se desenvolviam do estágio I ao IV. Além disso, o percentual de IGS das gônadas desovadas reforçam a hipótese de que a espécie *P. brasiliensis* realiza desova total a cada ciclo reprodutivo, uma vez que o estágio V diferiu significativamente entre todos estágios, principalmente em relação aos estágios II, III e IV.

O período reprodutivo de *P. brasiliensis* nesse estudo ocorreu entre os meses de fevereiro a maio, sendo que nos meses de dezembro e janeiro não teve ocorrência reprodutiva, ou seja, não foram encontradas fêmeas com ovários em maturação inicial, avançada ou maturo. O padrão observado ao longo do ano sugere que a periodicidade reprodutiva ocorre sazonalmente, com pico mais intenso nos meses de março e abril. Costa *et al.* (2008) observaram o mesmo padrão de desova sazonal na costa de São Paulo (Brasil) para a mesma espécie. Quintero & Gracia (2002) por outro lado, relatou que no mar do Caribe (México) o camarão-rosa *P. brasiliensis* reproduz durante o ano inteiro, porém possui um pico principal de desova entre os meses de março e abril, que coincide com o pico reprodutivo encontrado nesse estudo. No entanto, exemplares da mesma espécie também

podem apresentar aspectos maturacionais distintos quando expostos a diferentes condições ambientais (Hines, 1989).

Em relação às variáveis ambientais, o pico reprodutivo do camarão-rosa *P. brasiliensis* ocorreu nos meses de março e abril, que coincide com os meses em que a temperatura da água estiveram mais altas durante esse estudo. Um padrão semelhante foi relatado por Silva *et al.* (2016) no nordeste do Brasil, onde uma maior proporção de fêmeas maduras do camarão-rosa *P. subtilis* foram amostradas durante os meses mais quentes (outubro a março). Outras espécies de camarões também tiveram a reprodução influenciada pela temperatura mais elevada, como relatado para *A. longinaris* na região sudeste (Castilho *et al.*, 2015) e para *X. kroyeri* nas regiões sudeste e nordeste do Brasil (Heckler *et al.*, 2013; Lopes *et al.*, 2017, respectivamente). No entanto, Craveiro *et al.* (2019) relataram não ter encontrado uma relação significativa entre a temperatura e o percentual de fêmeas maduras de *P. schmitti*, uma vez que a temperatura da água permaneceu elevada e estável ($28,33 \pm 1,31$ °C) durante todo o período estudado. Nesse sentido, a temperatura da água parece ser um fator importante na reprodução de camarões peneídeos, desde que haja uma variação significativa ao longo do ano e isso pode variar de um local para outro.

A reprodução dos camarões que apresentam as fases iniciais de vida nos estuários, normalmente ocorre em mar aberto (Boos *et al.*, 2016). Segundo Costa *et al.* (2008), os juvenis de *P. brasiliensis* apresentaram maiores picos de abundância nos meses de março e maio na região de Ubatuba (São Paulo, Brasil). Sendo que Branco & Verani (1998), observaram altas abundâncias no verão e outono para a população de *P. brasiliensis* na Lagoa da Conceição (Santa Catarina, Brasil). Esses mesmos estudos registraram um decréscimo acentuado no número de indivíduos no outono em ambas as localidades, devido a tendência desses organismos migrarem para regiões oceânicas para se reproduzir. Um padrão semelhante foi observado nesse estudo (Espírito Santo, Brasil), com migração dos juvenis

ocorrendo principalmente no verão e a reprodução ocorrendo durante o outono em regiões mais afastadas da costa, em profundidades acima de 30 metros.

A distribuição e abundância dos camarões estão diretamente relacionadas ao ciclo de vida, e podem ser influenciadas principalmente por variáveis ambientais, como: temperatura, salinidade, pluviosidade e profundidade. Segundo Costa *et al.* (2008), a distribuição do camarão-rosa foi influenciada pela salinidade na região de Ubatuba (São Paulo, Brasil), os juvenis de *P. brasiliensis* ocupavam regiões mais próximas da costa com salinidades acima de 30‰. Branco & Verani (1998) encontraram padrões semelhantes para a mesma espécie, sendo que a maioria dos juvenis ocupavam áreas mais próximas da foz da Lagoa da Conceição (Santa Catarina, Brasil) região com salinidade entre 15 e 30‰. O mesmo padrão foi encontrado no presente estudo, onde a maioria dos juvenis de *P. brasiliensis* foram capturados em áreas próximas da foz do Rio Benevente (Espírito Santo, Brasil) com salinidade acima de 32‰, sendo que dentro do estuário (salinidade mínima encontrada 3‰) nenhum exemplar (juvenil ou adulto) foi capturado. Brito *et al.* (2000) observaram em seus experimentos que salinidades abaixo de 10‰ causam uma mortalidade significativa em juvenis de *P. brasiliensis*, o que pode explicar a inexistência de juvenis nas regiões estuarinas onde a salinidade estava muito baixa.

O aumento das chuvas e conseqüentemente a redução da salinidade nos meses de novembro a janeiro, parece ter sido um gatilho na migração dos juvenis de *P. brasiliensis* para regiões com salinidades mais elevadas, para se desenvolverem sexualmente e reproduzirem. O mesmo padrão de migração devido à redução na salinidade também foi citado por Costa *et al.* (2016) e Sousa *et al.* (2020) em seus estudos. A salinidade se mostrou um fator importante para o desenvolvimento maturacional das fêmeas de *Metapenaeus bennettiae* (Racek & Dall, 1965) na Austrália (Young *et al.*, 2018) e fêmeas de *P. schmitti* no Brasil (Craveiro *et al.*, 2019). Craveiro *et al.*, (2019) também relataram a influência da

pluviosidade no percentual de fêmeas maduras, sugerindo que a reprodução de *P. schmitti* ocorre nos meses mais secos do ano no nordeste do Brasil. Segundo Bolognini *et al.* (2017), esse deslocamento também pode estar relacionado a busca por um ambiente com variáveis mais estáveis (como as regiões oceânicas), com intuito de reduzir os gastos energéticos (ex.: osmorregulação) e acumular energia suficiente para o evento reprodutivo.

O tamanho de primeira maturação (L_{50}) de *P. brasiliensis* foi estimado em 132 mm de CT e 29,5 mm de CC no presente estudo, sendo que o menor valor de CC encontrado para fêmeas adultas foi de 23 mm. Segundo Boos *et al.* (2016), a primeira maturação dos camarões-rosa (*P. brasiliensis* e *P. paulensis*) ocorre por volta de 12 meses de idade, quando os espécimes têm aproximadamente 150 mm de CT. O tamanho de primeira maturação para a mesma espécie no Mar do Caribe foi estimado em 148 mm de CT (Quintero & Gracia, 2002). Já no sudeste do Brasil, o tamanho das fêmeas na primeira maturação foi estimado em 37,90 mm de CC (Gomes *et al.* 2013). Além disso, outros estudos realizados em diferentes regiões do Brasil, consideram juvenis, todos os indivíduos menores que 25 mm de CC (Costa *et al.*, 2008; Rosa *et al.*, 2021). Portanto, os valores encontrados no presente estudo, indicam que a população amostrada (Espírito Santo, sudeste do Brasil) pode estar se reproduzindo precocemente em relação aos estudos citados anteriormente. Essas variações no tamanho de primeira maturação podem estar relacionadas a diferentes condições ambientais (Dall *et al.*, 1990) ou devido à pressão pesqueira sobre o estoque, que pode estar gerando uma maturação sexual precoce nesses organismos (Sparre & Venema, 1998; Fonteles-Filho, 2011).

No Brasil, os camarões-rosa são capturados intensamente tanto no seu estrato juvenil (frota artesanal), em estuários e zonas costeiras, como no seu estrato adulto em mar aberto (frota artesanal e industrial) (D'Incão *et al.*, 2002; Boos *et al.*, 2016). O elevado esforço sobre esses dois estratos acaba prejudicando principalmente o recrutamento e a reprodução dessas espécies (Dias-Neto, 2011; Boos *et al.*, 2016). Consequentemente, resultando na redução dos

estoques naturais (Fonteles-Filho, 2011) e forçando mudanças adaptativas na população, como por exemplo, a redução no tamanho de primeira maturação que pode estar sendo uma estratégia adota para garantir o sucesso reprodutivo e manutenção da espécie. Infelizmente, a legislação atual não possui um limite máximo de captura ou até mesmo proíbe a atuação da atividade em determinadas áreas, como por exemplo, estuários e zonas costeiras - consideradas áreas de alimentação, reprodução e desenvolvimento de muitas espécies, inclusive do camarão-rosa (Freitas-Jr *et al.*, 2011; Cardoso *et al.*, 2021).

Os camarões-rosa são pescados intensamente desde a década de 1970, principalmente nas regiões sudeste e sul país, o que levou as pescarias industriais entrarem em colapso no final da década de 1990 (D’Incao *et al.*, 2002; Freitas-Jr *et al.*, 2011). Desde então, os estoques não conseguiram se recuperar totalmente, apresentando grandes flutuações (declínios e recuperações) nas produções anuais ao longo dos anos (Dias-Neto, 2011; Boos *et al.*, 2016; Freitas-Jr *et al.*, 2011). A maior produção ocorreu em 1972 (16,6 mil toneladas (t)) e a menor em 2003 (1,2 mil t), chegando a 5,4 mil t em 2007 (Dias-Neto, 2011) e 10,3 mil t em 2011 (MPA, 2012). Essa melhora na produção nos últimos anos, embora seja considerada importante, não representa uma recuperação consolidada dos estoques naturais. Sobretudo, indicam que as medidas de gestão adotadas pelo Estado brasileiro não estão sendo tão eficientes ao ponto de garantir a recuperação dos estoques de camarão (Boos *et al.*, 2016).

O período de proibição da pesca de arrasto de camarão no Estado do Espírito Santo é restrito aos meses de dezembro a fevereiro (Brasil, 2018). Segundo os dados encontrados nesse estudo, a migração (recrutamento) da espécie *P. brasiliensis* ocorre entre os meses de novembro a janeiro. Embora esse período coincida parcialmente com o defeso vigente para a região, a pressão pesqueira exercida sobre os estoques estuarinos e costeiros continuam ocorrendo de maneira intensa, o que pode estar comprometendo ou anulando essa eventual renovação da população. Além disso, Musiello-Fernandes *et al.* (2017) relatam em seus estudos

que muitos pescadores de camarão no Espírito Santo não aderem a legislação e continuam pescando durante o período de proibição da pesca, motivados principalmente pela falta de fiscalização e pelo baixo valor pago no seguro defeso – que acaba sendo inferior a renda mensal obtida com a pesca. Além disso, a pesca de camarão no Estado é liberada (em março), justamente no período que ocorre o pico reprodutivo da espécie, o que pode estar comprometendo a reprodução e conseqüentemente, afetando a renovação da população de camarão-rosa no Estado.

São vários os fatores que demonstram a ineficiência e a fragilidade da legislação atual, principalmente se somarmos a falta de informações disponíveis sobre a real situação dos estoques de camarão na costa brasileira. Portanto, sugerimos que sejam realizados novos estudos, de preferência a longo prazo, a respeito da dinâmica reprodutiva e populacional dos camarões-rosa (*P. brasiliensis* e *P. paulensis*) e das demais espécies de interesse comercial (*P. schmitti* e *X. kroyeri*), com intuito de levantar informações sólidas para possível adequação do período de defeso no Espírito Santo. Esperamos que os resultados obtidos a respeito dos aspectos reprodutivos do camarão-rosa *P. brasiliensis* no sul do Espírito Santo, sirvam de base para o desenvolvimento de uma gestão pesqueira mais eficiente e adequada, que garantem uma exploração mais sustentável desse recurso.

REFERÊNCIAS

- Abraham, J. & Manisseri, M.K. 2012. Histological and morphological changes associated with ovarian development of speckled shrimp *Matapenaeus monoceros* (Fabricius, 1798). *Indian Journal of Fisheries*, **59**: [<http://eprints.cmfri.org.in/id/eprint/8933>].
- Albertoni, E.F., Palma-Silva, C. & Esteves F.A. 2003. Crescimento e fator de condição na fase juvenil de *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille) e *F. paulensis* (Pérez-Farfante) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) em uma lagoa costeira tropical do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, **20**: 409–418.
- Andrade-Tubino, M.F. & Ostrovski, M.C. 2001. Relação Peso/Comprimento das Espécies de Camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* e *Farfantepenaeus paulensis*, no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar*, **34**: 137 – 141.
- Bauer, R.T. 2010. Chemical Communication in Decapod Shrimps: The Influence of Mating and Social Systems on the Relative Importance of Olfactory and Contact Pheromones. In: *Chemical Communication in Crustaceans* (T. Breithaupt & M. Thiel, ed.), pp 277-296. Springer, New York.
- Bell, T.A. & Lightner, D.V. 1988. *A Handbook of Normal Penaeid Shrimp Histology*. Baton Rouge, Louisiana.
- Bolognini, L., Donato, F., Lucchetti, A., Olivotto, I., Truzzi, C., Randazzo, B., Antonucci, M., Illuminati, S. & Grati, F. 2017. A multidisciplinary approach to study the reproductive biology of wild prawns. *Scientific Reports*, **7**: [<https://doi.org/10.1038/s41598-017-16894-1>].
- Boos, H., Costa, R.C., Santos, R.A., Neto, J.D., Rodrigues, E.S., Rodrigues, L.F., D’Incao, F. & Ivo, C.T.C. 2016. Avaliação dos Camarões Peneídeos (Decapoda: Penaeidae). In: *Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014* (M. Pinheiro & H. Boos, org.), pp. 300-3017. Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

- Boschi, E.E. 1963. Los camarones comerciales de la familia Penaeidae de la costa Atlántica de America del Sur. *Boletín del Instituto de Biología Marina*, **3**:1–40.
- Boschi, E.E. 1969. Estudio biológico pesquero del camarón *Artemesia longinaris* Bate de Mar del Plata. *Boletín do Instituto de Biologia Marina*, **18**: 1–47.
- Botelho, E.R.R.O, Santos, M.C.F & Souza, J.R.B. 2001. Aspectos populacionais do Guaíamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825, do estuário do Rio Una (Pernambuco – Brasil). *Boletim Técnico Científico CEPENE*, **9**: 123–146.
- Branco, J.O. & Verani, J.R. 1998. Aspectos Bioecológicos do Camarão-rosa *Penaeus brasillensis* Latreille (Natantia, Penaeioae) da Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, **15**: 345 – 351.
- Brasil. 2014. *Instrução Normativa N° 03, de setembro de 2014*. Fixa normas para a utilização do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBio, na forma das diretrizes e condições previstas nesta Instrução Normativa, e regulamenta a disponibilização, o acesso e o uso de dados e informações recebidos pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade por meio do SISBio.
https://www.icmbio.gov.br/flonatapajos/images/stories/INSTRU%C3%87%C3%83O_NORMATIVA_ICMBio_N%C2%BA_3_DE_2014__com_retifica%C3%A7%C3%A3o_do_DOU18062015.pdf (acesso em 03 ago. 2020).
- Brasil. 2018. *Portaria Interministerial n° 47, de 11 de setembro de 2018*. Estabelece medidas de ordenamento relacionadas à atividade pesqueira de camarões no estado do Espírito Santo. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/40549228/do1-2018-09-12-portaria-interministerial-n-47-de-11-de-setembro-de-2018-40549066 (acesso em 03 ago. 2020).

- Brito, R., Chimal, M.E. & Rosas, C. 2000. Effect of salinity in survival, growth, and osmotic capacity of early juveniles of *Farfantepenaeus brasiliensis* (Decapoda, Penaeidae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **244**: 253–263.
- Burkenroad, M.D. 1936. A new species of *Penaeus* from the American Atlantic. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 8: 315-318.
- Capparelli, M.V., Kasten, P., Castilho, A.L. & Costa, R.C. 2011. Ecological distribution of the shrimp *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Decapoda, Penaeoidea) in Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil. *Invertebrate Reproduction & Development*, **56**: 173-179.
- Cardoso, L.G, Haimovici, M., Abdallah, P.R., Secchi, E.R. & Kinas, P.G. 2021. Prevent bottom trawling in southern Brazil. *Science*, **372**:
[<https://doi.org/10.1126/science.abh0279>].
- Carvalho, C., Keunecke, K.A. & Lavrado H.P. 2019. Morphometric variation in pink shrimp populations at Rio de Janeiro coast (SE Brazil): are they really similar in closer areas? *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, **91**: [<http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201920180252>].
- Castilho, A.L, Grabowski, R.C., Simões, S.M., Santos, A.P.F., Costa, R.C. & Fransozo, A. 2015. Lifespan and population dynamics of the endemic South American shrimp *Artemesia longinaris* (Crustacea: Penaeidae) in southeastern Brazil. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, **87**: [<https://doi.org/10.1590/0001-3765201520140698>].
- Clark, J.R.A.L., Lynn, J.W., Yudin, A.I. & Persyn, H.O. 1980. Morphology of the cortical reaction in the eggs of *Penaeus aztecus*. *The Biological Bulletin*, 158:
[<https://doi.org/10.2307/1540929>].

- Coelho, P.A. & Santos, M.C.F. 1995. Época da reprodução dos camarões *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936 e *Penaeus subtilis* Pérez-Farfante, 1967 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae), na região da foz do Rio São Francisco. *Boletim Técnico Científico CEPENE*, **3**: 122–140.
- Corrêa, A.B. & Martinelli, J.M. 2009. Composição da População do Camarão-Rosa *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1936) no Estuário do Rio Curuçá, Pará, Brasil. *Revista Científica da UFPA*, **7**: 1-18.
- Costa, R.C., Fransozo, A., Melo, G.A.S & Morais, F.A. 2003. Chave ilustrada para identificação dos camarões (Dendrobranchiata) do Litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, **3**: [<https://doi.org/10.1590/S1676-06032003000100011>].
- Costa, R.C., Lopes, M., Castilho, A.L., Fransozo, A. & Simões, S.M. 2008. Abundance and distribution of juvenile pink shrimps *Farfantepenaeus* spp. in a mangrove estuary and adjacent bay on the northern shore of São Paulo State, southeastern Brazil. *Invertebrate Reproduction and Development*, **52**: 59-68.
- Costa, R.C., Bochini, L.G., Simões, S.M., Lopes, M., Sancinetti, G.S., Castilho, A.L. & Fransozo, A. 2016. Distribution pattern of juveniles of the pink shrimps *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) and *F. paulensis* (PérezFarfante, 1967) on the southeastern Brazilian coast. *Nauplius*, **24**: [<https://doi.org/10.1590/2358-2936e2016024>].
- 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 and Development*, **63**: [<https://doi.org/10.1080/07924259.2019.1575923>].

- D’Incao, F., Valentini, H. & Rodrigues, L.F. 2002. Avaliação da pesca de camarões nas regiões sudeste e sul do Brasil 1965-1999. *Atlântica*, **24**: 103-116.
- Dall, W., Hill, B.J., Rothlisberg, P.C. & Staples, D.J. 1990. *The biology of the Penaeidae: Advances in Marine Biology*. Leiden, The Netherlands.
- Dias-Neto, J. (org.). 2011. *Proposta de Plano Nacional de Gestão para o uso sustentável de Camarões marinhos do Brasil*. Brasília, Distrito Federal, Brasil.
- Freitas-Jr, F., Fracasso, H.A.A., Branco, J.O. & Cristoffersen, M.L. 2011. Ten-year variations in population structure of pink-shrimp in a southwestern Atlantic bay affected by highway construction. *Brazilian Journal of Oceanography*, **59**: 377-390.
- Fonteles-Filho, A.A. 2011. *Oceanografia, Biologia e Dinâmica Populacional de Recursos Pesqueiros*. Fortaleza, Ceará, Brasil.
- Forskål, P. 1775. Descriptiones Animalium, Avium, Amphibiorum, Piscium, Insectorum, Vermium; quae in Itinere Orientali Observavit Petrus Forskål. Post Mortem Auctoris editit Carsten Niebuhr. *Adjuncta est materia Medica Kahirina. Mölleri, Hafniae*, 19: 164.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2020. *The State of World Fisheries and Aquaculture: Sustainability in action*. Rome, Italy.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2022. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue transformation*. Rome, Italy.
- França, N.F.C., Moraes, A.B., Carvalho-Batista, A., Melo, M.C.R.B., López-Greco, L., Mantelatto, F.L. & Freire, F.A.M. 2019. *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) and *F. brasiliensis* (Latreille, 1817) (Decapoda, Penaeidae): Ontogenetic comparison using the combined analysis of secondary sexual characters and molecular markers. *Fisheries Research*, **216**:
[<https://doi.org/10.1016/j.fishres.2019.03.024>].

- França, N.F.C., Moraes, A.B., Carvalho-Batista, A., Melo, M.C.R.B., Zara, F.J., Mantelatto, F.L. & Freire, F.A.M. 2021. An integrative approach using DNA barcode and scanning electron microscopy for the effective identification of sympatric species of the genus *Farfantepenaeus* Burukovsky, 1997. *Regional Studies in Marine Science*, **43**: [<https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.101670>].
- Froese, R. & Binohlan, C. 2000. Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *Journal of Fish Biology*, **56**: [<https://doi.org/10.1006/jfbi.1999.1194>].
- Gab-Alla, A.A.F.A., Hartnoll, R.G., Ghobashy, A.F. & Mohammed, S.Z. 1990. Biology of penaeid prawns in the Suez Canal lakes. *Marine Biology*, **107**: 417–426.
- Garcia, R.C.P., Craveiro, C.F.F., Bernabé, C.V., Silva, M.A., Aride, P.H.R., Oliveira, A.T., Gonçalves, F.R.S.C., Santander-Neto, J., Lavander, H.D. & Faggio, C. 2021. Gonadal Development of Females of the White Shrimp *Penaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) Caught in Southeastern Brazil. *Journal of Marine Sciences and Engineering*, **9**: [<https://doi.org/10.3390/jmse9060653>].
- Gomes, A.P.P., Keunecke, K.A., Silva-Jr, D.R. & Vianna, M. 2013. Modulating reproduction of Penaeidae shrimps: ecological responses of two sympatric species (Decapoda: Dendrobranchiata) on south-eastern Brazilian coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **93**: [<https://doi.org/10.1017/S0025315412000835>].
- Gusmão, J., Lazoski, C. & Solé-Cava, A.M. 2005. Population genetic structure of Brazilian shrimp species (*Farfantepenaeus* sp., *F. brasiliensis*, *F. paulensis* and *Litopenaeus schmitti*: Decapoda: Penaeidae). *Genetics and Molecular Biology*, **28**: 165-171.

- Heckler, G.S., Lopes, M., Simões, S.M., Shimizu, R.M., & Costa, R.C. 2013. Annual, seasonal and spatial abundance of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Decapoda, Penaeidae) off the Southeastern coast of Brazil. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, **86**: [<https://doi.org/10.1590/0001-3765201420130230>].
- Heller, C. 1862. Beiträge zur näheren Kenntnis der Macrouren. Sitzungsberichte der mathematisch naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. 389-426, pls 1-2. page(s): 425; Plate 2, fig. 51.
- Hiddink, J.G., Jennings, S., Sciberras, M., Szostek, C.L., Hughes, K.M., Eliis, N., Rijnsdorp, A.D., McConnaughey, R.A., Mazor, T., Hilborn, R., Collie, J.S., Pitcher, C.R., Amoroso, R.O., Parma, A.M., Suuronen, P. & Kaiser, M.J. 2017. Global analysis of depletion and recovery of seabed biota after bottom trawling disturbance. *PNAS - Proceedings of the National Academy of Sciences*, **114**: [<https://doi.org/10.1073/pnas.1618858114>].
- Hines, A.H. 1989. Geographic variation in size at maturity in brachyurans crabs. *Bulletin of Marine Science*, **45**: 356–368.
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). 2018. *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume VII – Invertebrados*. Brasília, Distrito Federal, Brasil.
- Junqueira, L.C. & Junqueira, L.M.M.S. 1983. *Técnicas Básicas de Citologia e Histologia*. Santos, São Paulo, Brasil.
- Kevrekidis, K. & Thessalou-Legaki, M. 2013. Reproductive biology of the prawn *Melicertus kerathurus* (Decapoda: Penaeidae) in Thermaikos Gulf (N. Aegean Sea). *Helgoland Marine Research*, **67**: [<https://doi.org/10.1007/s10152-012-0301-8>].
- King, M. 1995. *Fisheries biology, Assessment and Management*. London, United Kingdom.

- Knox, W. & Trigueiro, A. 2015. A pesca artesanal no litoral do ES. In: *Saberes, narrativas e conflitos na pesca artesanal* (W. Knox & A. Trigueiro, orgs.), pp. 17-49. Vitória, Espírito Santo.
- Leite-Jr, N.O. & Petrere-Jr, M. 2006a. Stock assessment and fishery management of the pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* Latreille, 1970 and *F. paulensis* Pérez-Farfante, 1967 in Southeastern Brazil (23° to 28° S). *Brazilian Journal of Biology*, **66**: 263-277.
- Leite-Jr, N.O. & Petrere-Jr, M. 2006b. Growth and mortalities of the Pink-shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* Latreille, 1970 and *F. paulensis* Pérez-Farfante, 1967 in Southeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, **66**: 523-536.
- Latreille, P.A. 1817. Pénée. Penaeus. *Nouveau Dictionnaire d'Histoire Naturelle*, **25**: 152-156.
- Liñán-Cabello, M.A., Paniagua-Michel, J. & Hopkins, P.M. 2002. Bioactive roles of carotenoids and retinoids in crustaceans. *Aquaculture Nutrition*, **8**:
[<https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.2002.00221.x>].
- Lopes, D.F., Frédou, F.L., Silva, E., Calazans, N. & Peixoto, S. 2017. Reproductive cycle of seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea, Penaeidea) from the northeast coast of Brazil. *Invertebrate Reproduction & Development*, **61**:
[<https://doi.org/10.1080/07924259.2017.1311951>].
- Lüchmann, K.H., Freire, A.S., Ferreira, N.C., Daura-Jorge, F.G. & Marques, M.R.F. 2008. Spatial and temporal variations in abundance and biomass of penaeid shrimps in the subtropical Conceição Lagoon, southern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **88**:
[<https://doi.org/10.1017/S0025315408000556>].
- Medeiros, R.P., Guanais, J.H.D.G., Santos, L.O., Spach, H.L., Silva, C.N.S., Foppa, C.C., Cattani, A.P. & Rainho, A.P. 2013. Estratégias para a redução da fauna acompanhante

- na frota artesanal de arrasto do camarão sete-barbas: perspectivas para a gestão pesqueira. *Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo*, **39**: 339-358.
- Medina, A., Vila, Y., Mourente, G. & Rodríguez, A. 1996. A comparative study of the ovarian development in wild and pond-reared shrimp, *Penaeus kerathurus* (Forsk., 1775). *Aquaculture*, **148**: 63-75.
- Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA). 2012. *Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura*. Ministério da Pesca e Aquicultura. Brasília, Brasil.
- Musiello-Fernandes, J., Zappes, C. A. & Hostim-Silva, M. 2017. Small-scale shrimp fisheries on the Brazilian coast: Stakeholders perceptions of the closed season and integrated management. *Ocean & Coastal Management*, **148**: [https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.07.018].
- Nunes, E.T., Braga, A.A. & Camargo-Mathias, M.I. 2014. Histochemical study of the hepatopancreas in adult females of the pink-shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* Latreille, 1817. *Acta Histochemica*, **116**: [https://doi.org/10.1016/j.acthis.2013.07.011].
- Peixoto, S., Calazans, N., Silva, E.F., Nole, L., Soares, R., Frédou, F.L. 2018. Reproductive cycle and size at first sexual maturity of the white shrimp *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) in northeastern Brazil. *Latin American Journal Aquatic Research*, **46**: [https://doi.org/10.3856/vol46-issue1-fulltext-1].
- Peixoto, S., Cavalli, R.O., D’Incao, F., Milach, A.M. & Wasielesky, W. 2003. Ovarian maturation of wild *Farfantepenaeus paulensis* in relation to histological and visual changes. *Aquaculture Research*, **34**: [https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2003.00933.x].

- Perez, J.A.A., Pezzuto, P.R., Rodrigues, L.F., Valentini, H. & Vooren, C.M. 2001. Relatório da reunião técnica de ordenamento da pesca de arrasto nas regiões sudeste e sul do Brasil. *Notas Técnicas FACIMAR*, **5**: 1-34.
- Pérez Farfante, I. 1967. A new species and two new subspecies of shrimp of the genus *Penaeus* from the Western Atlantic. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, **80**: 83-100.
- Pérez-Farfante, I. & Kensley, B. 1997. *Penaeoid and segestoid shrimps and prawns of the world: keys and diagnoses for the families and genera*. Éditions du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France.
- Pérez-Roda, M.A., Gilman, E., Huntington, T., Kennelly, S.J., Suuronen, P., Chaloupka, M., Medley, P.A.H. 2019. *A third assessment of global marine fisheries discards*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 633. Rome, Italy.
- Perroca, J.F., Miasaki, L.F., Fransozo, A., Freire, F.A.M., Costa, R.C. 2022a. Growth, longevity and mortality of pink shrimps *Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis* in southeastern Brazil. *Marine and Fishery Sciences*, **35**: [<https://doi.org/10.47193/mafis.3522022010503>].
- Perroca, J.F., Rodrigues-Filho, J.L., Fransozo, A. & Costa, R.C. 2022b. Variations in pink-shrimps *Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis* juvenile abundance: clarifying ecological patterns and providing subsidies to management in shallow marine ecosystems. *Fisheries Research*, **256**: [<https://doi.org/10.1016/j.fishres.2022.106482>].
- Quintero, M.E.S. & Gracia, A. 1998. Stages of gonadal development in the spotted pink shrimp *Penaeus brasiliensis*. *Journal of Crustacean Biology*, **18**: [<https://doi.org/10.1163/193724098X00548>].
- Quintero, M.E.S. & Gracia, A. 2002. Reproduction of the spotted pink shrimp *Penaeus brasiliensis* (Decapoda: Penaeidae). *Journal of Shellfish Research*, **21**: 835-841.

- R Core Team. 2021. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [<https://www.R-project.org/>].
- Racek, A.A. & Dall, W. 1965. Littoral Penaeinae (Crustacea Decapoda) from northern Australia, New Guinea and adjacent waters. *Verhandelingen der Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Afdeling Natuurkunde*, **65**: 1-116.
- Rosa, L.C., Reis-Júnior, J., Freire, K.M.F. & Barreto, T.M.R.R. 2021. Biometric relationships and sex ratio for red-spotted shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) (Decapoda, Penaeidae) from the coast of Sergipe, northeastern Brazil. *Nauplius*, **29**: [<https://doi.org/10.1590/2358-2936e2021002>].
- Salvati, D.S., Perroca, J.F., Simões, S.M., Castilho, A.L. & Costa, R.C. 2021. Variation in size distribution of juvenile pink shrimps *Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis* in the estuarine-adjacent ocean area of Cananéia, south-eastern coast of Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **101**: [<https://doi.org/10.1017/S0025315420001393>].
- Santos, M.C.F., Santos C.F., Branco, J.O & Barbieri E. 2016. Caracterização da pesca e dos pescadores artesanais de camarões penaeidae em salina no município de Macau - Rio Grande do Norte. *Boletim do Instituto de Pesca*, **42**: [<http://dx.doi.org/10.20950/1678-2305.2016v42n2p465>].
- Silva, E.F., Calazans, N., Nolé, L., Castelo-Branco, T., Soares, R., Guerra, M.M.P., Frédou, F.L. & Peixoto, S. 2016. Reproductive dynamics of the southern pink shrimp *Farfantepenaeus subtilis* in northeastern Brazil. *Aquatic Biology*, **25**: [<https://doi.org/10.3354/ab00653>].
- Simões, S.M., Heckler G.S. & Costa, R.C. 2017. Reproductive period and recruitment of penaeoidea shrimp on the southeastern brazilian coast: implications for the closed season. *Crustaceana*, **90**: [<http://dx.doi.org/10.1163/15685403-00003664>].

- Simpson, A.W. & Watling, L. 2006. An investigation of the cumulative impacts of shrimp trawling on mud-bottom fishing grounds in the Gulf of Maine: effects on habitat and macrofaunal community structure. *Journal of Marine Science*, **63**:
[<https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2006.07.008>].
- Sousa, 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.
- Sousa, A.N., Almeida, A.C., Hiroki, K.A., Bernardo, C.H., Bernardes, V.P., Fransozo, A. 2020. Responses of pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) (Penaeoidea) to physico-chemical parameters in a marine protected area: changes in abundance and distribution after 20 years. *Journal of Natural History*, **54**:
[<https://doi.org/10.1080/00222933.2020.1765036>].
- Souza, T.L., Braga, A.A., Lópes-Greco, L. & Nunes, E.T. 2017. Dynamic of oogenesis in ghost shrimp *Callichirus major* (Crustacea: Axiidea): a morpho functional and histochemical study. *Acta Histochemica*, **119**:
[<https://doi.org/10.1016/j.acthis.2017.09.001>].
- Sparre, P. & Venema, S.C. 1998. *Introduction to tropical fish stock assessment*. FAO Fisheries Technical Paper N°306/1. Rome, Italy.
- Spece Bate, C. 1888. Report on the Crustacea Macrura collected by the Challenger during the years 1873-76. Report on the Scientific Results of the Voyage of H.M.S. Challenger During the Years 1873–76. *Zoology*, **24**: 1-150.
- Tavares, M. 2002. Shrimps. In: *The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic* (K.E. Carpenter, ed.), pp. 251-262. Roma, Italy.

- Teodoro, S.S.A., Terossi, M., Mantelatto, F.L. & Costa, R.C. 2016. Discordance in the identification of juvenile pink shrimp (*Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis*: Family Penaeidae): An integrative approach using morphology, morphometry and barcoding. *Fisheries Research*, **183**: [<https://doi.org/10.1016/j.fishres.2016.06.009>].
- Torrejon-Magallanes, J. 2020. *sizeMat: Estimate Size at Sexual Maturity*. R package version 1.1.2. [<https://CRAN.R-project.org/package=sizeMat>].
- Valentini, H., D’Incao, F., Rodrigues, L.F. & Dumont, L.F. 2012. Evolução da pescaria industrial de camarão-rosa (*Farfantepenaeus brasiliensis* e *F. paulensis*) na costa sudeste e sul do Brasil – 1968-1989. *Atlântica*, **34**: [<http://dx.doi.org/10.5088/atl.2012.34.2.157>].
- Vasques, R.O. & Couto, E.C.G. 2011. Percepção dos Pescadores quanto ao estabelecimento do Período de Defeso da Pesca de Arrasto para a Região de Ilhéus (Bahia, Brasil). *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, **11**: 479-485.
- Vazzoler, A.E.A.M. 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. EDUEM, Maringá, Paraná.
- Wenner, A.M. 1972. Sex ratio as a function of size in marine Crustacea. *The American Naturalist*, **106**: 321-350.
- Young, C.L., Suthers, I.M., Johnson, D.D., Gray, C.A. & Ochwada-Doyle, F.A. 2018. Don’t blame it on the moonlight: abiotic drivers of reproductive development in an estuarine-dependent prawn. *Estuaries Coasts*, **41**: [<http://dx.doi.org/10.1007/s12237-017-0284-4>].
- Zar, J.H. 2010. *Biostatistical analysis*. 5^a ed. Upper Saddle River, New Jersey, United States of America.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados neste estudo contribuem para uma melhor compreensão da dinâmica reprodutiva do camarão-rosa *Penaeus brasiliensis* no litoral sul do Espírito Santo, sudeste do Brasil. Principalmente, por levantar dados biológicos básicos e exclusivos da espécie, que são considerados essenciais no ordenamento pesqueiro e atualmente escassos na literatura. As fêmeas do camarão-rosa apresentaram tamanho (CT e CC) e peso significativamente maiores que os machos, o que é comum em camarões da família Penaeidae, o tamanho superior do corpo das fêmeas está diretamente relacionado com a necessidade de ter espaço suficiente para o desenvolvimento dos ovários. Já os machos, gastam suas energias para se desenvolverem mais rápido sexualmente, o que pode explicar a baixa porcentagem (4,4%) de machos imaturos em nosso estudo, mesmo amostrando em regiões próximas ao estuário.

As análises macro e microscópica dos ovários permitiram classificar o desenvolvimento ovariano do camarão-rosa *P. brasiliensis* em cinco estágios: (I) imaturo, (II) maturação inicial, (III) maturação avançada, (IV) maturo e (V) desovado. A classificação dos estágios maturacionais para a espécie *P. brasiliensis* foi realizada pela primeira vez na costa do Brasil, sendo realizada anteriormente apenas por Quintero & Gracia (1998) no Mar do Caribe (México) entre 1993 e 1994. Além disso, a mesma espécie pode apresentar aspectos maturacionais distintos quando expostos a diferentes condições ambientais, reforçando a necessidade de estudos locais e a longo prazo.

O período reprodutivo do camarão-rosa no Espírito Santo ocorre entre os meses de fevereiro a maio, com um pico mais intenso entre os meses de março e abril. O padrão observado ao longo do ano indica que a periodicidade reprodutiva dessa espécie ocorre sazonalmente e a desova é completa a cada ciclo (ou seja, desova total). A maior frequência de fêmeas maduras ocorrem nos meses de março e abril e comprimento de primeira maturação das fêmeas (L_{50}) foi estimado em 132 mm de CT e 29,5 mm de CC. Além disso, a distribuição,

abundância e atividade reprodutiva sofrem influência da temperatura, pluviosidade e salinidade na área em estudo. A temperatura da água variou de 21,9 a 25,8 °C ao longo do período amostral, sendo que as temperaturas mais elevadas coincidem com pico reprodutivo da espécie. Já a pluviosidade ocorreu com maior intensidade nos meses de novembro a janeiro, período relacionado ao recrutamento sexual sendo que nos meses subsequentes, março e abril, irão se reproduzir.

O ciclo de vida do camarão-rosa *P. brasiliensis* ocorre em dois ecossistemas distintos. As larvas derivam pelas correntes oceânicas até chegarem ao estuário ou baía costeira, onde permanecem até a fase juvenil, na qual migram em direção ao mar aberto para se desenvolverem sexualmente e reproduzirem, completando seu ciclo. Os juvenis não foram encontrados nas regiões estuarinas onde a salinidade estava muito baixa, mas eram abundantes em regiões rasas próximas a costa onde a salinidade estava mais alta. O aumento das chuvas e conseqüentemente, a redução da salinidade, parece ter sido um gatilho na migração dos juvenis de *P. brasiliensis* para o mar aberto. Esse deslocamento pode estar relacionado com a busca por um ambiente com variáveis mais estáveis com intuito de reduzir os gastos energéticos e acumular energia suficiente para a reprodução.

O tamanho de primeira maturidade sexual disponível na literatura (CT₅₀: 148 a 150 mm; CC₅₀: 37,9 mm) e o estimado no presente estudo (CT₅₀: 132 mm; CC₅₀: 29,5 mm), indicam que a população amostrada no sul do Espírito Santo está se reproduzindo precocemente em relação a outros estudos. Essa variação pode estar relacionada à pressão pesqueira exercida sobre os estoques de camarões, que são intensamente capturados tanto no seu estrato juvenil (pesca artesanal), em estuários e zonas costeiras, como no seu estrato adulto em mar aberto (pesca artesanal e industrial). O elevado esforço sobre esses dois estratos populacionais acaba prejudicando o recrutamento e a reprodução da espécie, tendo como consequência a redução dos estoques naturais e diminuição do tamanho de primeira maturação.

Nos últimos anos a produção de camarão sofreu grandes flutuações, apresentando momentos de declínios seguidos por recuperações. Essas recuperações, embora sejam consideradas importantes, não significam uma recuperação consolidada dos estoques, sobretudo, indicam que as medidas de manejo adotadas para esse tipo de pescaria não estão sendo suficientes para garantir sua recuperação. O período de defeso no Estado é restrito aos meses de dezembro a fevereiro, que de acordo com nosso estudo coincide parcialmente com período de migração da espécie *P. brasiliensis* que ocorre de novembro a janeiro. No entanto, a pressão pesqueira exercida sobre os ambientes costeiros e marinhos (ou seja, sobre os estoques juvenis e adultos) pode estar comprometendo ou até mesmo anulando essa eventual renovação da população. Além disso, outros fatores também acabam contribuindo com essa redução, como por exemplo: falta de fiscalização, pesca ilegal durante o período de defeso, dados de produção e estatística pesqueira defasada, degradação dos estuários e zonas costeiras (áreas de reprodução e criação de muitas espécies), arte de pesca pouco seletiva (rede de arrasto), escassez de dados básicos sobre espécies, entre outros.

São vários os fatores que demonstram a ineficiência e a fragilidade da gestão pesqueira, portanto, é imprescindível que sejam feitos estudos e monitoramentos rotineiros para que se possa avaliar o real impacto da atividade pesqueira sobre cada espécie. Sugerimos que seja avaliado a implementação de medidas complementares ao atual período de defeso, como por exemplo: a proibição dos arrastos em águas rasas costeiras, áreas consideradas fundamentais para a reprodução, alimentação e crescimento de muitas espécies. Nesse sentido, esperamos que os resultados obtidos a respeito da dinâmica reprodutiva do camarão-rosa *P. brasiliensis* no Espírito Santo, sirvam de base para o desenvolvimento de medidas de gestão mais eficientes e adequadas a esse recurso tão importante para região.

REFERÊNCIAS

- Bauer, R.T. 2010. Chemical Communication in Decapod Shrimps: The Influence of Mating and Social Systems on the Relative Importance of Olfactory and Contact Pheromones. In: *Chemical Communication in Crustaceans* (T. Breithaupt & M. Thiel, ed.), pp 277-296. Springer, New York.
- Bolognini, L., Donato, F., Lucchetti, A., Olivotto, I., Truzzi, C., Randazzo, B., Antonucci, M., Illuminati, S. & Grati, F. 2017. A multidisciplinary approach to study the reproductive biology of wild prawns. *Scientific Reports*, **7**: [https://doi.org/10.1038/s41598-017-16894-1].
- Boos, H., Costa, R.C., Santos, R.A., Neto, J.D., Rodrigues, E.S., Rodrigues, L.F., D’Incao, F. & Ivo, C.T.C. 2016. Avaliação dos Camarões Peneídeos (Decapoda: Penaeidae). In: *Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014* (M. Pinheiro & H. Boos, org.), pp. 300-3017. Porto Alegre, Rio Grande do Sul.
- Boschi, E.E. 1969. Estudio biológico pesquero del camarón *Artemesia longinaris* Bate de Mar del Plata. *Boletín do Instituto de Biología Marina*, **18**: 1–47.
- Brasil. 2018. *Portaria Interministerial nº 47, de 11 de setembro de 2018*. Estabelece medidas de ordenamento relacionadas à atividade pesqueira de camarões no estado do Espírito Santo. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/40549228/do1-2018-09-12-portaria-interministerial-n-47-de-11-de-setembro-de-2018-40549066 (acesso em 03 ago. 2020).
- Cardoso, L.G, Haimovici, M., Abdallah, P.R., Secchi, E.R. & Kinas, P.G. 2021. Prevent bottom trawling in southern Brazil. *Science*, **372**: [https://doi.org/10.1126/science.abh0279].

- D’Incao, F., Valentini, H. & Rodrigues, L.F. 2002. Avaliação da pesca de camarões nas regiões sudeste e sul do Brasil 1965-1999. *Atlântica*, **24**: 103-116.
- Dall, W., Hill, B.J., Rothlisberg, P.C. & Staples, D.J. 1990. *The biology of the Penaeidae: Advances in Marine Biology*. Leiden, The Netherlands.
- Dias-Neto, J. (org.). 2011. *Proposta de Plano Nacional de Gestão para o uso sustentável de Camarões marinhos do Brasil*. Brasília, Distrito Federal, Brasil.
- Fonteles-Filho, A.A. 2011. *Oceanografia, Biologia e Dinâmica Populacional de Recursos Pesqueiros*. Fortaleza, Ceará, Brasil.
- Gab-Alla, A.A.F.A., Hartnoll, R.G., Ghobashy, A.F. & Mohammed, S.Z. 1990. Biology of penaeid prawns in the Suez Canal lakes. *Marine Biology*, **107**: 417–426.
- Garcia, R.C.P., Craveiro, C.F.F., Bernabé, C.V., Silva, M.A., Aride, P.H.R., Oliveira, A.T., Gonçalves, F.R.S.C., Santander-Neto, J., Lavander, H.D. & Faggio, C. 2021. Gonadal Development of Females of the White Shrimp *Penaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) Caught in Southeastern Brazil. *Journal of Marine Sciences and Engineering*, **9**: [https://doi.org/10.3390/jmse9060653].
- Hines, A.H. 1989. Geographic variation in size at maturity in brachyurans crabs. *Bulletin of Marine Science*, **45**: 356–368.
- Musiello-Fernandes, J., Zappes, C. A. & Hostim-Silva, M. 2017. Small-scale shrimp fisheries on the Brazilian coast: Stakeholders perceptions of the closed season and integrated management. *Ocean & Coastal Management*, **148**: [https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.07.018].
- Peixoto, S., Cavalli, R.O., D’Incao, F., Milach, A.M. & Wasielesky, W. 2003. Ovarian maturation of wild *Farfantepenaeus paulensis* in relation to histological and visual changes. *Aquaculture Research*, **34**: [https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2003.00933.x].

- Quintero, M.E.S. & Gracia, A. 1998. Stages of gonadal development in the spotted pink shrimp *Penaeus brasiliensis*. *Journal of Crustacean Biology*, **18**:
[<https://doi.org/10.1163/193724098X00548>].
- Quintero, M.E.S. & Gracia, A. 2002. Reproduction of the spotted pink shrimp *Penaeus brasiliensis* (Decapoda: Penaeidae). *Journal of Shellfish Research*, **21**: 835-841.
- Simpson, A.W. & Watling, L. 2006. An investigation of the cumulative impacts of shrimp trawling on mud-bottom fishing grounds in the Gulf of Maine: effects on habitat and macrofaunal community structure. *Journal of Marine Science*, **63**:
[<https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2006.07.008>].
- Sparre, P. & Venema, S.C. 1998. *Introduction to tropical fish stock assessment*. FAO Fisheries Technical Paper N°306/1. Rome, Italy.