

RESSALVA

Atendendo a solicitação do(a) autor(a), Ana Paula Freitas dos Santos, o texto completo deste documento será disponibilizado somente a partir de 07/02/2028.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
Faculdade de Ciências de Bauru - Campus de Bauru

ANA PAULA FREITAS DOS SANTOS

VARIAÇÃO ANUAL NA DINÂMICA POPULACIONAL DO CAMARÃO SANTANA
***Pleoticus muelleri* (SPENCE BATE, 1888) EM UMA ÁREA SOB A INFLUÊNCIA**
DA RESSURGÊNCIA

Bauru

2026

ANA PAULA FREITAS DOS SANTOS

**VARIAÇÃO ANUAL NA DINÂMICA POPULACIONAL DO CAMARÃO SANTANA
Pleoticus muelleri (SPENCE BATE, 1888) EM UMA ÁREA SOB A INFLUÊNCIA
DA RESSURGÊNCIA**

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, Bauru, para obtenção do título de doutora em Biociências (Área de Conhecimento: Caracterização e Aplicação da Diversidade Biológica).

Orientador(a): Prof. Dr. Rogerio Caetano da Costa

Bauru

2026

S237v

Santos, Ana Paula Freitas dos

VARIAÇÃO ANUAL NA DINÂMICA POPULACIONAL DO
CAMARÃO SANTANA *Pleoticus muelleri* (SPENCE BATE, 1888) EM
UMA ÁREA SOB A INFLUÊNCIA DA RESSURGÊNCIA / Ana Paula
Freitas dos Santos. -- Bauru, 2026
98 p.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências, Bauru

Orientador: Rogerio Caetano da Costa

1. crescimento. 2. mortalidade. 3. maturidade sexual. 4. reprodução.

I. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE ANA PAULA FREITAS DOS SANTOS, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOCIÊNCIAS, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 06 de fevereiro de 2026, às 9h, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de TESE DE DOUTORADO de ANA PAULA FREITAS DOS SANTOS, intitulada "VARIÇÃO ANUAL NA DINÂMICA POPULACIONAL DO CAMARÃO SANTANA *Pleoticus muelleri* (SPENCE BATE, 1888) EM UMA ÁREA SOB A INFLUÊNCIA DA RESSURGÊNCIA". A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Prof. Dr. ROGERIO CAETANO DA COSTA (Orientador(a) - Participação Presencial) do(a) Departamento de Ciências Biológicas / UNESP / Câmpus de Bauru - FC, Professor Doutor THIAGO MAIA DAVANSO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Ciências e da Saúde / UNIRP, Prof. Dr. RÉGIS AUGUSTO PESCEINELLI (Participação Presencial) do(a) USP, Prof. Dr. ALEXANDRE DE OLIVEIRA MARQUES (Participação Virtual) do(a) Núcleo de Ecologia Aquática e Pesca da Amazônia (NEAP) / UFPA, Prof. Dr. ABNER CARVALHO BATISTA (Participação Presencial) do(a) Instituto de Ciências da Saúde / Universidade Paulista, Após a exposição pela doutoranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final: Aprovada. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.



Prof. Dr. ROGERIO CAETANO DA COSTA

Dedico este trabalho à Deus, ao meu esposo Gabriel, minha mãe Taciana, meu pai Christiano, meu irmão Victor e minha vó Cida (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Dr. Rogerio Caetano da Costa, pelas oportunidades oferecidas desde minha iniciação científica até o doutorado, me orientando e transmitindo todo seu conhecimento. Agradeço principalmente pela oportunidade, ensinamentos e confiança dada a mim ao regresso à pesquisa científica, possibilitando fazer o doutorado.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP referente aos processos (# 2009/54672-4, # 2010/50188-8), coordenado pelo Prof. Dr. Rogerio Caetano da Costa (Universidade Estadual Paulista - UNESP/Bauru) e com a colaboração do Prof. Dr. Alexandre de Azevedo (Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ) pelos auxílios concedidos que propiciaram as coletas de dados deste doutorado. Além deste, os projetos atuais financiados também pela FAPESP (BIOTA #2018/13685-5) auxiliando os projetos desenvolvidos no LABCAM e também auxiliaram indiretamente a realização desse projeto (PPBIO # 442421/2023-0).

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Biociências da Universidade Estadual Paulista (UNESP) de Assis/Bauru/Ilha Solteira por toda a ajuda.

Ao Departamento de Ciências Biológicas da Faculdade de Ciências (FC) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Bauru, pela estrutura fornecida para a realização deste estudo.

Ao Núcleo em Ecologia e Desenvolvimento Sócio-Ambiental de Macaé-NUPEM/UFRJ por ceder suas dependências para a realização das atividades laboratoriais e análise dos dados.

Ao Ministério do Meio Ambiente - IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) por conceder a licença para coletar o material nas áreas estudadas.

À equipe que realizou as difíceis viagens para as coletas dos dados do presente estudo: Abner, Daphine, Gustavo (Gari), Thiago (Chuck), Sarah e João.

À grande amiga e referência, Dra. Lizandra Fernandes Miazaki que me ensinou com toda a paciência e atenção a fazer os cálculos de mortalidade no presente estudo. Obrigada pela atenção, pelo cuidado e pelo seu tempo!

Ao Dr. Alexandre de Oliveira Marques e Dr. Rafael de Carvalho Santos, que mesmo muito atarefados, sempre estiveram dispostos a me ajudar com correções,

dicas e análises estatísticas deste trabalho. Obrigada pela atenção e dedicação com o meu estudo e por todos os ensinamentos!

Ao biólogo Gabriel pela ajuda com o mapa.

Ao biólogo Matheus Sene pela belíssima foto da espécie utilizada no presente trabalho.

Aos atuais e antigos membros do Laboratório de Biologia de Camarões Marinhos e de Água Doce (LABCAM): Amanda (Minduka), Ana Francisca (Kelps), Helo, Isadora, Julia, Nádia, Rolim, Daphine, Léo, Kawa (Maria Clara), Sene, Milena (Mi), David, Gabriel, Paulinho, Rafinha e Sara, pelos ensinamentos, conversas, cafés, por tirarem minhas dúvidas científicas, por serem muito parceiros e solícitos, pela grande ajuda na monitoria quando ministrei as aulas e por me acolherem de volta no laboratório.

Agradeço principalmente à Deus, ao meu esposo Gabriel Kenji, minha família e aos meus amigos por não medirem esforços em nenhum momento para sempre me ajudar e por serem a base e a força para que eu pudesse concretizar esse sonho que é o doutoramento.

*“What we know is a drop, what we don’t
know is an ocean.”* Isaac Newton

RESUMO

A variação anual na dinâmica populacional do camarão-santana, *Pleoticus muelleri* (Spence Bate, 1888) em uma área sob influência da ressurgência, Macaé, Rio de Janeiro foi investigada. Foram estimados o crescimento, longevidade ($T_{\text{máx}}$), maturidade sexual, razão sexual, mortalidade total (Z), natural (M) e pela pesca (F), taxa de exploração (E), bem como o período reprodutivo e o recrutamento juvenil em relação aos fatores ambientais. As amostragens foram realizadas mensalmente em dois períodos anuais: julho/2010 a junho/2011 (P1) e julho/2013 a junho/2014 (P2) com o auxílio de um barco camaroneiro, em três pontos com profundidades variando de 5 a 20 m. Os exemplares foram mensurados quanto ao comprimento da carapaça, identificados por sexo e classificados quanto ao estágio gonadal. Os fatores ambientais também foram monitorados. Em geral, os parâmetros populacionais diferiram entre os períodos. Em P1, os machos apresentaram CC_{∞} de 27,30 mm, $T_{\text{máx}}$ de 2,32 anos, maturidade sexual em 15,9 mm e Z de 20,40 ano⁻¹, enquanto as fêmeas exibiram CC_{∞} de 36,30 mm, $T_{\text{máx}}$ de 2,60 anos, maturidade sexual em 17,9 mm e Z de 9,84 ano⁻¹. Em P2, o padrão de dimorfismo sexual manteve-se: as fêmeas apresentaram maiores valores de CC_{∞} , maturidade e longevidade (35,60 mm; 15,9 mm; 2,45 anos) em comparação aos machos (27,60 mm; 11,4 mm; 2,14 anos). Para este período, estimou-se Z de 10,20 ano⁻¹ para fêmeas e 26,04 ano⁻¹ para machos. Observou-se incremento de F e Z entre os anos, com taxas de exploração (E) superiores a 0,50 para ambos os sexos, indicando condição de sobreexploração. O período reprodutivo mostrou-se contínuo, com picos em novembro, dezembro e janeiro, associado à diminuição da temperatura (~21 °C). O recrutamento juvenil também foi contínuo, variando entre os anos e sendo mais intenso no inverno e outono, respondendo principalmente à temperatura da água de fundo. De modo geral, os parâmetros populacionais de *P. muelleri* evidenciaram elevada variabilidade anual, indicando que os estoques se encontram sobreexplorados e que o atual período de defeso não é adequado para proteção da espécie nesta região. Assim, os resultados obtidos fornecem subsídios essenciais para ajustes no manejo do recurso, reforçando a urgência de regulamentações que controlem as atividades pesqueiras e previnam novos colapsos dos estoques naturais.

Palavras-chave: crescimento, maturidade sexual, mortalidade, reprodução.

ABSTRACT

The annual variation in the population dynamics of the Argentine red shrimp, *Pleoticus muelleri* (Spence Bate, 1888), in an upwelling-influenced area in Macaé, Rio de Janeiro, was investigated. Growth, longevity ($T_{\max}$), sexual maturity, sex ratio, total mortality (Z), natural mortality (M), fishing mortality (F), exploitation rate (E), as well as the reproductive period and juvenile recruitment in relation to environmental factors were estimated. Sampling was conducted monthly during two annual periods: July 2010 to June 2011 (P1) and July 2013 to June 2014 (P2), using a shrimp fishing vessel at three sampling sites with depths ranging from 5 to 20 m. Specimens were measured for carapace length, identified by sex, and classified according to gonadal stage. Environmental factors were also monitored. In general, population parameters differed between periods. In P1, males showed CL_{∞} of 27.30 mm, $T_{\max}$ of 2.32 years, sexual maturity at 15.9 mm, and Z of 20.40 year⁻¹, while females exhibited CL_{∞} of 36.30 mm, $T_{\max}$ of 2.60 years, sexual maturity at 17.9 mm, and Z of 9.84 year⁻¹. In P2, the pattern of sexual dimorphism remained: females presented higher values of CL_{∞} , maturity, and longevity (35.60 mm; 15.9 mm; 2.45 years) compared to males (27.60 mm; 11.4 mm; 2.14 years). For this period, Z was estimated at 10.20 year⁻¹ for females and 26.04 year⁻¹ for males. An increase in F and Z was observed between the years, with exploitation rates (E) higher than 0.50 for both sexes, indicating a condition of overexploitation. The reproductive period was continuous, with peaks in November, December, and January, associated with a decrease in temperature (~21 °C). Juvenile recruitment was also continuous, varying between years and being more intense in winter and autumn, responding mainly to bottom water temperature. Overall, the population parameters of *P. muelleri* showed high annual variability, indicating that stocks are overexploited and that the current closed fishing season is not adequate to protect the species in this region. Therefore, the results provide essential support for adjustments in resource management, reinforcing the urgency of regulations to control fishing activities and prevent further collapses of natural stocks.

Keywords: growth, sexual maturity, mortality, reproduction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vista lateral de um exemplar adulto de <i>Pleoticus muelleri</i>	26
Figura 2 - Mapa evidenciando os três transectos amostrados	31
Figura 3 - Variação dos valores de temperatura e salinidade da água de fundo amostrados mensalmente	41
Figura 4 - Variação dos valores de temperatura e salinidade da água de fundo amostrados nos diferentes períodos	42
Figura 5 - Caracterização ambiental da temperatura e salinidade da água de fundo amostrados durante os dois períodos de estudo e as estações do ano.	44
Figura 6 - Diagrama T-S amostrados durante os dois períodos de estudo e as estações do ano	45
Figura 7 - Distribuição de machos e fêmeas de <i>Pleoticus muelleri</i>	47
Figura 8 - Número de fêmeas amostradas de <i>Pleoticus muelleri</i> primeiro período	48
Figura 9 - Número de machos amostrados de <i>Pleoticus muelleri</i> primeiro período	49
Figura 10 - Número de fêmeas amostradas de <i>Pleoticus muelleri</i> segundo período	50
Figura 11 - Número de machos amostrados de <i>Pleoticus muelleri</i> segundo período	51
Figura 12 - Curvas de crescimento e parâmetros da equação de von Bertalanffy estimados separadamente para machos e fêmeas de <i>Pleoticus muelleri</i>	53
Figura 13 - Ajuste da equação logística, indicando o comprimento da carapaça em que 50% de machos e das fêmeas de <i>Pleoticus muelleri</i>	55
Figura 14 - Curvas de captura convertidas em comprimento estimadas separadamente por sexo, da espécie <i>Pleoticus muelleri</i>	57
Figura 15 - Estimativa dos coeficientes de mortalidade natural (M) e pela pesca (F) da espécie <i>Pleoticus muelleri</i>	58
Figura 16 - Razão sexual dos adultos de <i>Pleoticus muelleri</i>	58
Figura 17 - Razão sexual dos adultos de <i>Pleoticus muelleri</i>	59
Figura 18 - Distribuição de fêmeas reprodutivas de <i>Pleoticus muelleri</i>	60

Figura 19 - Distribuição anual de fêmeas reprodutivas e juvenis de <i>Pleoticus muelleri</i>	60
Figura 20 - Porcentagem de juvenis e adultos amostrados de <i>Pleoticus muelleri</i> (Spence Bate, 1888) nos dois períodos amostrados, em Macaé, RJ	61
Figura 21 - GAMLSS para juvenis coeficiente μ de <i>Pleoticus muelleri</i> (Spence Bate, 1888) em relação aos fatores ambientais	65
Figura 22 - GAMLSS para juvenis coeficiente ν de <i>Pleoticus muelleri</i> (Spence Bate, 1888) em relação aos fatores ambientais	66
Figura 23 - GAMLSS para fêmeas reprodutivas coeficiente μ de <i>Pleoticus muelleri</i> (Spence Bate, 1888) em relação aos fatores ambientais	68
Figura 24 - GAMLSS para fêmeas reprodutivas coeficiente ν de <i>Pleoticus muelleri</i> (Spence Bate, 1888) em relação aos fatores ambientais	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Períodos de amostragem de <i>Pleoticus muelleri</i> (Spence Bate, 1888) realizados entre julho de 2010 a junho de 2014, em Macaé, RJ.	31
Tabela 2 - Profundidade (m) e localização (GPS) de cada local de coleta	32
Tabela 3 - Valores médios e desvio padrão da temperatura e salinidade da água de fundo por estação do ano entre os dois períodos	43
Tabela 4 - Resultados do Teste F para machos e fêmeas de <i>Pleoticus muelleri</i> (Spence Bate, 1888)	54
Tabela 5 - Estimativas anuais (ano-1) dos coeficientes de mortalidade natural (M), mortalidade por pesca ($F = Z - M$), mortalidade total ($Z = M + F$) e taxas de exploração ($E = F/Z$) separadamente por sexo	56
Tabela 6 - Comparação geral entre os valores dos parâmetros da dinâmica populacional de <i>Pleoticus muelleri</i> (Spence Bate, 1888)	62
Tabela 7 - Tabela geral da CPUE (indivíduos/minuto) por estação em ano para os juvenis e fêmeas reprodutivas de <i>Pleoticus muelleri</i> (Spence Bate, 1888)	64
Tabela 8 - GAMLSS dos juvenis de <i>Pleoticus muelleri</i> (Spence Bate, 1888)	67
Tabela 9 - GAMLSS das fêmeas reprodutivas de <i>Pleoticus muelleri</i> (Spence Bate, 1888)	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Água Central do Atlântico Sul (ACAS)

Água Costeira (AC)

Água Tropical (AT)

Análise de Variância Permutacional Multivariada (PERMANOVA)

Corrente do Brasil (CB)

Corrente das Malvinas (CM)

Comprimento da carapaça em milímetros (CC mm)

Espécies que são discutidas em conjunto, sem especificar cada uma delas individualmente (spp.)

Fêmeas (♀)

Frente Térmica Profunda (FTP)

Generalized additive models for locations, scale, and shape (GAMLSS)

Generalized additive models (GLM)

Graus Celsius (°C)

Juvenis (J)

Machos (♂)

Metros (m)

Milímetros (mm)

Número (n)

Rio de Janeiro (RJ)

São Paulo (SP)

Sistema de Posicionamento Global (GPS)

SUMÁRIO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS	15
REFERÊNCIAS	20
1. INTRODUÇÃO	25
2. OBJETIVOS	29
3. MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	30
3.2. AMOSTRAGEM DOS CAMARÕES	31
3.3. AMOSTRAGEM DOS FATORES AMBIENTAIS	33
4. ANÁLISE DE DADOS	33
4.1. ANÁLISE DOS FATORES AMBIENTAIS	33
4.2. ESTRUTURA DA POPULAÇÃO	34
4.3. CRESCIMENTO DOS INDIVÍDUOS	35
4.4. MATURIDADE SEXUAL	36
4.5. MORTALIDADE	37
4.6. RAZÃO SEXUAL	38
4.7. PERÍODO REPRODUTIVO E RECRUTAMENTO JUVENIL:	38
INFLUÊNCIA DOS FATORES AMBIENTAIS	
5. RESULTADOS	40
5.1. FATORES AMBIENTAIS	40
5.2. ESTRUTURA DA POPULAÇÃO	45
5.3. CRESCIMENTO DOS INDIVÍDUOS	51
5.4. MATURIDADE SEXUAL	54
5.5. MORTALIDADE	55
5.6. RAZÃO SEXUAL	58
5.7. PERÍODO REPRODUTIVO E RECRUTAMENTO JUVENIL:	59
INFLUÊNCIA DOS FATORES AMBIENTAIS	
6. DISCUSSÃO	71
6.1. FATORES AMBIENTAIS	71
6.2. ESTRUTURA DA POPULAÇÃO, CRESCIMENTO E MATURIDADE SEXUAL	72
6.3. MORTALIDADE	77
6.4. RAZÃO SEXUAL	79
6.5. PERÍODO REPRODUTIVO E RECRUTAMENTO JUVENIL:	80
INFLUÊNCIA DOS FATORES AMBIENTAIS	
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
8. REFERÊNCIAS	85
9. MATERIAL SUPLEMENTAR	99

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A produção global da pesca atingiu cerca de 80 milhões de toneladas em 2022, sendo a pesca extrativista marinha a principal responsável por esse volume, representando aproximadamente 43% do total (FAO, 2024). As capturas de espécies de alto valor comercial continuam em crescimento, alcançando 3,3 milhões de toneladas destinadas exclusivamente a camarões e lagostas (FAO, 2024). Os camarões marinhos se destacam por sua elevada importância econômica, atribuída ao alto valor comercial e à ampla aceitação no mercado (FREIRE *et al.*, 2019). Em especial, os camarões da família Penaeidae representam os principais alvos da pesca comercial de crustáceos em regiões tropicais do mundo (FAO, 2018). A maioria dos estoques pesqueiros mundiais está totalmente explorada, não apresentando potencial para aumento na produção, demonstrando a necessidade de serem corretamente manejados, para que não colapsem e para a correta avaliação dos estoques, é necessário que tanto a espécie-alvo quanto a fauna acompanhante estejam devidamente caracterizadas (MAI, 2021).

No Brasil, a pesca marinha artesanal se destaca como a principal responsável pela produção nacional (FIGUEIREDO e FREITAS, 2019), sendo a pesca de camarões é realizada em grande escala e apresenta significativa importância econômica, histórica e social (GRAÇA-LOPES *et al.*, 2007). A família de camarões com maior interesse econômico no litoral brasileiro é a Penaeidae, que inclui as espécies *Xiphopenaeus* spp. Smith, 1896, *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967), *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817), *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) e *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (DIAS-NETO, 2011; COSTA *et al.*, 2016; CARVALHO *et al.*, 2024).

No sudeste e sul do Brasil, devido à pesca excessiva dessas espécies mais rentáveis, dois outros táxons de camarões tornaram-se mais explorados comercialmente, como parte do produto da pesca industrial e artesanal, a saber: *Pleoticus muelleri* (Spence Bate, 1888) e *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888 (D'INCAO *et al.*, 2002; DUMONT e D'INCAO, 2008). Além disso, outras espécies não exploradas comercialmente, como os camarões *Sicyonia dorsalis* Kingsley, 1878 e *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1874) também são

capturadas intensamente por pertencerem à fauna acompanhante (COSTA *et al.*, 2016).

As maiores produções de camarões no Brasil, exceto as decorrentes da pesca na Lagoa dos Patos - RS, são obtidas com a pesca de arrasto (DIAS NETO, 2011). Esse tipo de pescaria é reconhecido como uma das mais impactantes dos ecossistemas marinhos, levando à captura acidental e não intencional de espécies não alvo (PAULA *et al.*, 2022), o que prejudica a biodiversidade local e configura-se como uma das principais causas de declínio dos estoques pesqueiros, degradando habitats bentônicos e causando mortalidade significativa de organismos sem interesse comercial, capturados juntamente com as espécies-alvo (SILVA *et al.*, 2013).

Os efeitos da pesca ainda incluem mudanças na estrutura da cadeia alimentar, alterações na abundância, distribuição das espécies, diminuição do tamanho assintótico, seleção genética antecipando a maturidade sexual, redução do período de recrutamento juvenil, remoção de espécies que fazem parte da fauna acompanhante, redução de habitats, ressuspensão de sedimento superficial e a alteração da estrutura da comunidade bentônica, além de gerar problemas econômicos e sociais para comunidades que dependem da pesca como fonte de sustento (KAISER *et al.*, 2002; SILVA *et al.*, 2013).

As produções totais de *P. muelleri* no Sudeste e Sul do Brasil no período de 1965 a 2010 apresentaram flutuações significativas ao longo dos anos, indicando um esforço de pesca extremamente elevado sobre sua população (HAIMOVICI *et al.*, 2014; DIAS NETO, 2015). Na região Sul, *P. muelleri* tornou-se o principal camarão explorado pela pesca de arrasto industrial, especialmente após o colapso das populações de *F. paulensis* (DUARTE *et al.*, 2018).

O declínio da população de *P. muelleri* é alarmante, principalmente por ser endêmico da costa sul-americana (CASTILHO *et al.*, 2012), apresentando sua distribuição restrita ao Atlântico Ocidental desde o Espírito Santo (20°S), Brasil até Santa Cruz (50°S), Patagônia, Argentina (BOSCHI, 1989; PÉREZ FARFANTE e KENSLEY, 1997; D'INCAO, VALENTINI e RODRIGUES, 2002).

O conhecimento sobre a ecologia de populações, os processos de recrutamento e os períodos de desova de espécies comercialmente exploradas contribui para a avaliação dos estoques pesqueiros e auxiliam na elaboração de métodos para minimizar os danos causados pelas redes de arrasto nas

comunidades e substratos do fundo, permitindo a recuperação dos estoques naturais e o uso sustentável dos recursos pesqueiros (CASTILHO *et al.*, 2007; CASTILHO *et al.*, 2008; HECKLER *et al.*, 2014; BERNARDES *et al.*, 2022).

Medidas de proteção da espécie são necessárias para assegurar a pesca sustentável na costa Sul e Sudeste do Brasil, logo que, à exceção do defeso, não existem outras regras de gestão específicas para a pesca desse organismo (DIAS NETO, 2015). No “*Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil*”, Santos *et al* (2016), destacam recomendações para a proteção dos estoques de *P. muelleri*, como a definição e criação de áreas de exclusão a pesca (temporal ou espacial) para proteger fases críticas de seu ciclo de vida, dimensionamento do atual esforço de pesca que atua sobre a espécie para definir medidas de controle deste esforço assegurando a sustentabilidade (econômica, social e ambiental) das pescarias que incidem sobre a espécie e a implementação de um plano de gestão para o uso sustentável de camarões marinhos.

A circulação oceanográfica do Atlântico Sul é marcada principalmente por duas correntes: a Corrente do Brasil, proveniente do Norte, e a Corrente das Malvinas, proveniente do Sul. A Corrente do Brasil transporta águas tropicais quentes e salinas (CB; $T > 20^{\circ}\text{C}$, $S > 36$), enquanto a Corrente das Malvinas conduz águas subantárticas frias e menos salinas (CM; $T < 15^{\circ}\text{C}$, $S < 34$) (CASTRO-FILHO *et al.*, 1987). Entre as latitudes de 30°S e 46°S , ocorre a confluência dessas massas de água, formando a Convergência Subtropical do Atlântico Sul Ocidental (BOLTOVSKOY, 1999). A interação entre essas correntes origina uma nova massa de água, denominada Água Central do Atlântico Sul (ACAS; $T < 20^{\circ}\text{C}$, $S < 36,4$) (CARVALHO-BATISTA *et al.*, 2011, COSTA *et al.*, 2016, PERROCA *et al.*, 2022). A intrusão da ACAS relaciona-se com a formação da Frente Térmica Profunda (FTP) que pode ser definida como zonas de intenso gradiente de temperatura que se estendem em profundidade, separando massas d'água de diferentes características térmicas e de densidade, que se formam em resposta combinada as ações do vento e da maré, influenciando a costa em diversas épocas do ano, principalmente no verão (MANCIO, 2019; JACONIS *et al.*, 2024).

Na latitude de 23°S , na região de Cabo Frio (RJ), ocorre o fenômeno da ressurgência costeira. Essas áreas são resultado de mudanças na superfície da água geradas pelo vento: águas mais frias e densas, geralmente ricas em

nutrientes, são transportadas para a superfície e substituem as águas mais quentes, mais pobres em nutrientes (LEHMANN e MYRBERG, 2008).

A ressurgência de Cabo Frio possui relevância ecológica e econômica, pois favorece o enriquecimento biológico e, conseqüentemente, a atividade pesqueira (FRANCHITO *et al.*, 2008). Processos físicos como esse podem afetar a produtividade primária em diferentes escalas temporais e espaciais, influenciando a disponibilidade de alimento, o crescimento, a reprodução e a sobrevivência dos organismos marinhos (SCHELTEMA, 1986; MORGAN, 2001).

O aumento da produtividade primária, associado a ressurgência, exerce influência direta sobre as comunidades zooplanctônicas e bentônicas. No caso dos organismos bentônicos, como muitos invertebrados, esses podem se beneficiar do aporte de matéria orgânica gerada na zona eufótica (MANN e LAZIER, 1996).

Além de estar localizada em uma área em que a espécie em estudo se apresenta próxima ao limite norte de sua distribuição geográfica, a escolha da região de Macaé como área de estudo justifica-se pelo fato de estar localizada na zona de influência direta do fenômeno da ressurgência de Cabo Frio, apresentando características oceanográficas singulares (FRANCHITO *et al.*, 2008) como baixas temperaturas (próximas a 20,7°C) na maior parte do ano (PANTALEÃO *et al.*, 2016), com intensificação do fenômeno da ressurgência principalmente nas estações de primavera e verão (STECH *et al.*, 1995), associada à penetração da ACAS na região costeira (VALENTIN, 2001).

Conhecida como a “Capital Nacional do Petróleo”, Macaé tem passado por um intenso crescimento empresarial e populacional desde 1974 e, após a instalação da Petrobrás no município, tem provocado profundas transformações sociais, econômicas e ambientais na região (ZICKWOLFF *et al.*, 2021), impactando diretamente a comunidade pesqueira local, que enfrenta a degradação ambiental, incluindo riscos de vazamentos de óleo, lançamento de efluentes no mar e restrição de áreas de pesca. Essas transformações comprometem os habitats e afetam a disponibilidade dos recursos pesqueiros (LEAL *et al.*, 2019).

O crescimento populacional e econômico associado à indústria do petróleo tem gerado impactos indiretos sobre os recursos naturais e sobre populações socioeconomicamente vulneráveis, aumentando a exposição a

poluentes e a injustiça ambiental em áreas residenciais próximas às atividades industriais (FERREIRA *et al.*, 2011). Segundo o boletim técnico da Prefeitura de Macaé (2024), a ausência de tratamento de esgoto em diversas regiões, aliada à proximidade das atividades offshore, intensifica o aporte de contaminantes e o risco de bioacumulação em espécies de interesse comercial. Esses fatores, somados ao assoreamento e à poluição, podem reduzir a produtividade pesqueira e comprometendo os ecossistemas marinhos locais. Portanto, as condições ambientais únicas proporcionadas pela ressurgência, que influenciam diretamente na temperatura, na salinidade e na disponibilidade de alimento, aliadas aos impactos ambientais enfrentados pela região, tornam essa localidade relevante para investigar a variação anual de *P. muelleri*.

Além disso, a elevada abundância de *P. muelleri* em Macaé é frequentemente superior à da espécie-alvo *X. kroyeri* (COSTA *et al.*, 2016; PANTALEÃO *et al.*, 2016). A ocorrência dessa espécie é limitada por águas frias (abaixo de 20°C) sendo considerada indicadora da presença de ACAS (CARVALHO-BATISTA *et al.*, 2011). No estado de São Paulo, por exemplo, esse camarão é apenas capturado durante a aproximação da Frente Térmica Profunda (FTP), principalmente no verão, quando ocorre maior penetração da ACAS, transportando águas próximas a 20 °C e com alta produtividade primária (CARVALHO-BATISTA *et al.*, 2011; CASTILHO *et al.*, 2012), reforçando a importância de Macaé como área estratégica para o estudo da dinâmica populacional desse camarão.

Considerando os fatores mencionados e reconhecendo a influência de fatores bióticos e abióticos no ciclo de vida dos camarões marinhos (DALL *et al.*, 1990), este estudo oferecerá informações relevantes sobre diferentes aspectos da dinâmica populacional de um recurso pesqueiro de grande importância. A pesquisa foi realizada em uma região com características ambientais peculiares e que enfrenta intensa degradação ambiental. Nesse contexto, os resultados obtidos poderão contribuir para um melhor entendimento do ciclo de vida da espécie e subsidiar a elaboração de planos de manejo para uma gestão pesqueira sustentável.

REFERÊNCIAS:

- BERNARDES, V. P.; MARQUES, A. D. O.; OLIVEIRA, F.; FRANSOZO, V.; COSTA, R. C.; TEIXEIRA, G. M.; FULVIO, F.; FREIRE, F. A. M.; FRANSOZO, A. Spatio-temporal dynamics of the commercial sea bob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) and physico-chemical parameters in a marine protected area: changes in abundance and distribution after 20 years. *Regional Studies in Marine Science*, v. 52, p. 102241, 2022.
- BOLTOVSKOY, D. *South Atlantic Zooplankton*. Leiden: Backhuys Publishers, 1999. v. 1, 869 p.
- BOSCHI, E. E. La pesquería del langostino del litoral patagónico. *Cuadernos de Redes*, n. 20, p. 20-26, 1986.
- BOSCHI, E. E. Biología pesquera del langostino del litoral patagónico de Argentina (*Pleoticus muelleri*). *Serie Contribuciones - Instituto Nacional de Investigacion y Desarrollo Pesquero*, n. 646, p. 1-71, 1989.
- CARVALHO-BATISTA, A.; SIMÕES, S. M.; LOPES, M.; COSTA, R. C. Ecological distribution of the shrimp *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) and *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Decapoda, Penaeoidea) in the southeastern Brazilian littoral. *Nauplius*, v. 19, n. 2, p. 135-143, 2011.
- CARVALHO, T. C. C.; REIS, A. R.; PALHETA, G. D. A.; NUNO, F. N. A. C. Occurrence of *Farfantepenaeus subtilis* (Penaeidae) in a low salinity environment in the Amazon: a perspective for aquaculture. *Acta de Pesca de Recursos Aquáticos*, v. 12, n. 2, p. 64-72, 2024.
- CASTILHO, A. L.; COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; BOSCHI, E. E. Reproductive pattern of the South American endemic shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeidae), of the coast of São Paulo State, Brazil. *Revista de Biología Tropical*, v. 55, n. 1, p. 39-48, 2007.
- CASTILHO, A. L.; COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; FRANSOZO, M. L. N. Reproduction and recruitment of the South American red shrimp, *Pleoticus muelleri* (Crustacea: Solenoceridae), from southeastern coast of Brazil. *Marine Biology Research*, v. 4, p. 361-378, 2008.
- CASTILHO, A. L.; WOLF, M. R.; SIMÕES, S. M.; BOCHINI, G. L.; FRANSOZO, A.; COSTA, R. C. Growth and reproductive dynamics of the South American red shrimp *Pleoticus muelleri* (Crustacea: Solenoceridae) from the

- southeastern coast of Brazil. *Journal of Marine Systems*, v. 105-108, p. 135-144, 2012.
- CASTRO FILHO, B. M.; MIRANDA, L. B.; MIYAO, S. Y. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 135-151, 1987.
- COSTA, R. C.; CARVALHO-BATISTA, A.; HERRERA, D. R.; PANTALEÃO, J. A. F.; TEODORO, S. S. A.; DAVANSO, T. M. Carcinofauna acompanhante da pesca do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* em Macaé, Rio de Janeiro, Sudeste brasileiro. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 42, n. 3, p. 611-624, 2016.
- DALL, W.; HILL, B. J.; ROTH LISBERG, P. C.; STAPLES, D. J. The biology of the Penaeidae. In: BLAXTER, J. H. S.; SOUTHWARD, A. J. (ed.). *Advances in Marine Biology*. v. 27. San Diego: Academic Press, 1990. 489p.
- DIAS-NETO, J. *Proposta de plano nacional de gestão para o uso sustentável de camarões marinhos no Brasil*. Brasília: IBAMA, 2011. 242 p.
- DIAS-NETO, J. *Planejamento e gestão pesqueira no Brasil*. Brasília: MPA, 2015.
- D'INCAO, F.; VALENTINI, H.; RODRIGUES, L. F. Avaliação da pesca de camarões nas regiões Sudeste e Sul do Brasil: 1965-1999. *Atlântica*, v. 24, n. 2, p. 103-116, 2002.
- DUARTE, D. L. V.; BROADHURST, M. K.; ORTEGA, I.; PIAS, B. S.; DUMONT, L. F. C. Quantifying the morphology of key species caught in the southern Brazilian penaeid-trawl fishery as a precursor to improving selection. *Latin American Journal of Aquatic Research*, v. 46, n. 4, p. 799–809, 2018.
- FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018: meeting the sustainable development goals*. Rome: FAO, 2018. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/items/87109e17-2bb7-4d20-874b160ac0a2b131>. Acesso em: 25 jan. 2025.
- FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2024: blue transformation in action*. Rome: FAO, 2024. Disponível em: <https://www.fao.org>. Acesso em: 5 jan. 2025.
- FERREIRA, S.; SELENE, A.; SILVA, J. A sociedade do hidrocarboneto: o ônus do petróleo na cidade de Macaé. *Revista Selene*, v. 7, n. 1, p. 11-35, 2011.

- FIGUEIREDO, M. B.; FREITAS, J. Aspectos socioeconômicos e ambientais de comunidades pesqueiras do Estado do Maranhão. São Luís: EDUEMA, 2019.
- FRANCHITO, S. H.; ODA, T. O.; RAO, V. B.; KAYANO, M. T. Interaction between coastal upwelling and local winds at Cabo Frio, Brazil: an observational study. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, v. 47, n. 6, p. 1590-1598, 2008.
- FREIRE, C. D. S.; FREIRE, K. M. F.; ROSA, L. C.; BOMFIM, C. N. C. Estrutura populacional e morfometria do camarão branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) capturado pela pesca artesanal em Sergipe, Brasil. *Tropical Oceanography*, v. 47, n. 1, p. 1-6, 2019.
- GRAÇA-LOPES, R.; SANTOS, E. P.; SEVERINO-RODRIGUES, E.; BRAGA, F. M. S.; PUZZI, A. A. Aportes ao conhecimento da biologia e da pesca do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1862, no litoral do estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 33, n. 1, p. 63-84, 2007.
- HAIMOVICI, M.; ANDRIGUETTO FILHO, J. M.; SUNYÉ, P. S. *A pesca marinha e estuarina no Brasil: estudos de caso multidisciplinares*. Rio Grande: Editora da FURG, 2014. 192 p.
- HECKLER, G. S.; LOPES, M.; SIMÕES, S. M.; SHIMIZU, R. M. ; COSTA, R. C. Annual, seasonal and spatial abundance of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Decapoda, Penaeidae) off the Southeastern coast of Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 86, n. 3, p. 1337-1346, 2014.
- JACONIS, M. S.; CARVALHO-BATISTA, A.; PERROCA, J. F.; COSTA, R. C. Elucidating the ecological patterns of sympatric sea-bob shrimp species *Xiphopenaeus dincao* and *Xiphopenaeus kroyeri*: a temporal and spatial approach. *Regional Studies in Marine Science*, v. 69, p. 103349, 2024.
- KAISER, M. J.; CLARKE, K. R.; HINSLEY, S. A.; BRIERLEY, A. S.; COLLIE, J. S.; FRID, C. L. J.; FRYER, R. J.; HALL, S. J.; STEPHENSON, D. B.; PULLIN, A. S. Modification of marine habitats by trawling activities: prognosis and solutions. *Fish and Fisheries*, v. 3, n. 2, p. 114-136, 2002.
- LEAL, G. F.; MARTINS, R. L.; VIEIRA, T. W. M. Pescadores artesanais, indústria do petróleo e neodesenvolvimentismo: conflitos e injustiça ambiental. In: FLORIT, L.; SAMPAIO, C. A. C.; PHILIPPI JR., A. (Org.). *Ética socioambiental*. Barueri: Manole, 2019.

- LEHMANN, A.; MYRBERG, K. Upwelling in the Baltic Sea - A review. *Journal of Marine Systems*, v. 74, p. 3-12, 2008.
- PEREZ-FARFANTE, I.; KENSLEY, B. *Penaeoid and segestoid shrimps and prawns of the world: keys and diagnoses for the families and genera*. Paris: Muséum national d'histoire naturelle, 1997. 233 p.
- SANCINETTI, G. S.; AZEVEDO, A.; CASTILHO, A. L.; FRANSOZO, A.; COSTA, R. C. Population biology of the commercially exploited shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeidae) in an upwelling region in the western Atlantic: comparisons at different latitudes. *Brazilian Journal of Biology*, v. 75, n. 2, p. 305-313, 2015.
- SANTOS, R. A.; COSTA, R. C.; RODRIGUES, A. M. T. Avaliação do camarão *Pleoticus muelleri* (Spence Bate, 1888) (Decapoda: Solenoceridae). In: PINHEIRO, M.; BOOS, H. (Org.). *Livro vermelho dos crustáceos do Brasil: avaliação 2010-2014*. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Carcinologia, 2016. cap. 31, p. 412-419.
- SILVA, C. N.; BROADHURST, M. K.; MEDEIROS, R. P.; DIAS, J. H. Resolving environmental issues in the southern Brazilian artisanal penaeid-trawl fishery through adaptive co-management. *Marine Policy*, v. 42, p. 133-141, 2013.
- MAI, A. C. G. *Biologia pesqueira* [edição eletrônica]. Porto Alegre: Mundo Acadêmico, 2021. Disponível em: <https://pesca.ufes.br/sites/pesca.ufes.br/files/field/anexo/Biologia%20pesqueira.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2025.
- MANN, K. H.; LAZIER, J. R. N. *Dynamics of marine ecosystems: biological-physical interactions in the oceans*. 2. ed. Oxford: Blackwell Science Limited, 1996. 394 p.
- MANCIO, J. F. *Variação sazonal das correntes na plataforma continental interna e média de São Paulo: forçantes e respostas*. 2019. Tese (Doutorado em Oceanografia) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.
- MORGAN, I.; MCDONALD, D. G.; WOOD, C. M. The cost of living for freshwater fish in a warmer, more polluted world. *Global Change Biology*, v. 7, p. 345-355, 2001.
- PANTALEÃO, J. A. F.; CARVALHO-BATISTA, A.; FRANSOZO, A.; COSTA, R. C. The influence of upwelling on the diversity and distribution of marine shrimp

- (Penaeoidea and Caridea) in two tropical coastal areas of southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, v. 763, p. 381-395, 2016.
- PAULA, M. S.; ROCHA, M. B.; RUTA, C. Etnoconhecimento e percepção ambiental dos pescadores artesanais de camarão sobre a pesca e a fauna acompanhante no norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Etnobiología*, v. 20, n. 1, p. 188-205, 2022.
- PERROCA, J. F.; MIAZAKI, L. F.; FRANSOZO, A.; FREIRE, F. A. M.; COSTA, R. C. Growth, longevity and mortality of pink shrimps *Farfantepenaeus brasiliensis* and *Farfantepenaeus paulensis* in southeastern Brazil. *Marine and Fishery Sciences*, v. 35, n. 2, p. 209-222, 2022.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE MACAÉ (RJ). *Boletim Ciência Macaé*. v. 3, n. 2, 2024.
- SCHELTEMA, R. S. On dispersal and planktonic larvae of benthic invertebrates: an eclectic overview and summary of problems. *Bulletin of Marine Science*, v. 39, p. 290-322, 1986.
- STECH, J. L.; LORENZZETTI, J. A.; SILVA, J. R. C. L. Observações por satélite da ressurgência de Cabo Frio. In: *Memórias do VII Simpósio Latino-Americano de Percepção Remota*. Puerto Vallarta, México, 1995. p. 269-275.
- VALENTIN, J. L. The Cabo Frio upwelling system, Brazil. In: SEELIGER, U.; KJERFVE, B. (Ed.). *Coastal marine ecosystems of Latin America*. Berlin: Springer, 2001. v. 144. p. 97-105.
- ZICKWOLFF, E. D. C. C.; CALDAS, G. H. S.; COELHO, V. H.; JESUS, A. C.; BANTIM, E. N. R. Macaé além do petróleo: diversificação socioeconômica através do turismo. *Cadernos do Desenvolvimento Fluminense*, v. 20, p. 77-102, 2021.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos no presente estudo suportam a hipótese de que *P. muelleri* apresenta variações nos parâmetros relacionados à dinâmica populacional em comparação com estudos realizados em regiões tropicais, devido à proximidade da área de estudo com a ressurgência de Cabo Frio. Além disso, foi demonstrado que a dinâmica populacional variou entre os períodos analisados. Apesar da Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade do ICMBio de 2024 classificar *P. muelleri* na Categoria: Menos Preocupante (LC) (BOSS *et al.*, 2024), os dados obtidos demonstram que a população vem sofrendo alterações, ao longo dos diferentes anos, nos parâmetros populacionais, especialmente em relação ao tamanho dos indivíduos,

ao tamanho de maturidade sexual e às elevadas taxas de mortalidade, as quais estão relacionadas à intensa atividade pesqueira e à inadequação do período de defeso na região, sobretudo por proteger apenas parte do período reprodutivo. Dessa forma, os resultados do presente estudo sobre o impacto dessa exploração na região fluminense destacam a necessidade de monitoramento contínuo e gestão adequada para garantir a sustentabilidade da espécie.

Este trabalho contribuiu para um maior entendimento da biologia e do ciclo de vida de *Pleoticus muelleri*, espécie endêmica do litoral da América do Sul. Esses dados são fundamentais para uma avaliação mais precisa dos impactos da atividade pesqueira sobre a população, subsidiando futuras estratégias de manejo e conservação mais eficazes.

REFERÊNCIAS

- AGUILLAR, A. T.; MALPICA, Z. C.; URBINA, B. V. *Dinámica de poblaciones de peces*. Perú: Editorial Libertad, 1995. 304 p.
- ANDERSON, M. J. Permutational Multivariate Analysis of Variance (PERMANOVA). *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online*, p. 1-15, 2017.
- BAEZA, J. A.; FURLAN, M.; ALMEIDA, A. C.; BARROS-ALVES, S. P.; ALVES, D. F. R.; FRANSOZO, V. Population dynamics and reproductive traits of the ornamental crab *Porcellana sayana*: implications for fishery management and aquaculture. *Sexuality and Early Development in Aquatic Organisms*, v. 1, p. 1-12, 2013.

- BAUER, R. T. Testing generalizations about latitudinal variation in reproduction and recruitment patterns with sicyoniid and caridean shrimp species. *Invertebrate Reproduction and Development*, v. 22, p. 193-202, 1992.
- BAUER, R. T. Chemical communication in decapod shrimps: the influence of mating and social systems on the relative importance of olfactory and contact pheromones. In: BREITHAUPT, T.; THIEL, M. (ed.). *Chemical Communication in Crustaceans*. New York: Springer, 2010. p. 277-296.
- BAUER, R. T.; LIN, J. Temporal patterns of reproduction and recruitment in populations of the penaeid shrimps *Trachypenaeus similis* (Smith) and *T. constrictus* (Stimpson) (Crustacea: Decapoda) from the north-central Gulf of México. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 182, p. 205-222, 1994.
- BAUER, R. T.; RIVERA VEGA, L. W. Pattern of reproduction and recruitment in two sicyoniid shrimp species (Decapoda: Penaeoidea) from a tropical seagrass habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 161, p. 223-240, 1992.
- BAYHAN, Y. K. Growth, reproduction and mortality rates of green tiger prawn *Penaeus semisulcatus* De Haan, 1844 (Decapoda: Penaeidae) from the north-eastern Mediterranean coast of Turkey. *Acta Zoologica Bulgarica*, v. 75, p. 377-385, n. 3, 2023.
- BERNARDES, V. P.; MARQUES, A. O.; FRANSOZO, V.; COSTA, R. C.; TEIXEIRA, G. M.; FREIRE, F. A. M.; FRANSOZO, A. Spatio-temporal dynamics of the commercial seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) and physico-chemical parameters in a marine protected area: Changes in abundance and distribution after 20 years. *Regional Studies in Marine Science*, v. 52, p. 2352-4855, 2022.
- BERNARDO, C. H.; SANCINETTI, G. S.; TADDEI, K. A. N.; ALMEIDA, A. C.; FRANSOZO, A. Abundance and spatio-temporal distribution of two southwest Atlantic endemic shrimps: changes after 20 years. *Biologia*, v. 73, p. 589-598, 2018.
- BOLTOVSKOY, D. *South Atlantic Zooplankton*. Leiden: Backhuys Publishers, 1999. v. 1. 869 p.
- BOLETÍN OFICIAL. *Disposición 6/2023 — Requisitos técnicos y operativos para buques que capturan langostino (Pleoticus muelleri) en aguas jurisdiccionales argentinas*. Buenos Aires: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2023. Disponível em: <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/326346/1>. Acesso em: 27 out. 2025.

- BOOS, H.; SANTANA, W. R. A.; MANTELATTO, F. L. M.; DIAS NETO, J.; FREIRE, A. S.; RODRIGUES, A. M. T.; OLIVEIRA, D. B.; KEUNECKE, K. A.; SANTOS, L. C. M.; RODRIGUES, L. F.; REPINALDO, M.; TORRES, R. A.; SCOFIELD, V.; SANTOS, R. A.; PINHEIRO, M. A. A. *Pleoticus muelleri*. Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade -SALVE. Brasília, DF: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), 2024. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br>. Acesso em: 4 mar. 2025.
- BOSCHI, E. E. Biología pesquera del langostino del litoral patagónico de Argentina (*Pleoticus muelleri*). *Serie Contribuciones - Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero*, n. 646, p. 1-71, 1989.
- BOSCHI, E. E. Las pesquerías de crustáceos decápodos en el litoral de la República Argentina. *Investigaciones Marinas*, v. 25, p. 19-40, 1997.
- BRANCO, J. O. Biología 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, J. O.; LUNARDON-BRANCO, M. J.; SOUTO, F. X. Estrutura populacional de *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea: Portunidae) na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 19, p. 731-738, 2002.
- CALIL, P.H.R.; SUZUKI, N.; BASCHEK, B.; DA SILVEIRA, I.C.A. Filaments, Fronts and Eddies in the Cabo Frio Coastal Upwelling System, Brazil. *Fluids*, v. 6, p.54, 2021.
- CARVALHO-BATISTA, A.; SIMÕES, S. M.; LOPES, M.; COSTA, R. C. Ecological distribution of the shrimp *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) and *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Decapoda, Penaeoidea) in the southeastern Brazilian littoral. *Nauplius*, v. 19, n. 2, p. 135-143, 2011.
- CARVALHO-BATISTA, A.; NEGRI, M.; TAMBURUS, A. F.; COSTA, R. C.; CASTILHO, A. L.; ZARA, F. J.; MANTELATTO, F. L. Genetic comparison of the red shrimp *Pleoticus muelleri* (Decapoda: Solenoceridae) using the barcode gene reveals the absence of cryptic speciation along its distribution. *Regional Studies in Marine Science*, v. 24, p. 392-399, 2018.
- CARVALHO-BATISTA, A.; PANTALEÃO, J. A. F.; CASTILHO, A. L.; COSTA, R. C. The Cabo Frio upwelling overrides geographical patterns in the population dynamics

- of the shrimp *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888 (Decapoda: Penaeidae). *Marine Ecology*, v. 40, n. 2, 2019.
- CASTILHO, A. L.; COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; BOSCHI, E. E. Reproductive pattern of the South American endemic shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeidae) off the coast of São Paulo State, Brazil. *Revista de Biología Tropical*, v. 55, n. 1, p. 39-48, 2007.
- CASTILHO, A. L.; COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. Reproduction and recruitment of the South American red shrimp *Pleoticus muelleri* (Crustacea: Solenoceridae) from the southeastern coast of Brazil. *Marine Biology Research*, v. 4, p. 361-368, 2008.
- CASTILHO, A. L.; WOLF, M. R.; SIMÕES, S. M.; BOCHINI, G. L.; FRANSOZO, A.; COSTA, R. C. Growth and reproductive dynamics of the South American red shrimp *Pleoticus muelleri* (Crustacea: Solenoceridae) from the southeastern coast of Brazil. *Journal of Marine Systems*, v. 105-108, p. 135-144, 2012.
- CASTILHO, A. L.; BAUER, R. T.; FREIRE, F. A. M.; FRANSOZO, V.; COSTA, R. C.; GRABOWSKI, R. C.; FRANSOZO, A. Lifespan and reproductive dynamics of the commercially important sea bob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Penaeoidea): synthesis of a 5-year study. *Journal of Crustacean Biology*, v. 35, n. 1, p. 30-40, 2015.
- CASTRO FILHO, B. M.; MIRANDA, L. B.; MIYAO, S. Y. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 135-151, 1987.
- CASTRO, R. H.; COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; MANTELATTO, F. L. M. Population structure of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Penaeoidea) in the littoral of São Paulo, Brazil. *Scientia Marina*, v. 69, n. 1, p. 105-112, 2005.
- CERRATO, R. M. Interpretable statistical tests for growth comparisons using parameters in the Von Bertalanffy equation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 47, p. 1416-1426, 1990.
- CHU, K. H. Aspects of reproductive biology of the shrimp *Metapenaeus joyneri* from the Zhujiang Estuary, China. *Journal of Crustacean Biology*, v. 15, n. 2, p. 214-219, 1995.
- COELHO-SOUZA, S. A.; MIRANDA, M. R.; SALGADO, L. T.; COUTINHO, R.; GUIMARÃES, J. R. D. Adaptation of the 3H-leucine incorporation technique to

- measure heterotrophic activity associated with biofilm on the blades of the seaweed *Sargassum* spp. *Microbial Ecology*, v. 65, n. 2, p.424-36, 2012.
- COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; MELO, G. A. S.; FREIRE, F. A. M. An illustrated key for Dendrobranchiata shrimps from the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Biota Neotropica*, v. 3, n. 1, p. 1-12, 2003. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v3n1>. Acesso em: 5 jan. 2025.
- COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; PINHEIRO, A. P. Ecological distribution of the shrimp *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Decapoda: Penaeoidea) of southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, v. 529, p. 195-203, 2004.
- COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; CASTILHO, A. L.; FREIRE, F. A. M. Annual, seasonal and spatial variation of the shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea) in southeastern Brazil. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 85, n. 1, p. 107-112, 2005.
- COSTA, R. C.; BRANCO, J. O.; MACHADO, I. F.; CAMPOS, B. R.; AVILA, M. G. Population biology of shrimp *Artemesia longinaris* (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) from the southern coast of Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 90, n. 4, p. 663-669, 2010.
- COSTA, R. C.; BOCHINI, G. L.; SIMÕES, S. M.; LOPES, M.; SANCINETTI, G.; CASTILHO, A. L.; FRANSOZO, A. Distribution pattern of juveniles of the pink shrimps *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) and *F. paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) on the southern Brazilian coast. *Nauplius*, v. 24, p. 1-10, 2016.
- CRISP, J. A.; FRANCES, D. S. M. L.; TWEEDLEY, J. R.; PARTRIDGE, G. J.; MOHEIMANI, N. R. Quantitative determination of ovarian development in penaeid prawns (Decapoda: Penaeidae). *Journal of Crustacean Biology*, v. 37, n. 1, p. 81-89, 2017.
- DALL, W.; HILL, B. J.; ROTHILSBERG, P. C.; STAPLES, D. J. The biology of the Penaeidae. In: BLAXTER, J. H. S.; SOUTHWARD, A. J. (ed.). *Advances in Marine Biology*. v. 27. San Diego: Academic Press, 1990. 489 p.
- DAVANSO, T. M.; HIROSE, G. L.; HERRERA, D. R.; FRANSOZO, A.; COSTA, R. C. Does the upwelling phenomenon influence the population dynamics and management of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea, Penaeidae)? *Hydrobiologia*, v. 795, n. 1, p. 295-311, 2017.

- DÍAZ, A. C.; PETRIELLA, A. M.; FENUCCI, J. L. Ciclo de muda y reproducción de la población del langostino *Pleoticus muelleri* (Crustacea, Penaeoidea) de Mar del Plata. *Ciencias Marinas*, v. 29, p. 343-355, 2003.
- DIAS-NETO, J. *Proposta de plano nacional de gestão para o uso sustentável de camarões marinhos no Brasil*. Brasília: IBAMA, 2011. 242 p.
- DIAS-NETO, J. *Planejamento e gestão pesqueira no Brasil*. Brasília: MPA, 2015.
- D'INCAO, F. Mortalidade de *Penaeus (Farfantepenaeus) paulensis* Perez-Farfante, 1967 no estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil (Crustacea, Penaeidae). *Atlântica*, v. 12, n. 2, p. 31-51, 1990.
- D'INCAO, F.; FONSECA, D. B. Performance of the von Bertalanffy growth curve in penaeid shrimp: a critical approach. In: KLEIN, J. C. V.; SCHRAM, F. R. (ed.). *The biodiversity crisis and Crustacea: proceedings of the 4th International Crustacean Congress*, 20-24 July 1998, Amsterdam, The Netherlands. Rotterdam: A. A. Balkema, 2000. v. 2, p. 733-737.
- D'INCAO, F.; FONSECA, D. B. Performance of the von Bertalanffy growth curve in penaeid shrimp: a critical approach. In: Proceedings of the Fourth International Crustacean Congress, Amsterdam, The Netherlands. *Journal of Crustacean Biology*, p. 733-737, 1999.
- D'INCAO, F.; VALENTINI, H.; RODRIGUES, L. F. Avaliação da pesca de camarões nas regiões Sudeste e Sul do Brasil: 1965-1999. *Atlântica*, v. 24, n. 2, p. 103-116, 2002.
- DUARTE, D. L. V.; BROADHURST, M. K.; ORTEGA, I.; PIAS, B. S.; DUMONT, L. F. C. Quantifying the morphology of key species caught in the southern Brazilian penaeid-trawl fishery as a precursor to improving selection. *Latin American Journal of Aquatic Research*, v. 46, n. 4, p. 799-809, 2018.
- DUMONT, L. F. C. Distribuição e abundância do camarão-barba-ruça *Artemesia longinaris* e do camarão-santana *Pleoticus muelleri* nas águas costeiras da Plataforma Sul. In: VOOREN, C. M.; KLIPPEL, S. (org.). *Ações para a conservação de tubarões e raias no Sul do Brasil*. Porto Alegre: Igaré, 2005. p. 129-134.
- DUMONT, L. F. C.; D'INCAO, F. Distribution and abundance of the Argentinean (*Artemesia longinaris*) and red (*Pleoticus muelleri*) prawns (Decapoda: Penaeidae) in Southern Brazil during the commercial double-ring trawl fishery season. *Nauplius*, v. 16, n. 2, p. 83-94, 2008.

- FENUCCI, J. *Manual para la cría de camarones peneidos*. FAO Project Reports, n. 8. Roma: FAO, 1988. 93 p.
- FERNÁNDEZ, M.; HERNÁNDEZ, D.; ROUX, A. Analysis of the relationship between relative abundance of mature, impregnated females of *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Crustacea, Decapoda) and environmental variables through statistical models. *Latin American Journal of Aquatic Research*, v. 39, p. 1-15, 2011.
- FERNÁNDEZ, M.; HERNÁNDEZ, D. Preferencias ambientales, por rangos de talla, de las hembras maduras e impregnadas del langostino *Pleoticus muelleri* (Spence Bate, 1888) (Crustacea, Decapoda, Solenoceridae) del Golfo San Jorge, en la primavera de 2008 y el verano de 2009. *Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero - INIDEP*, n. 1777, p. 1-32, 2013.
- FERNÁNDEZ, M.; IORIO, M. I.; HERNÁNDEZ, D.; MACCHI, G. Studies on the reproductive dynamics of *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Crustacea, Decapoda, Solenoceridae) of Patagonia, Argentina. *Latin American Journal of Aquatic Research*, v. 40, p. 858-871, 2012.
- FISHER, R. A. *The genetical theory of natural selection*. Oxford: Clarendon Press, 1930. 272 p.
- FONTELES-FILHO, A. A. *Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros*. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2011. 460 p.
- FONSECA, D. B.; D'INCAO, F. Mortality of *Kalliapseudes schubartii* in unvegetated soft bottoms of the estuarine region of the Lagoa dos Patos. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 49, n. 2, p. 257-261, 2006.
- FRANCHITO, S. H.; ODA, T. O.; RAO, V. B.; KAYANO, M. T. Interaction between coastal upwelling and local winds at Cabo Frio, Brazil: an observational study. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, v. 47, n. 6, p. 1590-1598, 2008.
- FRANCIS, R. C. Relationship of Fishing Mortality to Natural Mortality at the Level of Maximum Sustainable Yield Under the Logistic Stock Production Model. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, v. 31, n. 9, p. 1539-1543, 1974.
- FRANSOZO, A.; COSTA, R. C.; CASTILHO, A. L.; MANTELATTO, F. L. M. Ecological distribution of the shrimp "Camarão Serrinha" *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba, Brazil, in relation to abiotic factors. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, v. 16, p. 43-50, 2004.
- FRANSOZO, A.; COSTA, R. C.; MANTELATTO, F. L. M.; PINHEIRO, M. A. A.; SANTOS, S. Composition and abundance of shrimp species (Penaeidea and

- Caridea) in Fortaleza Bay, Ubatuba, São Paulo, Brazil. In: BRIONES, E. E.; ALVAREZ, F. (org.). *Modern Approaches to the Study of Crustacea*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002. p. 123-132.
- GAB-ALLA, A. A. F. A.; HARTNOLL, R. G.; GHOBASHY, A. F.; MOHAMMED, S. Z. Biology of penaeid prawns in the Suez Canal lakes. *Marine Biology*, v. 107, p. 417-426, 1990.
- GARCIA, J. R.; WOLF, M. R.; COSTA, R. C.; CASTILHO, A. L. Growth and reproduction of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Decapoda: Penaeidae) from the southeastern coast of Brazil. *Regional Studies in Marine Science*, v. 6, p. 1-9, 2016.
- GORNY, M. On the biogeography and ecology of the Southern Ocean decapod fauna. *Scientia Marina*, v. 63, n. 1, p. 367-382, 1999.
- GRABOWSKI, R. C.; SIMÕES, S. M.; CASTILHO, A. L. Population structure, sex ratio and growth of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Decapoda, Penaeidae) from coastal waters of southern Brazil. *ZooKeys*, v. 457, p. 253-269, 2014.
- GUERRERO, R. A.; ACHA, E. M.; FRAMIN, M. B.; LASTA, C. Physical oceanography of the Rio de la Plata Estuary, Argentina. *Continental Shelf Research*, v. 17, p. 727–742, 1997.
- GULLAND, J. A. *The fish resources of the ocean*. Rome: FAO, 1970. 425 p. (FAO Fisheries Technical Paper, 97).
- HARTNOLL, R. G. Growth in crustacea - twenty years on. *Hydrobiologia*, v. 449, p. 111-122, 2001.
- HERRERA, D. R.; PESCHINELLI, R. A.; COSTA, R. C. Ecological distribution of *Nematopalaemon schmitti* and *Exhippolysmata oplophoroides* (Crustacea: Caridea) near an upwelling area off southeastern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, v. 45, n. 1, p. 149-158, 2017.
- HOHBERG, M.; PÜTZ, P.; KNEIB, T. Treatment effects beyond the mean using distributional regression. *PLOS ONE*, v. 15, n. 1, p. e0226514, 2020.
- HOLTHUIS, L. B. *Shrimps and prawns of the world: an annotated catalogue of species of interest to fisheries*. Rome: FAO, 1980. 271 p. (FAO Fisheries Synopsis, 125).
- JACONIS, M. S.; CARVALHO-BATISTA, A.; PERROCA, J. F.; COSTA, R. C. Elucidating the ecological patterns of sympatric sea-bob shrimp species *Xiphopenaeus dincao* and *X. kroyeri*: a temporal and spatial approach. *Regional Studies in Marine Science*, v. 69, p. 103349, 2024.

- KAMPEL, M.; LORENZZETTI, J. A.; SILVA J. R. C. L. Observação por satélite de ressurgências na costa S-SE brasileira. In: *VII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar (COLACMAR)*, 1997, Santos, Anais [...]. 1997. p. 38-40, 1997.
- KEUNECKE, K. A.; D'INCAO, F.; FONSECA, D. B. Growth and mortality of *Hepatus pudibundus* (Crustacea: Calappidae) in south-western Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 87, p. 885-891, 2007.
- KEVREKIDIS, K.; THESSALOU-LEGAKI, M. Reproductive biology of the prawn *Melicertus kerathurus* (Decapoda: Penaeidae) in Thermaikos Gulf (N. Aegean Sea). *Helgoland Marine Research*, v. 67, p. 17-31, 2013.
- KILADA, R.; DRISCOLL, J. G. Age determination in crustaceans: a review. *Hydrobiologia*, v. 799, p. 21-36, 2017.
- KING, M. *Fisheries biology: assessment and management*. Cambridge: Blackwell Science, 1995. 341 p.
- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. *Numerical Ecology*. Amsterdam: Elsevier, 2012. 1006 p.
- LENTH, R. (2023). Emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.8. 5.
- LOPES, M.; FRANSOZO, A.; CASTILHO, A. L.; COSTA, R. C. Diel variation in abundance and size of the south american red shrimp *Pleoticus muelleri* (Spence Bate, 1888) (Decapoda, Solenoceridae) in the Ubatuba region, Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 62, n. 3, p. 225-234, 2014.
- MANCIO, J. F. *Variação sazonal das correntes na plataforma continental interna e média de São Paulo: forçantes e respostas*. 2019. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21135/tde-01042020-101255>. Acesso em: 23 jun. 2025.
- MARTINS, A. S.; PINHEIRO, H. T.; LEITE JÚNIOR, N. O. Biologia reprodutiva do camarão sete-barbas no centro-sul e sul do Espírito Santo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 39, n. 3, p. 205-215, 2013.
- MAZAKI, L. F.; SANTOS, A. P. F.; SALVATI, D. S.; ALVES-COSTA, F. A.; COSTA, R. C. Temporal variations in biomass and size of seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda: Penaeoidea) on the southern coast of São Paulo State, Brazil. *Nauplius*, v. 24, p. 1-9, 2016.

- MIAZAKI, L. F.; SANTOS, A. P. F.; SALVATI, D. S.; SIMÕES, S. M.; COSTA, R. C. Growth, longevity, and juvenile recruitment of the white shrimp *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Decapoda: Penaeoidea) in southeastern Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 40, n. 1, 2018.
- MIAZAKI, L. F.; HECKLER, G. S.; SANTOS, A. P. F. S.; CASTILHO, A. L.; PESCHINELLI, R. A.; COSTA, R. C. Growth parameters, longevity, and mortality of the seabob shrimp *Xiphopenaeus* spp. (Decapoda: Penaeidae) in four important fishing regions of southeastern Brazil. *Fisheries Oceanography*, v. 30, p. 499-514, 2021.
- MOSER, G. A. O.; GIANESELLA-GALVÃO, S. M. F. Biological and oceanographic upwelling indicators at Cabo Frio (RJ). *Revista Brasileira de Oceanografia*, v. 45, n. 1-2, p. 11-23, 1997.
- NIAMAIMANDI, N.; ARSHAD, A. B.; DAUD, S. K.; SAED, R. C.; KIABI, B. Population dynamic of green tiger prawn, *Penaeus semisulcatus* (De Haan) in Bushehr coastal waters, Persian Gulf. *Fisheries Research*, v. 86, p. 105-112, 2007.
- OKSANEN, J.; SIMPSON, G. L.; BLANCHET, F. G.; KINDT, R. *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.6-4, 2022. Disponível em: <https://cran.r-project.org/package=vegan>. Acesso em: 18 nov. 2025.
- PANTALEÃO, J. A. F.; CARVALHO-BATISTA, A.; FRANSOZO, A.; COSTA, R. C. The influence of upwelling on the diversity and distribution of marine shrimp (Penaeoidea and Caridea) in two tropical coastal areas of southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, v. 763, p. 381-395, 2016.
- PAULY, D. Length-converted catch curves and the seasonal growth of fishes. *Fishbyte*, v. 8, n. 3, p. 24-29, 1990.
- PAULY, D. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Journal du Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer*, v. 39, n. 2, p. 175-192, 1980.
- PERROCA, J. F.; MIAZAKI, L. F.; FRANSOZO, A.; FREIRE, F. A. M.; COSTA, R. C. Growth, longevity and mortality of pink shrimps *Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis* in southeastern Brazil. *Marine and Fishery Sciences*, v. 35, n. 2, p. 209-222, 2022.
- PEREZ-FARFANTE, I.; KENSLEY, B. *Penaeoid and segestoid shrimps and prawns of the world: keys and diagnoses for the families and genera*. Paris: Muséum national d'histoire naturelle, 1997. 233 p.

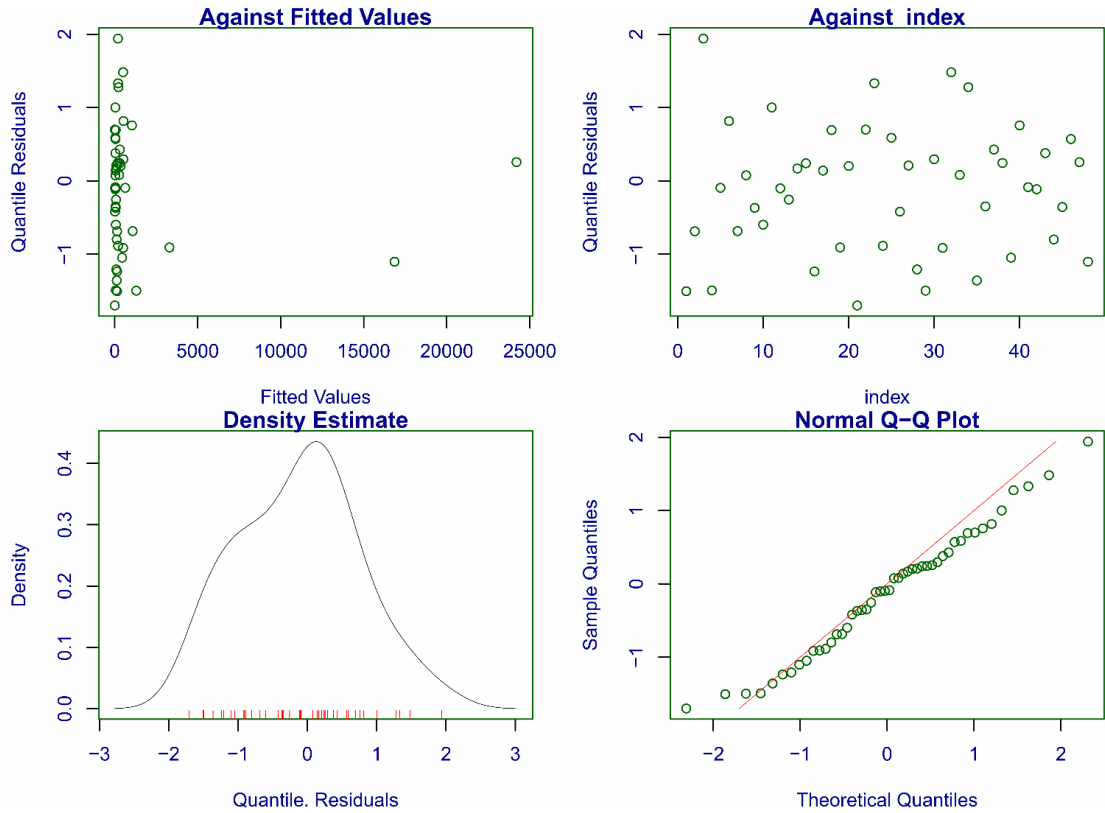
- PETRIELLA, A. M.; BOSCHI, E. E. Crecimiento en crustáceos decápodos: resultados de investigaciones realizadas en Argentina. *Investigaciones Marinas*, v. 25, p. 135-157, 1997.
- PIEDRABUENA, C.; SALAMA, A.; SAGLIETTI, D.; NAVARRO, G. *Exportaciones pesqueras: comportamiento de los principales mercados internacionales 2024*. Informe DPP 05-2025. Exportaciones Pesqueras Mercados Internacionales 2024. Buenos Aires: Subsecretaría de Recursos Acuáticos y Pesca, 2025.
- PESCINELLI, R. A.; DAVANSO, T. M.; PANTALEÃO, J. A. F.; CARVALHO-BATISTA, A.; BAUER, R. T.; COSTA, R. C. Population dynamics, relative growth and sex change of the protandric simultaneous hermaphrodite *Exhippolysmata oplophoroides* (Caridea: Lysmatidae) close to an upwelling area. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 98, n. 4, p. 727-734, 2018.
- R CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2025. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 25 fev. 2025.
- RAGAVAN, N.; KUGANATHAN, S.; DISSANAYAKE, D. C. T. Effects of juvenile mortality on population dynamics of *Penaeus semisulcatus*: a case study from Sri Lanka. *Fisheries Research*, v. 274, p. 106991, 2024.
- REDDIN, C. J.; DOCMAC, F.; O'CONNOR, N. E.; BOTHWELL, J. H.; HARROD, C. Coastal upwelling drives intertidal assemblage structure and trophic ecology. *PLoS ONE*, v. 10, n. 7, p. e0131234, 2015.
- RIGBY, R. A.; STASINOPOULOS, D. M. Generalized additive models for location, scale and shape. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, v. 54, n. 3, p. 507-554, 2005.
- RIGBY, R. A.; STASINOPOULOS, D. M.; HELLER, G. Z.; DE BASTIANI, F. *Distributions for modeling location, scale, and shape: using GAMLSS in R*. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC, 2019.
- RODRIGUES, R. R.; LORENZZETTI, J. A. A numerical study of the effects of bottom topography and coastline geometry on the Southeast Brazilian coastal upwelling. *Continental Shelf Research*, v. 21, p. 371-394, 2001.
- SAFAIE, M. Population dynamics for banana prawns, *Penaeus merguensis* de Man, 1888, in coastal waters off the northern part of the Persian Gulf, Iran. *Tropical Zoology*, v. 28, n. 1, p. 9-22, 2015.

- SAPUTRA, S. W.; SOLICHIN, A.; TAUFANI, W. T.; RUDIYANTI, S.; WIDYORINI, N. Growth parameter, mortality, recruitment pattern, and exploitation rate of white shrimp *Penaeus indicus* in northern coastal waters of Western Central Java, Indonesia. *Biodiversitas*, v. 20, n. 5, p. 1318-1324, 2019.
- SASTRY, A. N. Ecological aspects of reproduction. In: VERN-BERG, F. J.; VERN-BERG, W. B. (ed.). *The biology of Crustacea*. Environmental adaptations. v. 8. New York: Academic Press, 1983. p. 179-270.
- SANCINETTI, G. S.; AZEVEDO, A.; CASTILHO, A. L.; FRANSOZO, A.; COSTA, R. C. How marine upwelling influences the distribution of *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea)? *Latin American Journal of Aquatic Research*, v. 42, n. 2, p. 322-331, 2014.
- SANCINETTI, G. S.; AZEVEDO, A.; CASTILHO, A. L.; FRANSOZO, A.; COSTA, R. C. Population biology of the commercially exploited shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeidae) in an upwelling region in the western Atlantic: comparisons at different latitudes. *Brazilian Journal of Biology*, v. 75, n. 2, p. 305-313, 2015.
- SANCINETTI, G. S.; CASTILHO, A. L.; WOLF, M. R.; COSTA, R. C.; AZEVEDO, A.; FRANSOZO, A. Population dynamics of shrimp *Pleoticus muelleri* in an upwelling region and new implications for latitudinal gradient theories. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 99, n. 8, p. 1807–1815, 2019.
- SANTOS, A. P. F.; SIMÕES, S. M.; BOCHINI, G. L.; COSTA, C. H.; COSTA, R. C. Population parameters and the relationships between environmental factors and abundance of the *Acetes americanus* shrimp (Dendrobranchiata: Sergestidae) near a coastal upwelling region of Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 63, n. 3, p. 229-238, 2015.
- SANTOS, M. C. F. O camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) no Nordeste do Brasil. 1997. 232 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1997.
- SANTOS, M. C. F.; COELHO, P. A.; PORTO, M. R. Sinopse das informações sobre a biologia e pesca do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda, Penaeidae) no nordeste do Brasil. *Boletim Técnico Científico CEPENE*, v. 14, p. 141-178, 2006.
- SANTOS, R. A.; COSTA, R. C.; RODRIGUES, A. M. T. Avaliação do camarão *Pleoticus muelleri* (Spence Bate, 1888) (Decapoda: Solenoceridae). In: PINHEIRO,

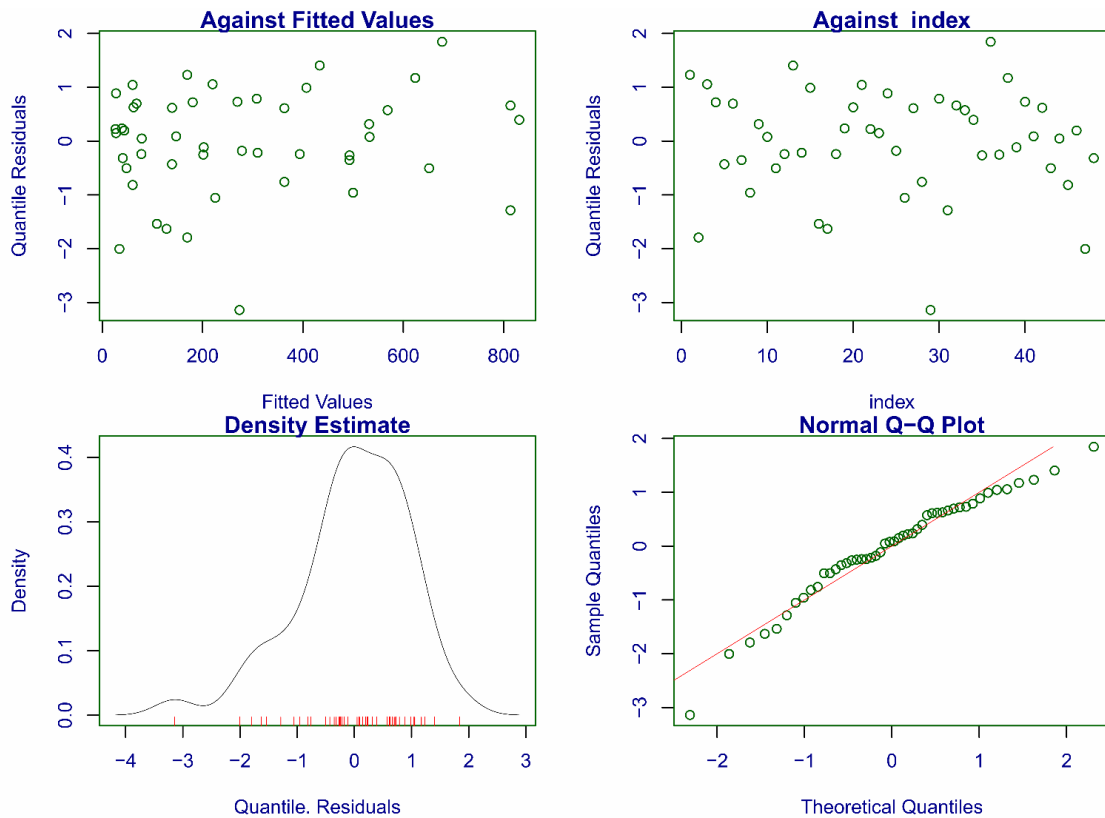
- M.; BOOS, H. (org.). *Livro vermelho dos crustáceos do Brasil: avaliação 2010-2014*. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Carcinologia - SBC, 2016. p. 412-419.
- SCELZO, M. A. Biología reproductiva del langostino y del camarón de las aguas marinas argentinas. *El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros*, v. 6, p. 71-88, 2016.
- SCELZO, M. A.; BOSCHI, E. E. Cultivo del langostino *Hymenopenaeus muelleri* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). *Physis*, v. 34, n. 88, p. 193-197, 1975.
- SCHIELZETH, H. Simple means to improve the interpretability of regression coefficients. *Methods in Ecology and Evolution*, v. 1, n. 2, p. 103-113, 2010.
- SILVA, E. R.; SANCINETTI, G. S.; FRANSOZO, A.; AZEVEDO, A.; COSTA, R. C. Biodiversity, distribution and abundance of shrimps Penaeoidea and Caridea communities in a region the vicinity of upwelling in Southeastern of Brazil. *Nauplius*, v. 22, n. 1, p. 1-11, 2014.
- SILVA, S. L. R.; SANTOS, R. C.; COSTA, R. C.; HIROSE, G. L. Growth and population structure of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Decapoda: Penaeidae) on the continental shelf of Sergipe, Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 99, n. 1, p. 81-92, 2019.
- SILVA, C. A. R.; FERNANDES, L. V. G.; SOUZA, F. E. S.; MAROTTA, H.; FERNANDES, F. C.; MELLO, T. M. S.; MONTEIRO, N. S. C.; ROCHA, A. A.; COUTINHO, R.; FERNANDES, L. D. A.; DAMASCENO, R. N.; SANTOS, L. C. dos. Carbonate system in the Cabo Frio upwelling. *Scientific Reports*, v. 13, p. 5292, 2023.
- SPARRE, P.; VENEMA, S. C. Estimación das taxas de mortalidade. In: *Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais: parte 1: manual*. Rome: FAO, 1997. p. 119-161. (FAO Documento Técnico sobre as Pescas, n. 306/1, Rev. 2).
- SOUZA, A. N.; ALMEIDA, A. C.; HIROKI, K. A. N.; BERNARDO, C. H.; BERNARDES, V. P., FRANSOZO, A., Responses of pink shrimp (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, p. 419-433, 2020.
- STASINOPOULOS, D. M.; RIGBY, R. A.; BASTIANI, F. D.; HELLER, G. Z. *Flexible regression and smoothing: using GAMLSS in R*. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC Press, 2017. 571p.

- STECH, J. L.; LORENZZETTI, J. A.; SILVA J. R. C. L. Observações por satélite da ressurgência de Cabo Frio. In: *VII Simpósio Latinoamericano de Percepção Remota*. Memórias [...]. Puerto Vallarta, México, 1995. p. 269-275.
- TAYLOR, C. C. Temperature and growth - the Pacific razor clam. *Journal du Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer*, v. 25, n. 1, p. 93-101, 1959.
- TAYLOR, C. C. Temperature, growth and mortality - the Pacific cockle. *Journal du Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer*, v. 26, n. 1, p. 117-124, 1960.
- VALENTIN, J. L. The Cabo Frio upwelling system, Brazil. In: SEELIGER, U.; KJERFVE, B. (ed.). *Coastal marine ecosystems of Latin America*. Berlin: Springer, 2001. v. 144. p. 97-105.
- VAZZOLER, A. E. A. M. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: EDUEM, 1996. 169 p.
- VON BERTALANFFY, L. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). *Human Biology*, v. 10, n. 2, p. 181-213, 1938.
- WILSON, K.; HARDY, I. C. W. Statistical analysis of sex ratios: an introduction. In: HARDY, I. C. W. (ed.). *Sex ratios: concepts and research methods*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. p. 48-92.
- WOOD, S. N. Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric, generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society*, v. 73, n. 1, p. 3-36, 2001.
- ZAR, J. H. *Biostatistical analysis*. 5. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2010. 944 p.
- ZUUR, A. F.; IENO, E. N.; SMITH, G. M. *Analyzing ecological data*. New York: Springer Science + Business Media, 2007. 672 p.
- ZUUR, A. F.; IENO, E. N.; WALKER, N.; SAVELIEV, A.; SMITH, G. *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R*. New York: Springer, 2009. 574 p.
- ZUUR, A. F.; IENO, E. N.; ELPHICK, C. S. A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. *Methods in Ecology and Evolution*, v. 1, n. 1, p. 3-14, 2010.

9. Material suplementar



Material suplementar 1 - Validação do modelo relacionando a abundância de juvenis de *Pleoticus muelleri* relacionado a variáveis ambientais (temperatura e salinidade) e temporais (estações do ano e períodos).



Material suplementar 2 - Validação do modelo relacionando a abundância de fêmeas reprodutivas de *Pleoticus muelleri* relacionado a variáveis ambientais (temperatura e salinidade) e temporais (estações do ano e períodos).