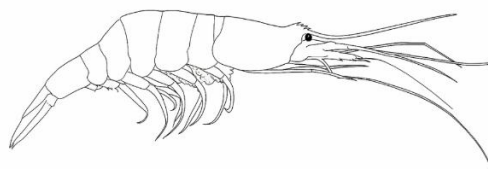


UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS – CAMPUS DE BAURU

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Estrutura populacional e características reprodutivas do camarão
carídeo *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis, 1950) em uma área
costeira do Brasil sob intensa pressão pesqueira**

Maria Clara dos Santos Nogara



BAURU
2025

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS – CAMPUS DE BAURU

BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**Estrutura populacional e características reprodutivas do camarão
carídeo *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis, 1950) em uma área
costeira do Brasil sob intensa pressão pesqueira**

Maria Clara dos Santos Nogara
Orientador: Prof. Dr. Rogerio Caetano da Costa
Coorientadora: Dr^a. Julia Fernandes Perroca

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Departamento de Ciências
Biológicas da Faculdade de Ciências da
Universidade Estadual Paulista – UNESP,
Campus de Bauru, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de
Bacharel em Ciências Biológicas.

BAURU
2025

N744e Nogara, Maria Clara dos Santos

 Estrutura populacional e características reprodutivas do camarão carídeo
Nematopalaemon schmitti (Holthuis, 1950) em uma área costeira do Brasil sob
intensa pressão pesqueira / Maria Clara dos Santos Nogara.- Bauru, 2025
53p. : tabs., fotos, mapas

 Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) -
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, Bauru
Orientador: Rogério Caetano da Costa
Coorientadora: Julia Fernandes Perroca
PIBIC CNPq (#136476/2024-4) e Edital PROPe 8/2024 (processo 14096)

 1. Desenvolvimento embrionário. 2.Fauna acompanhante. 3.
Fecundidade. 4. Investimento reprodutivo. 5. Razão Sexual. I. Título.

MARIA CLARA DOS SANTOS NOGARA

**Estrutura populacional e características reprodutivas do camarão carídeo
Nematopalaemon schmitti (Holthuis, 1950) em uma área costeira do Brasil
sob intensa pressão pesqueira**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Ciências Biológicas da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Bauru, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Rogério Caetano da Costa
Orientador
Faculdade de Ciências – UNESP – Bauru

Prof. Dr. Régis Augusto Pescinelli
Examinador
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP – Ribeirão Preto

Prof. Dr. Ricardo Utsonomia
Examinador
Faculdade de Ciências – UNESP – Bauru

BAURU
2025

**Eu sinto falta da minha casa, minha
mãe sente minha falta
Tudo bem, essa é a vida que eu escolhi
Desde pequeno falam que eu sou
curioso
Quem me viu, quem me vê, fala que eu
nunca cresci
Não tenho medo de errar, só medo de
desistir
Mas tenho vinte e poucos anos e não
vou parar aqui**

LAGUM. Ninguém me ensinou.

**À minha avó Floripes, primavera em flor,
cuja beleza e força fizeram brotar nossas
raízes. À minha família, fruto desse
florescer, abrigo de sombra e lar constante
em cada passo desta jornada.**

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço ao universo por me guiar até este momento, por cada experiência vivida, por cada pessoa que cruzou meu caminho e por todos os ventos que me trouxeram até este mar.

Ao meu orientador, Dr. Rogério Costa (Cebola), obrigada por me aceitar (e adotar) no LABCAM, e por mostrar caminhos que eu jamais imaginaria trilhar. Obrigada por confiar em mim, mesmo quando eu ainda duvidava do meu próprio passo. Sou grata pelas oportunidades, pelas conversas, pelas sugestões, e, principalmente, por me ensinar que a melhor parte da pesquisa é estar coletando no barco.

À minha coorientadora, Dra. Júlia Perroca (minha mamãe), obrigada por ter me guiado com tanto carinho, paciência e afeto durante essa jornada. Cada análise, correção e sugestão sua me ajudou a crescer e me fez ver o quanto sou capaz. Obrigada por acreditar em mim. Você sempre será minha inspiração!

À FAPESP, pelo apoio financeiro concedido ao projeto Temático BIOTA INTERCRUSTA (Proc. 2018/13685-5), que tornou possíveis as coletas e os materiais necessários para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao CNPq, pela bolsa de Iniciação Científica PIBIC – Edital PROPe 8/2024 (Processo 136476/2024-4), que me permitiu dedicar-me por completo a este projeto. Essa oportunidade foi mais do que um auxílio.

Ao Departamento de Ciências Biológicas da Faculdade de Ciências da UNESP, minha casa nos últimos anos, e onde vi meus primeiros sonhos se tornarem realidade dentro da Biologia. Aos professores, técnicos e monitores, que com paciência e generosidade me ensinaram muito além dos livros, minha eterna gratidão.

Ao Laboratório de Biologia de Camarões Marinhos e de Água Doce (LABCAM), que foi muito mais do que um espaço de pesquisa. Foi um lar. Entre planilhas e xícaras de café, encontrei uma família

A todos os membros do LABCAM: Milena, Daphine, Rafinha, Ana Francisca, Gabriel, Isadora, Leonardo, Matheus Sene, Sara, Gabriel, Diego Rolim, Ana Paula, Paulo Bernardo, Amanda (e Catarina), e aos ex-membros Heloísa, Larissa, Nádia, Júlia Perroca e Júlia Tadiotto,

obrigada por fazerem meus dias mais felizes e por tornarem o impossível, possível. É uma honra ter dividido o laboratório e a vida com vocês. Obrigada por serem minha família em Bauru, e por responderem cada “bonjour” pela manhã .

À Ma. Milena Jaconis (Mi), por ser o coração do LABCAM, e por transformá-lo em casa e acolhimento. Desde o primeiro dia, me senti parte da família por sua causa. Sou grata pela amizade, pelo carinho, e por todos os shows da Lagum que fomos (e ainda iremos).

À Dra. Daphine Herrera, obrigada por todo carinho, por cada “consultoria”, e por ser sinônimo de calma nos meus dias turbulentos.

À Dra. Ana Francisca (Kelps), companheira de almoços, corridas e comprinhas, obrigada por cada conversa e por cada pausa (eterna). Sempre serei sua “mini diva.”

Aos meus queridos amigos Leonardo (Léor) e Matheus Sene (Seninha), que me abriram as portas do laboratório e da vida, obrigada pela companhia, pelas risadas e pela parceria constante. Dividir essa fase com vocês foi minha grande sorte

À Turma de Ciências Biológicas 022, por serem a melhor turma que eu poderia ter. Mesmo com nossas diferenças, sempre estivemos unidos, e com o mesmo brilho no olhar pela Biologia. As viagens a Ubatuba e ao Pantanal só foram inesquecíveis porque foram com vocês. Obrigada, docinhos!

Aos meus amigos “Penguinos”: Maria Eduarda Gislotti, Manuela Cândido (Manu), Maria Eduarda Rodrigues (Mingau), Anna Júlia (Chen), Ana Luisa (Cilada), Henrique (Tadaka), Luísa Alves e Vinicius Gil (Malvadeza), obrigada por tornarem a graduação mais leve. Vocês foram meu respiro em meio à correria e minha lembrança constante de que a vida é muito melhor quando compartilhada.

À Laura Marião (Amy), minha mãe (e da Frida) da graduação, obrigada por cada abraço, cada conselho e por dividir a vida e a loucura da graduação comigo. Sua presença sempre foi calma, e abraço em forma de gente. Você transformou a graduação em um lugar mais bonito de estar.

À equipe de natação “UNBA ESPURU”, meu refúgio ao longo desses anos. Em especial, a Linda e Luigi Muzareli, Nicole e Ronny, minha família do “piscinão”, obrigada pela companhia, risadas e por sempre acreditarem no meu “eu vou voltar”.

À equipe do Ferradura, obrigada por tornarem minha graduação mais completa. Nesse projeto cresci, aprendi e me tornei uma profissional melhor. Em especial aos meus queridos Vinicius, Gabriel (Gabs), Beatriz e Bianca (Bibis), dividir o trabalho com vocês tornou tudo mais leve e divertido, obrigada por todos esses anos juntos. E, claro, um agradecimento especial a cada aluno que já tive, com vocês aprendi mais do que jamais imaginei ensinar.

À minha psicóloga, Marta, por me ajudar a encontrar calma mesmo em meio ao caos. Sua escuta, paciência e cuidado foram fundamentais para que eu chegasse até aqui inteira, e principalmente, em paz.

Ao meu amor, Gabriel Frankin (Naldo), por todos os anos que compartilhamos e por todos os que ainda virão. Você é a mistura perfeita das canções mais bonitas que a MPB já gravou e de todas as cartas de amor que já foram escritas. Com você, aprendi sobre os amores leves, cotidianos, que florescem até nas segundas-feiras. Obrigada por estar ao meu lado em cada fase, sendo casa e cuidado, mesmo diante da correria da graduação. Dividir a pesquisa contigo me permite enxergar e almejar novos horizontes. Nunca imaginei encontrar o amor na faculdade, mas o universo tratou de cruzar nossos caminhos em uma república qualquer. Dizer “te amo” parece pouco diante da imensidão que sinto por você.

À minha gata, Morgana Lazúli, por preencher meus dias com seus miados e ronronados, e por cada recepção ao final do dia. Você fez do meu apartamento um lar menos silencioso, e cheio de amor.

À minha família, que sempre me ensinou sobre amor, empatia e fé. Obrigada por me apoiarem desde o vestibular, por acreditarem em mim mesmo à distância, e por me receberem sempre com um sorriso no rosto. Amo vocês infinitamente.

À minha madrinha e bióloga, Silvia, obrigada por estar sempre presente e por ser exemplo de dedicação. Com muita alegria, hoje posso dizer que seremos colegas de área!

À minha prima, Júlia Rodrigues (Guiga), o Pinky do meu Cérebro, obrigada por sempre acreditar em mim, mesmo quando troquei as Barbies pelos camarões. Agradeço por cada conforto e pão com mortadela que dividimos no café da tarde, com você descobri que o amor está nas pequenas coisas, minha TXAI.

Aos meus sobrinhos, Gael e Bento, espero que esse trabalho os inspire a também seguirem seus sonhos, por mais improváveis que pareçam.

À minha avó Floripes, alicerce da minha família, que com seu amor pelas plantas me aproximou da Biologia sem que eu percebesse. Fico feliz, e grata por dizer que nossa promessa foi cumprida!

Aos meus pais, Denise Antunes e Luciano Nogara, por todo amor, paciência e dedicação ao longo desses anos. Cada conquista minha é reflexo do amor de vocês. Essa vitória não é só minha, é nossa, e representa apenas uma pequena parte do que desejo retribuir. Me faltam palavras para expressar o quanto sou grata e sortuda por ter vocês. Mesmo a 329 km de distância, sempre me sinto perto de casa. Como disse Lagum, existem desvantagens de amar alguém que mora longe, mas às vezes a gente mergulha no acaso só pra sentir saudade e poder voltar. E eu sempre voltarei pra vocês! Amo vocês.

E a todos que viram cada crescer da Maria Clara (Kawa), saibam que há um pedaço de cada um de vocês aqui. Em cada página deste trabalho, há um pouco de mim... e, em mim, um pouco de vocês!

Sumário

Resumo	9
Abstract.....	10
1. Introdução.....	11
2. Objetivos.....	15
3. Material e métodos	16
3.1. Área de estudo	16
3.2. Coleta de camarões	16
4.Resultados.....	23
4.1. Fatores Ambientais	23
4.2. Abundância e influência ambiental.....	25
4.3. Estrutura populacional	27
4.4. Razão sexual	28
4.5. Aspectos reprodutivos.....	29
5.Discussão	32
5.1. Aspectos populacionais.....	32
5.2. Aspectos reprodutivos.....	34
6.Conclusões.....	38
7.Financiamento	40
8.Referências	41

NOGARA, Maria Clara dos Santos. **Estrutura populacional e características reprodutivas do camarão carídeo *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis, 1950) em uma área costeira do Brasil sob intensa pressão pesqueira.** 53 f. Trabalhos de Conclusão de Curso – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, Bauru, 2025.

Resumo

No litoral paulista, a pesca de arrasto camaroeira apresenta baixa seletividade, resultando na captura elevada de fauna acompanhante, incluindo o camarão carídeo *Nematopalaemon schmitti*, espécie de ampla distribuição e papel importante na cadeia alimentar. Este estudo teve como objetivo analisar a biologia reprodutiva e populacional de *N. schmitti* na Baía de Ubatuba (SP), com coletas mensais realizadas entre julho/2021 e junho/2022, utilizando redes de arrasto duplo. A população foi avaliada quanto ao comprimento de carapaça, e as fêmeas ovígeras quanto à fecundidade, volume dos ovos, estágio embrionário e investimento reprodutivo. Foram amostrados 553 indivíduos de *N. schmitti*, sendo 198 machos e 355 fêmeas; destas, 220 foram fêmeas ovígeras. A maior frequência de captura de *Nematopalaemon schmitti* no inverno pode estar relacionada à migração da espécie para áreas mais rasas, em busca de condições térmicas mais favoráveis, conforme seu limite de tolerância descrito na literatura (20–21 °C). Observou-se ainda uma proporção sexual próxima de 1:1 e dimorfismo sexual associado ao tamanho, com fêmeas predominando nas maiores classes e machos nas menores, padrão comum entre carídeos de sistema promíscuo. A fecundidade variou de 49 a 3.455 ovos, correlacionando-se positivamente com o tamanho corporal, e apresentou redução ao longo dos estágios embrionários, com perda média de 46,76% dos ovos. O investimento reprodutivo médio foi de $10,83 \pm 6,59\%$. Os resultados indicam uma tendência à sazonalidade em relação à reprodução de *N. schmitti*, mas a ausência de registros nos demais meses sugere limitações das coletas e possível influência de migrações. O estudo contribui com dados mais robustos sobre a biologia reprodutiva da espécie, reforçando a necessidade de revisão das práticas pesqueiras e implementação de medidas de manejo que reduzam impactos sobre a fauna acompanhante, promovendo conservação e uso sustentável dos recursos marinhos.

Palavras-chave: Desenvolvimento embrionário, Fauna acompanhante, Fecundidade, Investimento reprodutivo, Razão sexual.

NOGARA, Maria Clara dos Santos. **Population structure and reproductive traits of the caridean shrimp *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis, 1950) in a coastal area of Brazil under intense fishing pressure.** 53 f. Undergraduate Thesis – São Paulo State University (UNESP), Faculty of Sciences, Bauru, 2025.

Abstract

On the coast of São Paulo, shrimp trawling is characterized by low selectivity, resulting in a high capture rate of bycatch species, including the caridean shrimp *Nematopalaemon schmitti*, a widely distributed species with an important role in the food web. This study aimed to analyze the reproductive and population biology of *N. schmitti* in Ubatuba Bay (SP), with monthly collections conducted between July 2021 and June 2022 using double rig trawl nets. The population was evaluated in terms of carapace length, and ovigerous females were analyzed for fecundity, egg volume, embryonic stage, and reproductive output. A total of 553 individuals of *N. schmitti* were sampled, including 198 males and 355 females, of which 220 were ovigerous. The higher frequency of *N. schmitti* captures during winter may be related to the species' migration to shallower areas in search of more favorable thermal conditions, as described in its thermal tolerance range (20–21 °C) in the literature. A near 1:1 sex ratio was observed, along with size-related sexual dimorphism, with females dominating the larger size classes and males the smaller ones, a common pattern among caridean shrimps with a promiscuous mating system. Fecundity ranged from 49 to 3,455 eggs, showing a positive correlation with body size, and decreased throughout embryonic development, with an average egg loss of 46.76%. The mean reproductive investment was $10.83 \pm 6.59\%$. The results indicate a trend toward seasonality in the reproduction of *N. schmitti*, but the absence of records during other months suggests sampling limitations and possible migratory influences. This study provides more robust data on the reproductive biology of the species, reinforcing the need to revise fishing practices and implement management measures to reduce impacts on bycatch fauna, thereby promoting the conservation and sustainable use of marine resources.

Key words: Bycatch, Embryonic development, Fecundity, Reproductive output, Sex ratio.

1. Introdução

Desde o início da história humana, a atividade pesqueira, sempre teve grande importância social, cultural e econômica. A pesca desempenha papel crucial na segurança alimentar e na nutrição, sendo fonte de proteína animal, além de gerar empregos e rendas, contribuindo para o desenvolvimento mundial (Dias Neto, 2003; Oyinlola et al., 2018; Passarone et al., 2024).

Segundo o Relatório da Comissão Mundial Independente sobre os Oceanos (CMIO), e publicado em 1999 pela Comissão Nacional Independente sobre os Oceanos (CNIO):

Os oceanos têm sido tradicionalmente considerados como fonte segura de riqueza, oportunidade e abundância. A vastidão do espaço oceânico, que tanto alimentou nossa inspiração e curiosidade, arrastou consigo a sugestão de que existiria pouco ou nenhum limite ao seu uso e abuso. Nosso crescente conhecimento dos oceanos mudou profundamente essa percepção. Conduziu a um reconhecimento cada vez maior não só da importância dos oceanos para o progresso social e econômico como também de sua vulnerabilidade. Sabemos hoje que a abundância dá lugar à escassez – em alguns casos a um ritmo alarmante – e a conflitos originados pela utilização desregrada dos mares. (CNIO, 1999, p. 15).

O rápido crescimento da população humana, resulta em uma maior demanda global por alimentos, o que influencia diretamente na busca por métodos de produção mais eficazes, mesmo que insustentáveis (Lira et al., 2021). Nesse contexto, o crescimento da atividade pesqueira, para atender o mercado econômico, levanta preocupações à respeito da sustentabilidade e conservação dos recursos marinhos (Villasante et al., 2010; Du et al., 2021; Sanjay et al., 2024). De acordo com a Food and Agriculture Organization (FAO, 2023), a produção mundial de pesca e aquicultura apresentou um crescimento de 45% entre 2000 e 2021, alcançando 182 milhões de toneladas em 2021. Embora essa expansão tenha contribuído para a segurança alimentar e o desenvolvimento econômico, ela também evidencia os riscos associados à sobre-exploração e à degradação da biodiversidade aquática

O Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) aponta que a atividade pesqueira possui grande impacto sociocultural no Brasil, e o aumento de sua produção relaciona-se à demanda do mercado econômico. Embora a atividade pesqueira no país seja regida pela Lei nº 11.959, de 29 de junho de 2009, onde estabelece-se a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, que visa assegurar a sustentabilidade dos recursos pesqueiros e promover práticas de manejo compatíveis com a conservação da biodiversidade e os

ecossistemas aquáticos, historicamente, nota-se um desenvolvimento desordenado da pesca.

Paiva (1997) identificou evidências de declínio e colapso da exploração pesqueira, por meio das pescarias industriais, estuarinas ou marinhas, decorrentes do aumento descontrolado da captura. O aumento das frotas pesqueiras ameaça a sobrevivência das espécies marinhas, levando à redução e o esgotamento de recursos (Brasil, 2009; Villasante et al., 2010; Du et al., 2021; FAO, 2023). Os padrões de exploração dos recursos pesqueiros variam desde práticas simples e de baixo impacto ambiental, como a pesca com linha e anzol, até métodos de alto impacto, como o arrasto (Dias Neto, 2003). Esta última modalidade, realizada por meio de embarcações que rebocam redes, está entre as que mais impactam os ecossistemas marinhos em escala global, sendo responsável por mais da metade das capturas mundiais (Pérez Roda et al., 2019; Hilborn et al., 2023; McLaverty et al., 2024). Apesar da alta produtividade, o arrasto apresenta baixos níveis de seletividade e causa grandes impactos nos habitats, na estrutura do fundo marinho e na biodiversidade das comunidades (Davies et al., 2018; Johnson et al., 2015; Ortega et al., 2018; Cerbule et al., 2021; Lira et al., 2021). Ao atuar em áreas de elevada biodiversidade, essa prática desestabiliza ecossistemas, provocando alterações na cadeia alimentar, na distribuição e na abundância das espécies (Mantelatto et al., 1995; Kaiser et al., 2002; Branco & Verani, 2006; Cattani, 2011; Hamilton & Baker, 2019; Larsen et al., 2021).

No Brasil, a pesca de arrasto é realizada principalmente em águas rasas ao longo de toda a costa, em especial no Estado de São Paulo ela objetiva a captura de espécies pertencentes a família Penaeidae, as quais possuem grande interesse econômico (D’Incao et al., 2002; Costa et al., 2007; Simões et al., 2010; Carvalho-Batista et al., 2012; Bochini et al., 2014; Costa et al., 2016; Miazaki et al., 2021; Perroca et al., 2022), como os camarões-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Perez-Farfante, 1967) e *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817), o camarão branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936), o camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), o camarão-barba-ruça *Artemesia longinaris* (Bate, 1888), e o camarão santana *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888). No entanto, a baixa seletividade das redes, atribuída ao pequeno tamanho das malhas, leva à captura de espécies com tamanho semelhante ao dos camarões-alvo, resultando em um elevado volume de organismos sem valor comercial, denominados como captura acessória ou *bycatch*, que podem representar 95% do peso de uma captura típica (Graça-Lopes et al., 2002; Keledjian et al., 2014; Cerbule et al., 2021; Du et al., 2021; Sanjay et al., 2024).

O aumento da exploração comercial de camarões levantou preocupações a respeito da sobre-exploração e, conforme a Lista Vermelha da IUCN, o número de espécies de interesse

comercial ameaçadas de extinção aumentou significativamente entre 2004 e 2014. No litoral paulista os estoques das espécies-alvo (camarões rosa e sete-barbas) se encontram sobre-explotados (Miazaki et al., 2021; Perroca et al., 2022). Diante de uma pesca não seletiva, os alvos comerciais e a fauna acompanhante são expostos aos mesmos mecanismos de exploração, tendo seus aspectos populacionais e reprodutivos afetados (Simpson & Watling, 2006; Du et al., 2021; Hilborn et al., 2023; Wright, 2023). Segundo o Código de Conduta para a Pesca Responsável (FAO, 1995) toda a captura, incluindo espécies-alvo e *bycatch*, deve ser manejada de forma ecologicamente sustentável, sendo necessária a descrição das zonas de pesca e a verificação dos fatores que influenciam a abundância das espécies capturadas (Dias Neto, 2011 Lira et al., 2021).

Frequentemente capturada como *bycatch*, a infraordem Caridea compreende pouco mais de 3.400 espécies (Ahyong et al., 2011), sendo as famílias Alpheidae e Palaemonidae as que contêm o maior número de espécies (Anker e Pachelle, 2013; Wicksten e Hendrickx, 2003). Os carídeos apresetam cuidado parental, no qual as fêmeas carregam os ovos fertilizados junto aos pleópodos até a eclosão das larvas. Isso garante a proteção da prole durante a incubação e o desenvolvimento embrionário, reduzindo a exposição às variações do ambiente bentônico (Bauer, 2004; Corey & Reid, 1991; Clarke, 1993). As espécies apresentam a pleura do segundo somito abdominal alongada, cobrindo parcialmente as estruturas adjacentes, morfologia esta que os diferencia os carídeos de outros camarões (Bliss, 1990; Fielder, 2000).

Como componente da fauna acompanhante da pesca de arrasto em Ubatuba, o camarão carídeo *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis, 1950) (Figura 1) desempenha um papel fundamental na cadeia trófica, servindo como fonte de alimento para diversos organismos (Fransozo et al., 2009; Almeida et al., 2012; Herrera et al., 2017; Pereira et al., 2017). A espécie possui ampla distribuição geográfica, sendo encontrada desde a Venezuela, Suriname, Guiana, Guiana Francesa até o Brasil, do o Amapá ao Rio Grande do Sul, habitando profundidades que variam de áreas muito rasas até 75 metros (Holthuis, 1980; Ferreira et al., 2010).



Figura 1 – *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis 1950). Vista lateral de uma fêmea ovígera. Barra de escala corresponde a 1,0 cm

O estudo do ciclo de vida das espécies é essencial para compreender a biologia populacional e o papel ecológico nos ecossistemas, pois revela como os organismos alocam seus recursos energéticos em crescimento, desenvolvimento e reprodução (Rumbold, 2015). A estratégia reprodutiva em camarões carídeos pode ser influenciada por fatores ambientais, como temperatura, salinidade e disponibilidade de alimentos (Boddeke, 1982; Anger & Moreira, 1998; Pescinelli et al., 2017). Nos crustáceos, a fecundidade e o tamanho dos embriões são indicadores vitais do potencial reprodutivo, embriogênese e investimento energético na produção de ovos (Ramirez Llodra, 2002; Hattori & Pinheiro, 2003; Nogueira et al., 2020; Lima-Silva et al., 2022; Talamonte et al., 2022).

A investigação sobre a biologia de camarões não-alvo em áreas de pesca, como *N. schmitti*, pode possibilitar uma maior compreensão sobre os ecossistemas afetados pelo desequilíbrio causado por essa atividade (Wehrtmann, 1990; Almeida et al., 2012; Pereira et al., 2017). Esse conhecimento é fundamental para promover práticas de manejo mais sustentáveis e reduzir o risco de extinção de espécies não visadas pela pesca comercial, pois de uma (Dias Neto, 2003; Elliott et al., 2022; Wright, 2023; Sanjay et al., 2024).

Embora aspectos da distribuição e da reprodução de *N. schmitti* tenham sido investigados anteriormente em Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo, dados atualizados sobre sua biologia populacional em áreas submetidas à intensificação da pesca ainda são necessários a fins de monitoramento (Fransozo et al., 2009; Almeida et al., 2011, 2012; Pereira et al., 2017).

2. Objetivos

Considerando a crescente pressão pesqueira e a sobre-exploração das espécies-alvo no litoral norte de São Paulo (Miazaki et al., 2021; Perroca et al., 2022), este estudo teve como objetivo avaliar de forma abrangente a estrutura populacional e certos aspectos reprodutivos de *N. schmitti*.

Para tal, foram averiguados os seguintes objetivos específicos:

- Analisar a abundância da espécie na região de Ubatuba;
- Determinar a estrutura populacional da espécie com base na distribuição e frequência por classes de tamanho, determinar a razão sexual;
- Determinar o período reprodutivo de *N. schmitti* em relação as variáveis ambientais, com base na presença de fêmeas ovígeras e comparar com estudos anteriores;
- Estimar a fecundidade das fêmeas;
- Avaliar o volume dos ovos, o investimento reprodutivo ao longo dos meses, e verificar se há perda significativa de ovos entre os estágios de desenvolvimento dos embriões;

3. Material e métodos

3.1. Área de estudo

A Baía de Ubatuba, situada no litoral norte do Estado de São Paulo/SP (23°26' S e 45°01' W), possui uma área total de aproximadamente 8 km², sendo 4,5 km de largura na entrada e diminuindo em direção à praia (Mantelatto e Fransozo, 1999, 2000). Quatro rios confluem na baía, sendo eles Rio Indaía, Rio Grande, Rio Lagoa e Rio Acaraú, influenciando a salinidade e fornecimento de matéria orgânica essencial para a comunidade bentônica (Mantelatto & Fransozo, 1999).

Segundo Castro-Filho et al. (1987), a região de Ubatuba é influenciada por três massas de água, que possuem características particulares, e uma distribuição distinta de acordo com as estações do ano, sendo elas a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), Água Costeira (AC) e a Água Tropical (AT). A ACAS ($t > 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $s < 36\%$) e a AC ($t > 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $s < 36\%$) apresentam temperaturas e salinidades baixas, enquanto a AT ($t > 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $s > 36\%$), oriunda da Corrente do Brasil, é caracterizada por valores mais altos. Na primavera e no verão, a ACAS é predominante em relação a AC e AT, que se misturam na camada sub-superficial. No inverno, AC torna-se dominante na região costeira, enquanto AT nas áreas mais afastadas da costa (Castro-Filho, 1987).

O litoral de Ubatuba pode ser considerado uma zona de transição ecológica e faunística, devido às características de semi-confinamento, ocasionadas pelo recorte geográfico formando enseadas e baías, promovendo o estabelecimento de diferentes espécies, entre elas, carídeos (Palácio, 1982; Góes, 2000). O centro urbano da região concentra os serviços econômicos, majoritariamente voltados para o turismo e a pesca (Mantelatto & Fransozo, 1999; Cardoso, 2000). Tais atividades possuem um caráter de expansão intensa e desordenada, destacando a pesqueira, que desde 1980 tem causado uma redução nos estoques de camarões e outros pescados (D’Incao et al, 2002; Carneiro, 2012). Atualmente, Ubatuba é uma área tradicional para captura de camarões, contando com cerca de 150 barcos artesanais operando (PMAP-SP 2023).

3.2. Coleta de camarões

As coletas ocorreram mensalmente na Baía de Ubatuba, entre julho de 2021 e junho de 2022. O esforço amostral foi efetuado por meio de um barco de pesca de arrasto (Figura 2),

equipado com redes duas redes com malha de abertura de 20mm e 18mm no saco final, operando com uma velocidade de 1,7 nós. Os arrastos tiveram duração de 30 minutos por ponto amostral, abrangendo uma área de 18.000 m².



Figura 2 – Barco camaroeiro equipado com redes de arrasto duplo, utilizados para as amostragens do presente estudo.

Os pontos escolhidos tiveram como parâmetro a localidade na enseada e a interferência das ondas (Figura 3), contemplando diferentes profundidades (Tabela 1). O ponto 1, com 15 m, está localizado na área central da abertura da enseada; o ponto 2, com 10,4 m, é o mais influenciado pela ação das ondas; o ponto 3, situado a 5 m, é o mais raso; o ponto 4, com 9,2 m, é o mais abrigado em relação à ação das ondas do mar aberto (Perroca et al., 2022; Jaconis et al., 2024). Os pontos 1 e 3 estão localizados paralelamente a linha da praia e os pontos 2 e 4 perpendicularmente a linha da praia. Após cada arrasto, os camarões foram armazenados em sacos plásticos, etiquetados e mantidos no gelo.



Figura 3 – Pontos amostrais (1, 2, 3 e 4) na Enseada de Ubatuba, litoral norte do estado de São Paulo, Brasil.

Tabela 1. Profundidade (m) e localização (GPS) de cada transecto amostrado

Ponto	Coordenadas (GPS)	Profundidade (m)
1	23° 26' 42'' s / 44° 59' 57'' w	15 m
2	23° 25' 16'' s / 45° 00' 57'' w	10.4 m
3	23° 26' 48'' s / 45° 02' 12'' w	5 m
4	23° 26' 33'' s / 45° 03' 15'' w	9.2 m

Mensalmente, em cada arrasto, amostras de água de fundo foram coletadas com uma garrafa Van Dorn, e a aferição da temperatura foi realizada por meio de um termômetro de mercúrio (°C). A salinidade foi determinada por meio de um refratômetro óptico (escala de 0–100). Para análise de granulometria e teor de matéria orgânica, utilizando uma draga de Van Veen, amostras de sedimento foram coletadas e armazenadas em gelo, para posterior obtenção dos valores de granulometria e conteúdo de matéria orgânica (Tucker, 1988; Mantelatto & Fransozo, 1999; Jaconis et al., 2024). No laboratório, 200 g de sedimento foram secos a 70 °C durante 72 horas, divididos em partes menores e submetidos às análises de matéria orgânica e granulometria, utilizando a escala de Wentworth (1922). O valor Phi (diâmetro médio) foi usado de acordo com Suguio (1973) para calcular a tendência central do sedimento. Por meio de ensaio de perda ao fogo, o teor de matéria orgânica (%) foi determinado. Para cada subárea e mês de coleta, três alíquotas de 10 g de sedimento foram acondicionadas em cadinhos de porcelana e calcinadas a 500 °C durante 3 horas. Após o resfriamento, as amostras foram

novamente pesadas, sendo a perda de massa atribuída ao conteúdo de matéria orgânica. Posteriormente, os valores mensais obtidos para cada parâmetro ambiental foram agrupados e utilizados para o cálculo das médias sazonais.

3.3. Processamento e análise de dados

As variáveis ambientais foram comparadas entre Estações e Pontos por meio da Análise de Variância Multivariada por Permutação (PERMANOVA), com correção de Bonferroni baseada em 9,999 permutações, utilizando a função “adonis2” do pacote “vegan” (Oksanen et al., 2022). A matriz padronizada de dados bióticos foi calculada utilizando a Distância Euclidiana e representada graficamente por meio de uma Análise de Componentes Principais (PCA) para a primeira comparação. O coeficiente de correlação de postos de Spearman, via Rstudio, foi utilizado para descrever a relação da variável comprimento de carapaça (CC), com as variáveis fecundidade (FEC) e investimento reprodutivo (IR).

Em laboratório, os camarões foram identificados segundo Holthuis (1950), triados e sexados. A diferenciação sexual foi realizada com base na morfologia do endopodito do segundo par de pleópodos, característica diagnóstica em carídeos (Bauer, 2004). Nos machos, essa estrutura apresenta dois apêndices: um maior, denominado apêndice masculino, e outro menor, conhecido como apêndice interno (Herrera et al., 2021). Nas fêmeas, observa-se apenas a presença do apêndice interno no endopodito pleopodial (Herrera et al., 2021) (Figura 4). Fêmeas ovígeras, com embriões em diferentes estágios de desenvolvimento, foram armazenadas individualmente em sacos tipo “ziplock” contendo álcool 70%, a fim de preservar a integridade dos ovos.



Figura 4 – *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis, 1950). Morfologia do endopodito do segundo par de pleópodos, (A) fêmea e (B) macho, respectivamente. Seta indica o apêndice masculino. Barra de escala corresponde a 1,0 mm

Todos os indivíduos de *N. schmitti* tiveram o comprimento da carapaça (CL) mensurado, entre o ângulo orbital e a margem posterior da carapaça, utilizando um paquímetro com precisão de 0,01 mm (Figura 5).



Figura 5– *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis, 1950). Distância entre o ângulo orbital e a margem posterior da carapaça. Barra de escala corresponde a 1,0 mm

A estrutura populacional de *N. schmitti* foi analisada a partir da relação do número total de indivíduos por classe demográfica ao longo de todos os meses de amostragem. Os camarões foram distribuídos em 18 classes de tamanho, definidas segundo o método de Sturges (1926). Os dados foram testados quanto à homoscedasticidade (*Teste de Levene*) e normalidade (*Shapiro-Wilk* e *Kolmogorov-Smirnov*), e de acordo com os resultados, os testes estatísticos mais adequados foram selecionados para cada análise (Zuur et al., 2009). A variação do comprimento da carapaça (CC) entre as categorias demográficas foi analisada por meio da Análise de Variância (ANOVA One Way) seguida do teste a posteriori de Tukey ($\alpha < 0.05$). A razão sexual foi estimada como o quociente entre o número de machos e o número total de camarões capturados por mês. Uma razão sexual maior ou menor que 0,5 indica que a população está enviesada para machos ou fêmeas, respectivamente (Miazaki et al., 2019). Desvios da razão sexual 1:1 foram testados utilizando o teste binomial ($\alpha = 0,05$) (Wilson & Hardy, 2002; Baeza et al., 2013).

Os ovos foram cuidadosamente removidos em uma placa de Petri com o auxílio de uma pipeta, por meio de pequenos jatos de álcool dirigidos à massa ovígera (Lima-Silva et al., 2022). Usando agulhas e pinças, o restante da massa aderida entre as partes do camarão foi retirada, assegurando que nenhum ovo permanecesse no corpo da fêmea (Nogueira et al., 2020) (Figura 6).



Figura 6 – *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis, 1950). Embriões na região dos pleópodos da fêmea ovígera. Barra de escala corresponde a 1,0 mm

Em cada massa ovígera, a classificação dos estágios embrionários foi realizada por meio

do registro de fotos obtidas pela câmera AxioCam ERc 5s acoplada ao estereomicroscópio Zeiss Stemi 2000 C e software AxioVision v.4.8.2 Carl Zeiss MicroImaging GmbH. Os estágios de desenvolvimento foram classificados de acordo com Wehrtmann (1990): estágio inicial (I), caracterizado por ovos sem olhos visíveis e com vitelo ocupando a maior parte do volume (75 a 100%); estágio intermediário (II), com olhos levemente desenvolvidos e visíveis, e uma diminuição na quantidade de vitelo para cerca de 50 a 70% do volume dos ovos; e, por último, estágio final (III), em que os olhos estão completamente desenvolvidos e visíveis, e há uma quantidade mínima de vitelo no ovo, entre 25 a 50% do volume (Figura 7).



Figura 7 – *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis, 1950). Desenvolvimento embrionário: inicial (A), intermediário (B) e final (C). Barras de escala correspondem a 0,5 mm.

Posteriormente, foi verificado o tamanho de 20 ovos em estereomicroscópio, medindo o maior (d_1) e o menor (d_2) diâmetro, para que seja possível o cálculo do volume (EV) do mesmo a partir da fórmula $v = [1/6 * \pi * (d_1)^2 * d_2]$, assumindo 3,14 como valor de π (Bauer, 1991). Todos os ovos, independentemente de seu estágio de desenvolvimento, foram analisados à fim de observar um possível aumento no volume (Nogueira et al., 2020; Talamonte et al., 2022).

O período reprodutivo foi averiguado a partir do número de fêmeas ovígeras em relação ao número total de fêmeas adultas. Para estimar a fecundidade (FEC), foram selecionadas 20 fêmeas ovígeras por mês da população total coletada. Nos meses em que o número de fêmeas ovígeras capturadas foi inferior a esse valor, todos os indivíduos disponíveis foram utilizados. O número de ovos foi contabilizado individualmente em cada fêmea, e posteriormente a FEC foi analisada em relação aos diferentes estágios de desenvolvimento embrionário. A variação da fecundidade entre os diferentes estágios de desenvolvimento foi realizada por meio de Análise de Variância (ANOVA One Way) seguida do teste a posteriori de Tukey ($\alpha < 0.05$). A perda de ovos foi estimada comparando a média do número de ovos entre os estágios iniciais e finais do desenvolvimento embrionário (Anger & Moreira, 1998), utilizando o teste de Student

(Zar, 2010).

Para estimar o investimento reprodutivo (IR), cada fêmea e sua respectiva massa de ovos foram submetidas separadamente a uma temperatura de 60°C por 24 horas em estufa para secagem. O peso seco foi então determinado com o auxílio de uma balança de precisão (0,0001 g). Por meio da fórmula $FO = EW/FW$, obtemos o valor do investimento reprodutivo, que consiste na divisão do peso seco da massa ovígera (EW) pela massa seca da fêmea sem ovos (FW) (Clarke et al., 1991). O IR foi estimado apenas para fêmeas carregando ovos no estágio inicial, uma vez que a perda de ovos durante a incubação pode levar a uma subestimação do IR (Balasundaram & Pandian, 1982; Zimmermann et al., 2015). As relações CL vs FEC e CL vs IR foram averiguadas por meio de Regressão Linear Simples ($\alpha = 0,05$).

4.Resultados

4.1. Fatores Ambientais

A menor média de temperatura foi registrada na primavera ($19,9 \pm 1,88$ °C), seguida

pelo inverno ($22,3 \pm 0,77$ °C), enquanto as maiores médias ocorreram no verão ($25,5 \pm 1,56$ °C) e no outono ($23,3 \pm 0,49$ °C).

Em relação à salinidade, o outono apresentou a menor média ($34,75 \pm 0,45$), seguida pela primavera ($35,50 \pm 0,67$), tanto o inverno ($35,91 \pm 0,99$), quanto o verão ($35,91 \pm 0,66$) apresentaram valores similares.

Quanto à matéria orgânica (MO), o verão ($3,77 \pm 2,46$) apresentou o menor valor médio, seguido pelo outono ($6,90 \pm 4,28$), primavera ($7,20 \pm 5,81$) e inverno ($9,75 \pm 5,91$). Ao longo de todos os meses, os fragmentos biodetríticos foram classificados como areia muito fina.

Tabela 2. Monitoramento sazonal dos fatores abióticos em Ubatuba no período de julho/21 a junho/22. Valores expressos como média + desvio padrão, mínimo e máximo.

Fatores abióticos	Estações	Média	Mínimo	Máximo
Temperatura	Inverno	$22,3 \pm 0,77$ °C	21 °C	24 °C
	Primavera	$19,9 \pm 1,88$ °C	18 °C	24 °C
	Verão	$25,5 \pm 1,56$ °C	23 °C	28 °C
	Outono	$23,3 \pm 0,49$ °C	23 °C	24 °C
Salinidade	Inverno	$35,91 \pm 0,99$	34,0	37,0
	Primavera	$35,50 \pm 0,67$	35,0	37,0
	Verão	$35,91 \pm 0,66$	35,0	37,0
	Outono	$34,75 \pm 0,45$	34,0	35,0
Matéria orgânica (MO)	Inverno	$9,75 \pm 5,91$	3,0	18,2
	Primavera	$7,20 \pm 5,81$	0,9	14,0
	Verão	$3,77 \pm 2,46$	0,8	7,4
	Outono	$6,90 \pm 4,28$	2,4	13,2
Granulometria do sedimento (phi)	Inverno	$3,38 \pm 0,54$	2,49	3,81
	Primavera	$3,62 \pm 0,63$	2,64	4,15
	Verão	$3,63 \pm 0,65$	2,75	4,25
	Outono	$3,56 \pm 0,61$	2,61	4,12

Na Baía de Ubatuba, Estações (PERMANOVA; $F = 19,30$; $p < 0.0001$) e Pontos (PERMANOVA; $F = 37,97$; $p < 0.0001$) explicaram significativamente a variação das variáveis ambientais (Tabela 3). Os maiores valores de temperatura foram positivamente relacionados ao inverno, ao passo que os maiores valores de phi foram positivamente relacionados com a primavera e o inverno (Figura 8a). Especialmente, os maiores valores de temperatura foram associados com o ponto 2 e 3, e os maiores valores de phi com o ponto 3 (Figura 8b).

Tabela 3. Resultados da PERMANOVA para a comparação das variáveis ambientais (temperatura, salinidade, granulometria e matéria orgânica) entre Estação e Ponto, avaliadas de julho de 2021 a junho de 2022, na Baía de Ubatuba, São Paulo, Brasil. Legenda: DF – graus de liberdade; R^2 –

coeficiente de determinação; F – teste F de Fisher; p – nível de significância. * valores significativos.

Variáveis	DF	R ²	F	p
Estação	3	0,27	19,30	0.0001*
Ponto	3	0,53	37,97	0.0001*
Residual	41	1		

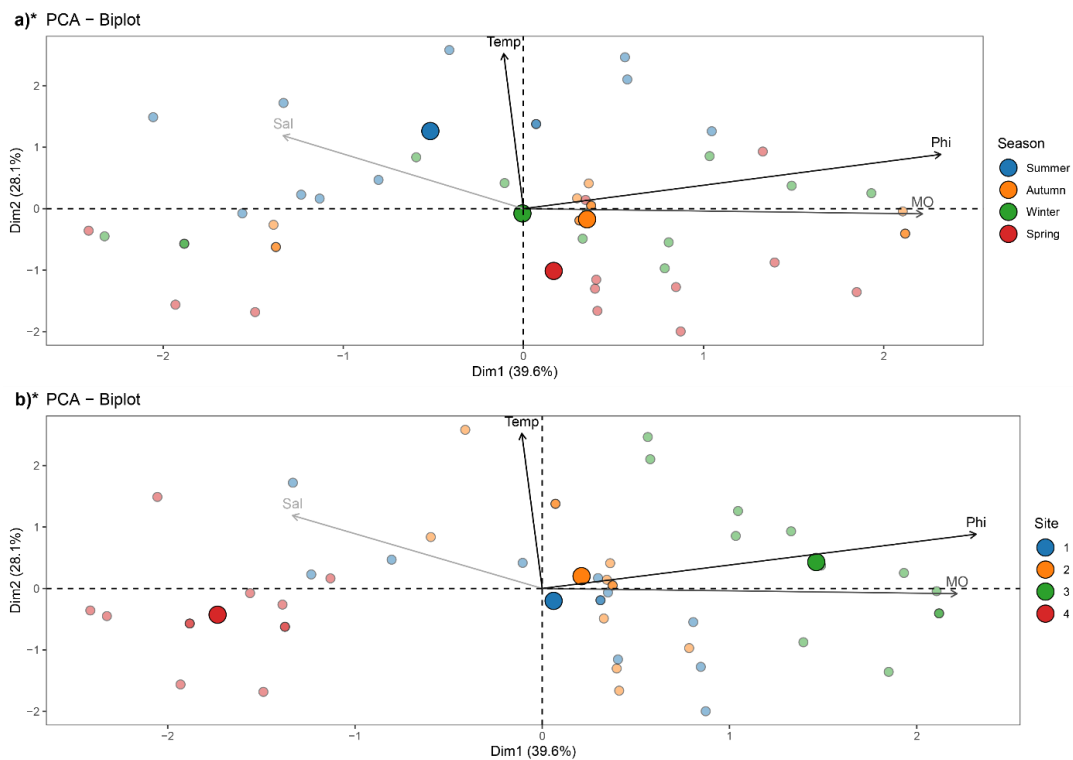


Figura 8 – Biplots da Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis abióticas (temperatura, salinidade, matéria orgânica e textura do sedimento) na Enseada de Ubatuba, São Paulo, Brasil, de julho de 2021 a junho de 2022. Os painéis mostram os padrões por (a) estação e (b) pontos. As cores das setas representam a contribuição relativa de cada variável para a ordenação, e os círculos maiores indicam os centróides de cada nível de fator. Setas escuras indicam maior contribuição para a ordenação dos fatores ambientais.

4.2. Abundância e influência ambiental

Durante o período de amostragem, foram coletados 553 indivíduos de *N. schmitti*, sendo 198 machos e 355 fêmeas, destas 220 foram fêmeas ovígeras (OF). A espécie foi registrada nos meses de Julho, Agosto, Setembro e Novembro de 2021, e no mês de Junho de 2022 (Figura 3). Os machos apresentaram um pico de abundância em setembro/ 21, com 86 indivíduos amostrados (15,52%) (Figura 9). O pico de abundância de fêmeas não ovígeras (F) foi observado em julho de 2021 (Figura 9), com 56 indivíduos (10,10%). Enquanto o maior número

de fêmeas ovíferas foi registrado em setembro de 2021 (Figura 9), com um total de 109 indivíduos (19,67%).

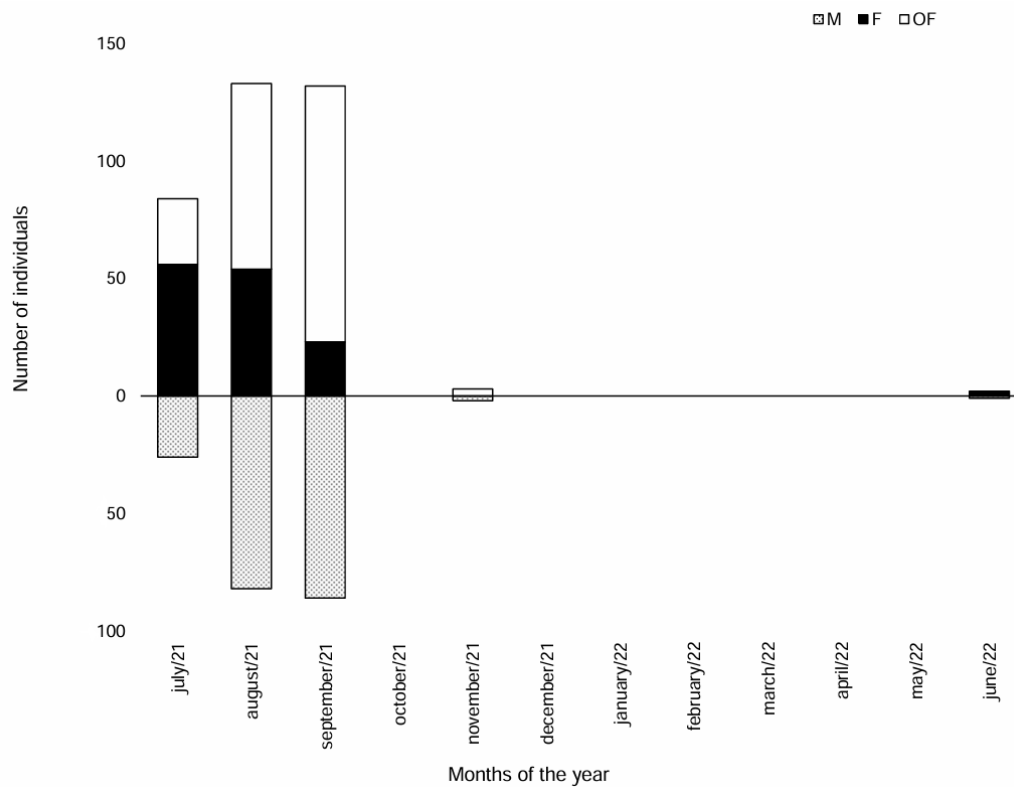


Figura 9 – *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis, 1950). Variação mensal da abundância dos indivíduos coletadas mensalmente no período de julho/21 a junho/22 em Ubatuba, litoral norte do estado de São Paulo, Brasil.

Analisando a relação entre os fatores ambientais e a população de *Nematopalaemon schmitti*, apenas a salinidade não apresentou correlação significativa (Figura 10a). A temperatura exibiu correlação inversa, com aumento populacional registrado dois e três meses antes de sua redução ($p < 0,05$) (Figura 10b). Para a matéria orgânica, observou-se correlação positiva tanto no instante zero quanto com defasagem de um mês ($p < 0,05$) (Figura 10c). Já em relação ao phi, verificou-se correlação inversa, indicando incremento populacional no instante zero e um mês após sua diminuição ($p < 0,05$) (Figura 10d).

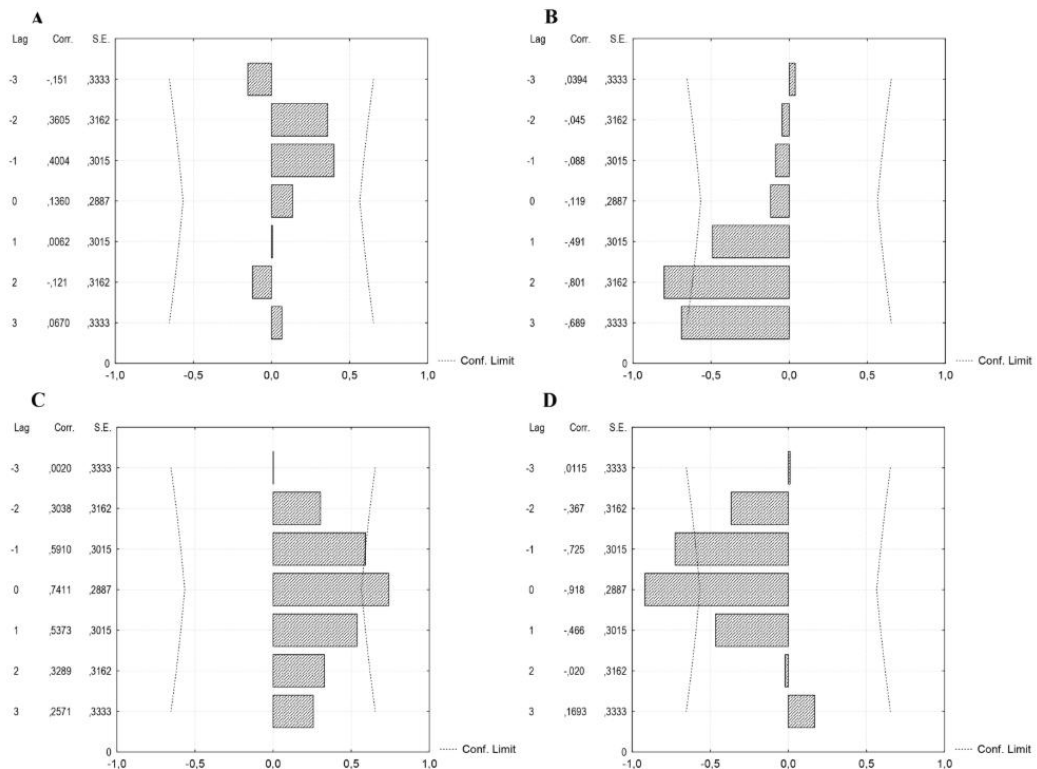


Figura 10 - *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis, 1950). Time Series análise dos fatores ambientais e da abundância de indivíduos e [A] salinidade, [B] temperatura, [C] matéria orgânica e [D] phi, em Ubatuba, litoral norte do estado de São Paulo, Brasil.. Lag: time; Corr: correlation value; S.E.: standard error; Conf. Limit.: Confidence limit

4.3. Estrutura populacional

Os machos apresentaram comprimento médio da carapaça de $10,14 \pm 1,11$ mm, variando entre 5,5 e 13 mm (Figura 11). A maior concentração de machos ($n = 51$) foi registrada na classe de 10 a 10,5 mm de CC. O comprimento médio da carapaça das fêmeas não ovígeras foi de $10,45 \pm 0,95$ mm, enquanto o das fêmeas ovígeras foi de $11,78 \pm 1,05$ mm, ambos presentes nas classes de tamanho com variação de 7,5 e 14 mm CC (Figura 11). A maior concentração de fêmeas não ovígeras ($n = 33$) foi registrada na classe de 10 a 10,5 mm CC, enquanto as fêmeas ovígeras, a maior frequência ($n = 66$) ocorreu na classe de 11,5 a 12 mm CC.

Houve diferença significativa em relação ao tamanho de carapaça entre as classes demográficas ($F = 2,549$; $p < 0,001$). As fêmeas ovígeras (FO) apresentaram valores superiores em comparação aos machos (M) e às fêmeas (F), cujos valores médios não diferiram estatisticamente entre si (ANOVA one-way, Tukey HSD, $p < 0,05$).

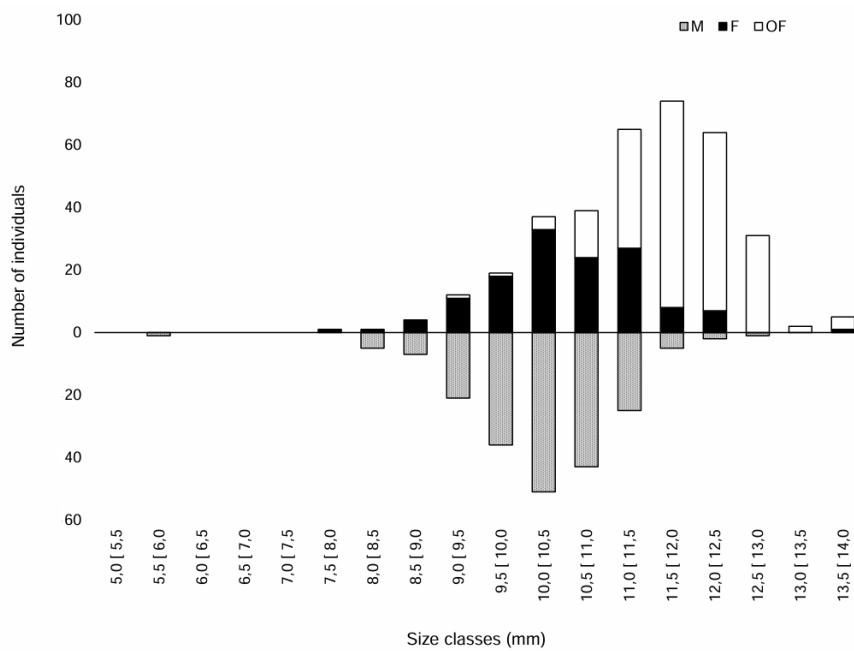


Figura 11 - *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis, 1950). Distribuição da população em classes de tamanho dos indivíduos coletadas mensalmente no período de julho/21 a junho/22 em Ubatuba, litoral norte do estado de São Paulo, Brasil.

4.4. Razão sexual

A razão sexual de *Nematopalaemon schmitti*, variou entre as classes de tamanho analisadas (Teste Binomial, $p < 0,05$). Houve desvio significativo a favor dos machos na classe de tamanho 9,5[10; enquanto que para as fêmeas houve desvio nas classes de tamanho 11[11,5; 11,5[12; 12[12,5 e 12,5[13 (Figura 12).

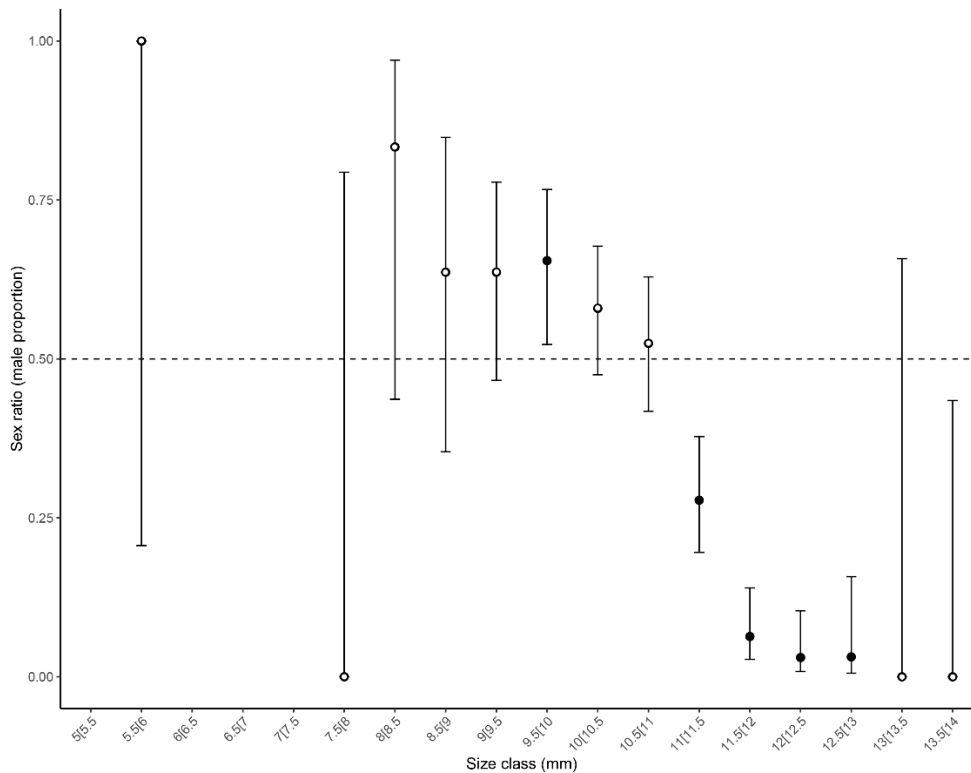


Figura 12– *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis, 1950). Proporção sexual entre machos e fêmeas em relação as diferentes classes de tamanho dos indivíduos coletadas mensalmente no período de julho/21 a junho/22 em Ubatuba, litoral norte do estado de São Paulo, Brasil.

4.5. Aspectos reprodutivos

O pico reprodutivo de *Nematopalaemon schmitti* foi registrado no inverno austral, com uma distribuição das fêmeas ovíferas em julho ($n = 29$), agosto ($n = 79$) e setembro ($n = 109$) de 2021. Apenas três indivíduos foram registrados em novembro, nos demais meses não houve ocorrência.

A fecundidade média de *N. schmitti* para FO em estágio Inicial (E) foi de $1700,19 \pm 660,72$, em estágio Intermediário (I) o número médio foi de $1616,18 \pm 587,99$ e para o estágio Final (F) foi de $795,09 \pm 509,79$ (Tabela 4).

Tabela 4. *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis, 1950). Fecundidade e frequência de fêmeas de acordo com o estágio embrionário. EDS = estágio de desenvolvimento embrionário, E= Inicial, I=Intermediário, L=Final.

EDS	N	Fecundidade	Fecundidade média	Fecundidade mínima	Fecundidade máxima
E	36	61.207	$1.700,19 \pm 660,72$	438	3.455
I	16	25.859	$1.616,18 \pm 587,99$	778	2.658
L	11	8.746	$795,09 \pm 509,79$	49	1.597

Houve diferença significativa da fecundidade entre diferentes estágios (ANOVA one-

way, $p < 0,05$), o estágio final apresentou uma fecundidade significativamente menor em comparação aos estágios inicial e intermediário, que apresentaram valores similares entre si (ANOVA one-way, $p < 0,05$). Observa-se que houve diminuição do número de ovos com o decorrer do desenvolvimento, e a perda de ovos estimada da espécie foi de 46,76% (Figura 13).

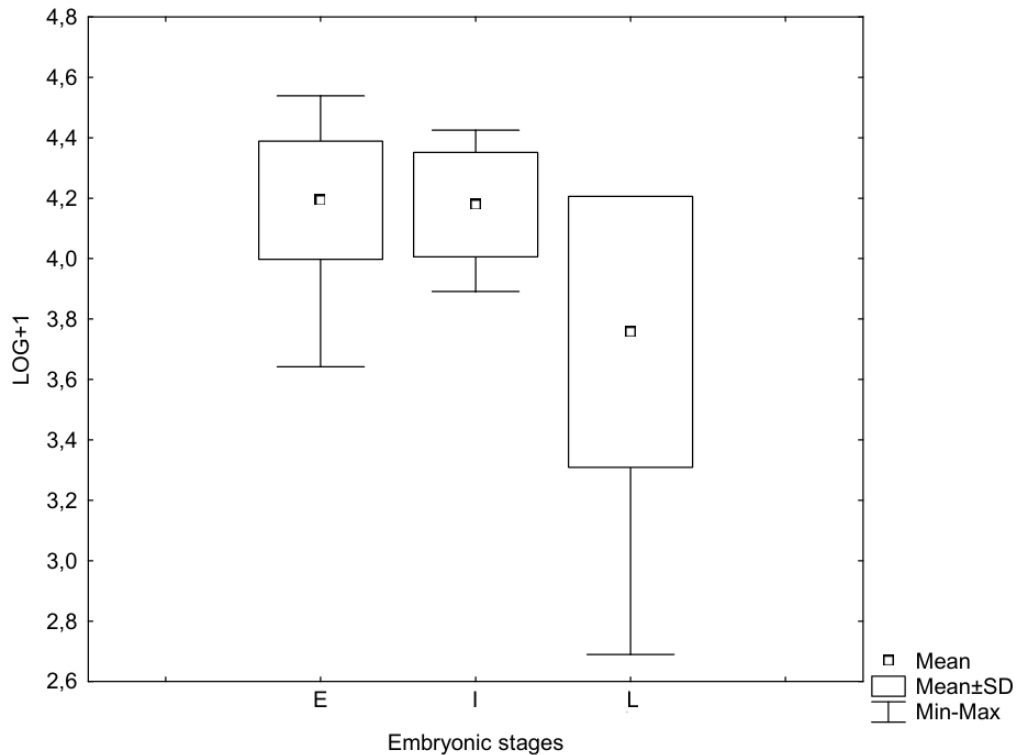


Figura 13 - *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis, 1950). Fecundidade das fêmeas ovígeras de acordo com o estágio de desenvolvimento embrionário. Estágios embrionários: E= Inicial, I=Intermediário, L=Final.

O investimento reprodutivo (IR) médio foi de $10,83 \% \pm 6,59$. *Nematopalaemon schmitti* apresentou correlação positiva entre o tamanho da carapaça e a fecundidade (Spearman, $p < 0,05$), ao contrário do investimento reprodutivo (IR), que não apresentou correlação significativa com o comprimento de carapaça (Spearman, $p > 0,05$) (Figura 14).

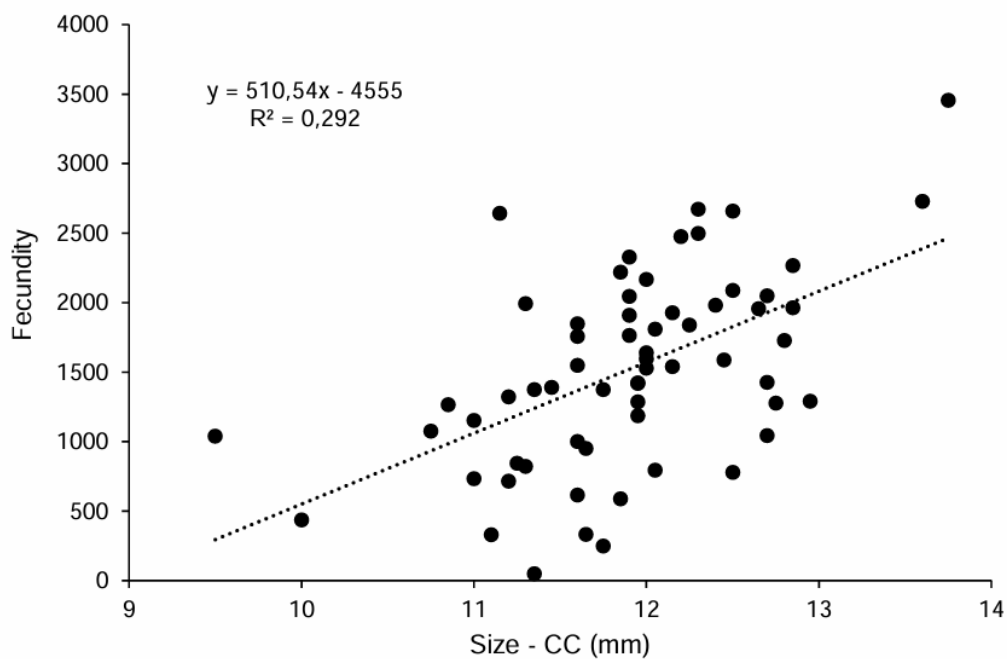


Figura 14 - *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis, 1950). Regressão linear da fecundidade e do comprimento de carapaça (CC mm) das fêmeas ovígeras

Entre as 63 fêmeas ovígeras analisadas, 36 portavam ovos em estágio inicial com volume médio de $0,068 \pm 0,018 \text{ mm}^3$. Dezesesseis fêmeas portavam ovos em estágio intermediário com volume médio de $0,117 \pm 0,030 \text{ mm}^3$. Onze fêmeas portavam ovos em estágio final com volume médio de $0,0165 \pm 0,040 \text{ mm}^3$. Houve variação no volume dos ovos entre os diferentes estágios embrionários (Kruskal-Wallis, $p < 0,05$), onde o estágio final apresentou o maior volume, seguido pelo intermediário, e inicial (Tabela 5).

Tabela 5 - *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis, 1950). Volume dos ovos (mm^3) de acordo com o estágio embrionário. EDS = estágio de desenvolvimento embrionário, E= Inicial, I=Intermediário, L=Final.

EDS	Volume médio	Volume mínimo	Volume máximo
E	$0,068 \pm 0,018$	0,029	0,169
I	$0,117 \pm 0,030$	0,064	0,295
L	$0,165 \pm 0,040$	0,053	0,308

5. Discussão

5.1. Aspectos populacionais

A maior frequência de captura registrada no inverno pode estar relacionada à migração da espécie para áreas mais rasas, em busca de condições térmicas mais favoráveis. Tal evidência está de acordo com o limite térmico de tolerância de *Nematopalaemon schmitti* presente na literatura, que indica uma preferência da espécie por temperaturas mais homogêneas e que variam de 20° a 21°C (Herrera et al., 2017).

Por outro lado, o desaparecimento dos indivíduos a partir da primavera pode estar associada a uma migração sazonal decorrente da intrusão Frente Térmica Profunda (FTP), derivada da Água Central do Atlântico Sul (ACAS). Essa massa de água, cuja penetração é mais acentuada nas profundidades inferiores a 20 m, especialmente durante o verão e a primavera (Castro-Filho, 1997; Mancio, 2019; Alves Costa et al., 2021), promove o transporte de biodetritos sobre o substrato e a diminuição da temperatura nas regiões costeiras, e tal fato se observou no presente estudo. Dessa forma, a presença da FTP pode induzir os indivíduos a se deslocarem para áreas com condições ambientais mais favoráveis, resultando no confinamento e na captura da população em regiões mais rasas. Resultados semelhantes foram observados para a população de *N. schmitti* em Macaé (Herrera et al., 2017) e na mesma região por Almeida et al (2012), *Exhippolysmata oplophoroides* (Fransozo et al. 2005), *Xiphopenaeus kroyeri* (Costa et al., 2007) reforçando a hipótese de que a variação térmica é um dos principais fatores que influenciam a distribuição e a abundância sazonal da espécie.

No estudo, observou-se que a abundância das espécies apresenta uma correlação inversa com phi, indicando preferência por sedimentos mais grossos ou médios, no entanto, mesmo com esse indicativo, ao longo de todas as estações, observa-se o predomínio de areia muito fina. Nesse contexto, Bernardes et al. (2020) identificaram um processo de sedimentação progressiva na baía, caracterizado pela redução da heterogeneidade ambiental e pelo aumento de silte e argila. Os autores relacionam essa mudança aos intensos episódios de El Niño, ao avanço da urbanização e ao aumento da pesca de arrasto, fatores que provavelmente modificaram as características sedimentares locais (Bernardes et al., 2020). De acordo com Freire et al. (2011), a preferência por sedimentos mais finos indica um comportamento de enterramento, permitindo que os camarões se escondam de maneira rápida e eficaz dos predadores. Esse tipo de areia, composta por grãos finos, apresenta características fluidas que facilitam o enterramento do camarão por meio da aplicação de pressão (Santos et al., 2013). Além disso, a abundância mostrou relação positiva com a matéria orgânica (MO), ou seja, os indivíduos tendem a ser

mais numerosos em sedimentos com maior concentração de matéria orgânica, que serve como fonte de alimento ou habitat (Lenihan & Micheli, 2001; Fransozo et al., 2002). Assim, o predomínio de sedimentos muito finos pode refletir não apenas a preferência ecológica das espécies, mas também a homogeneização do ambiente, que restringe a disponibilidade de sedimentos mais grossos. Nesse sentido, a abundância observada em areia muito fina pode ser resultado das condições impostas pelo ambiente alterado, e não necessariamente de uma escolha ativa dos organismos.

Os parâmetros de phi e de matéria orgânica (MO) constituem fatores ambientais determinantes para carídeos, funcionando como habitat protetor e influenciando tanto o estabelecimento quanto a manutenção das populações, especialmente das fêmeas ovígeras, garantindo maior sobrevivência dos embriões (Bauer, 1985; Fransozo et al., 2005).

Embora Fisher (1930) indique que a seleção natural favorece uma proporção sexual de 1:1, proporções sexuais enviesadas são frequentemente observadas em espécies de crustáceos decápodes, como observado no presente estudo (Wenner 1972). Desvios na proporção de 1:1 atuam diretamente sobre o potencial reprodutivo de uma população, o que pode regular o tamanho da mesma (Díaz & Conde, 1989). No contexto da sobrevivência populacional, geralmente se deseja manter um equilíbrio ou, idealmente, um número maior de indivíduos femininos (Pianka, 1983; Ambarsari, 2016; Herrera, 2021; Maulidanti et al., 2024). Uma proporção sexual deste tipo aumenta as chances de desovas bem-sucedidas, contribuindo para a sustentabilidade populacional (Ambarsari 2016; Pianka, 1983; Herrera, 2021).

A respeito da estrutura populacional, os machos foram mais frequentes entre as menores classes de tamanho, ao contrário das fêmeas que dominaram as maiores classes, sugerindo uma distribuição associada ao tamanho corporal. De acordo com Correa & Thiel (2003) esse padrão de tamanho é comum em camarões carídeos em que o sistema de cópula é pura busca (promíscuo). O pequeno tamanho dos machos é vantajoso devido ao aumento da agilidade, menores custos energéticos e baixa visibilidade para predadores. Nesse sistema, eles estão sempre à procura de fêmeas para fertilização, e após encontrarem uma fêmea receptiva, ocorre a transferência de espermatozoides durante um breve acasalamento. Ademais, os machos não exibem nenhum comportamento complexo, como cortejo, disputa ou guarda da prole. Em relação às fêmeas, nota-se que o investimento energético é direcionado para o crescimento da carapaça, visando uma maior produção de ovos e sucesso reprodutivo (Boschi, 1969; Terossi et al., 2008). Esse dimorfismo sexual em relação ao tamanho verificado para *N. schmitti* é corroborado por outros estudos, como os de Almeida et al. (2011) e Herrera et al. (2021) na

região de Ubatuba e Macaé, respectivamente, e para outras espécies de camarões como *Caridina laevis* Heller 1862 (Pillai 1963) e *Caridina fossarum* Heller, 1862 (Zare et al., 2011).

5.2. Aspectos reprodutivos

Para crustáceos decápodes há dois tipos de reprodução (Sastry, 1983): a sazonal e a contínua. Na reprodução sazonal, as fêmeas ovígeras concentram-se em determinados períodos do ano. Em contrapartida, a reprodução contínua caracteriza-se pela presença de fêmeas reprodutivas durante todos os meses do ano. Dentro dessa classificação, Pinheiro & Fransozo (2002) apontam para uma subcategoria, denominada "reprodução contínua sazonal", em que as fêmeas ovígeras ocorrem em todos os meses, porém com variações nas porcentagens mensais e apresentando picos na distribuição.

No presente estudo, a ocorrência de fêmeas ovígeras concentrou-se no inverno, coincidindo com a presença de todos os demais grupos demográficos da população. O padrão observado não sustenta a hipótese de uma reprodução contínua para a espécie, não corroborando os resultados descritos por Almeida et al. (2011) e Pereira et al. (2017). Todavia, a revisão da literatura revelou algumas divergências na metodologia, que impactaram diretamente na confiabilidade dos resultados apresentados pelos autores, limitando a robustez de suas conclusões (Tabela 2).

Tabela 2. Período reprodutivo de *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis, 1950) em comparação com estudos prévios.

Estudo	Ano	Coletas de camarões
Almeida et al., 2011	1998	Jan, Fev, Abr, Jun – Ago, Out – Dez
	1999	Fev, Mar, Mai – Dez
Pereira et al., 2017	2008	Nov
	2009	Jan
	2011	Jul
Nogara et al., (presente estudo)	2021	Jun – Dez
	2022	Jan – Jul

No estudo de Almeida et al. (2011), as coletas foram realizadas entre 1998 e 1999, no entanto, não houve amostragem nos meses de março/98, setembro/98, janeiro/99 e abril/99. No ano de 1998, entre os meses amostrados, janeiro e fevereiro não apresentaram fêmeas ovígeras, e dezembro registrou um número muito baixo de indivíduos (n = 3). Em 1999, março também não apresentou FOs, e os meses de fevereiro (n = 10), agosto (n = 19), novembro (n = 11) e

dezembro (n = 6) exibiram baixa abundância de indivíduos. Em relação ao estudo de Pereira et al. (2017), as coletas ocorreram em meses e anos distintos, sendo eles novembro/2018, janeiro/2009 e julho/2011, correspondendo a um mês de cada estação. Os períodos amostrados não foram síncronos, não sendo possível compará-los temporalmente, limitando a interpretação de possíveis variações. Além disso, o estudo não apresentou informações a respeito da população, apenas sobre a abundância de FO (n=90), e mesmo estas eram limitadas. Em contrapartida, no estudo realizado por Herrera et al. (2021), na região de Macaé, próxima à área de ressurgência de Cabo Frio, fêmeas ovígeras de *N. schmitti* foram coletadas em todos os meses do ano, caracterizando uma estratégia de reprodução contínua, apesar do notável pico de abundância na primavera. Esse padrão difere do observado no presente estudo na região de Ubatuba. Considerando não só a ausência de fêmeas reprodutivas ao longo das amostragens, bem como de todos os outros grupos demográficos, sugerimos que movimentos migratórios podem estar exercendo uma influência significativa sobre o estabelecimento da população na Baía de Ubatuba. Além disso, a distribuição espacial da espécie abrange desde águas rasas até aproximadamente 75 m de profundidade (Holthuis, 1980; Ferreira et al., 2010), e a ausência de registros nos meses analisados provavelmente se deve à limitação das coletas, realizadas apenas até 15 m. Embora os resultados observados apresentem uma avaliação mais ampla a respeito do período reprodutivo de *N. schmitti* na Baía de Ubatuba, baseando-se em coletas ininterruptas e contendo um número de indivíduos elevado em comparação aos outros estudos, é provável que haja efeitos migratórios na população da região que impediram a amostragem dos indivíduos ao longo de todo o ano (n=553). Dessa forma, com uma avaliação abrangendo mais anos de monitoramento mensal, poderia ser identificado um padrão mais evidente em relação ao período reprodutivo da espécie.

A fecundidade nos estágios inicial e intermediário apresentou valores similares, enquanto no estágio final, observou-se uma redução no número de ovos. Esse padrão de perda de ovos é comum nas espécies da Infraordem Caridea (Wehrmann & Ladies, 1999). Essas variações podem estar relacionadas à limpeza da massa ovígera pelas fêmeas durante a incubação (Bauer, 2004; Pescinelli et al., 2017), ao desenvolvimento embrionário com o aumento no volume dos ovos (Felder, 1982; Nogueira et al., 2020), a absorção de água pelas membranas dos ovos que facilita a eclosão larval (Pavanelli et al., 2008), e possivelmente ao aumento da pressão pesqueira sobre a espécie.

Outro fator que pode influenciar a variação da fecundidade é a ausência de cuidado parental por parte dos machos (Pavanelli et al., 2008; Pescinelli et al., 2017). Em espécies

monogâmicas do gênero *Alpheus*, como *Alpheus carlae* (Pavanelli et al., 2008) e *Alpheus brasileiro* (Pescinelli et al., 2017), não foi observada uma redução da fecundidade ao longo dos estágios embrionários, possivelmente relacionada à presença de machos durante a incubação, o que possibilita a proteção das fêmeas e de seus territórios. Em contraste, a estratégia reprodutiva de pura busca em *N. schmitti* resulta na ausência de cuidado parental masculino, refletindo em uma maior perda de ovos ao longo dos estágios (Bauer & Abdalla, 2000 ; Correa & Thiel, 2003).

A espécie considerada *bycatch* é submetida a grande estresse em decorrência do mecanismo de arrasto, no qual os indivíduos ficam presos nas malhas da rede e são arrastados por um determinado período de tempo pelas embarcações, e muitos mesmos devolvidos ao mar acabam morrendo (Pérez Roda et al., 2019; Hilborn et al., 2023). Devido à intensidade da ação e ao crescente aumento da pressão pesqueira na região, sugere-se que as fêmeas ovígeras nessa situação apresentem uma perda maior de ovos, como observado no presente estudo, devido ao ambiente marinho estar mais estressado. Considera-se a possível influência da atividade pesqueira, uma vez que o valor obtido (46,76%) foi substancialmente superior ao registrado por Pereira e colaboradores (10%) há 15 anos na mesma região; essa diferença reforça a hipótese de que o aumento das práticas de arrasto possa ter contribuído para a intensificação da perda de ovos. A exposição prolongada e intensa ao estresse pode comprometer a capacidade adaptativa da resposta fisiológica, levando à supressão do crescimento, falhas reprodutivas e maior vulnerabilidade a infecções (Boonstra, 2013; Schreck et al., 2016; Toni, 2017; Lara & Vasconcelos, 2021). No estudo de Aranha et al. (2025) com espécies de tubarão, *Etmopterus pusillus* (Lowe, 1839), *Etmopterus spinax* (Linnaeus, 1758), *Galeus melastomus* (Rafinesque, 1810) e *Scymnodon ringen* (Barbosa du Bocage & de Brito Capello, 1864) apresentaram sinais de estresse decorrentes das condições e procedimentos das atividades de pesca, evidenciados pelas concentrações plasmáticas elevadas de indicadores secundários de resposta ao estresse, como metabólitos e eletrólitos. Sugerem-se estudos futuros com base nessa proposta para *N. schmitti*, de modo a compreender de forma mais aprofundada os efeitos do estresse sobre seus processos reprodutivos.

A fecundidade e CC apresentaram uma correlação positiva, indicando que o tamanho corporal influencia a produção de ovos em *N. schmitti* (Almeida et al., 2011; Carneiro, 2012). Essa correlação está de acordo com o esperado para camarões carídeos, sendo observada em *Palaemon pandaliformis* Stimpson, 1871 (Lima & Oshiro, 2002), *Macrobrachium acanthurus* Wiegmann, 1836 (Tamburus et al., 2012), *Alpheus brasileiro* Anker, 2012 (Pescinelli et al.,

2017), *Alpheus carlae* Anker, 2012 (Ghizelli-Fraga et al., 2021), *Athanas nitescens* Leach, 1814 (Pescinelli et al., 2021), *Athanas dimorphus* Ortmann, 1894 (Lima-Silva et al., 2022).

A ausência de relação entre o tamanho corporal e o investimento reprodutivo já foi observada em outros palaemonídeos, sugerindo que essa característica pode ser comum à família (Anger & Moreira, 1998; Lara & Wehrtmann, 2009). Em camarões do gênero *Macrobrachium*, como *M. amazonicum* Heller, 1862 (Lima et al., 2014), *M. hainanense* Parisi, 1919 (Mantel & Dudgeon, 2005) e *M. carcinus* Linnaeus, 1758 (Lara & Wehrtmann, 2009) o investimento reprodutivo também não se correlacionou com o tamanho das fêmeas, sugerindo que a fecundidade depende mais da condição individual das fêmeas do que do seu tamanho corporal (Lima et al., 2014).

Nesses casos, fatores como condição nutricional, número de desovas por estação, estrutura populacional, temperatura e taxas de mortalidade podem influenciar o investimento energético e a fecundidade (Sastry, 1983; Clarke et al., 1991; Zimmermann et al., 2015).

6. Conclusões

O estudo realizado possibilitou uma maior compreensão a respeito da biologia populacional e reprodutiva de *Nematopalaemon schmitti*, contribuindo com dados mais abrangentes e atualizados a respeito da espécie no litoral norte do estado de São Paulo.

A abundância de *Nematopalaemon schmitti* na região de Ubatuba sofre grande influência dos fatores ambientais, em especial, temperatura, matéria orgânica e phi. A espécie apresenta um padrão sazonal de distribuição influenciado principalmente pela variação térmica e pela dinâmica das massas de água, o que leva a espécie a ocupar regiões mais rasas durante o inverno, em busca de condições mais estáveis e favoráveis. A preferência por sedimentos finos e ricos em matéria orgânica ressalta a importância dessas características ambientais para o estabelecimento das populações, uma vez que fornecem abrigo e recursos alimentares essenciais ao desenvolvimento e à reprodução.

A estrutura populacional revelou uma proporção sexual a favor das fêmeas e a presença de dimorfismo sexual baseado no tamanho da carapaça, com fêmeas predominando nas maiores classes. Esse padrão reflete o sistema de acasalamento baseado na busca ativa dos machos por fêmeas receptivas, favorecendo a eficiência reprodutiva e o sucesso das desovas.

O pico reprodutivo, concentrou-se no inverno, apontando uma tendência a sazonalidade, em contraste com informações disponíveis na literatura. A presente avaliação, traz dados mais amplos a respeito do período reprodutivo de *N. schmitti* baseando-se em coletas ininterruptas e quantidades substanciais de indivíduos.

A fecundidade mostrou redução ao longo dos estágios embrionários, associada à ausência de cuidado parental masculino e ao aumento do volume dos ovos em decorrência do desenvolvimento embrionário. Embora a fecundidade tenha se correlacionado positivamente com o tamanho da carapaça, o investimento reprodutivo não apresentou relação, sugerindo que outros fatores, bióticos e abióticos, modulam o investimento reprodutivo. Esses achados sugerem que a reprodução de *N. schmitti* depende mais da condição individual das fêmeas e das condições ambientais locais do que do tamanho corporal.

O intenso estresse durante a pesca de arrasto e o aumento da pressão pesqueira na região podem explicar a maior perda de ovos observada em fêmeas ovígeras no presente estudo, valor consideravelmente superior ao registrado em anos anteriores. A exposição prolongada ao estresse pode comprometer processos fisiológicos vitais, afetando o sucesso reprodutivo e a sustentabilidade populacional.

Nota-se a necessidade de revisão das práticas pesqueiras e da implementação de

medidas de manejo mais eficazes, que considerem os impactos ecológicos da atividade.

Diante disso, recomenda-se um monitoramento contínuo, a fim de determinar um padrão do período reprodutivo com maior precisão. Destaca-se a importância de aprofundar as investigações sobre os efeitos do estresse induzido pela captura e das alterações ambientais sobre os processos fisiológicos e reprodutivos de *N. schmitti*.

Os resultados deste estudo fornecem subsídios valiosos para o manejo sustentável e a conservação da biodiversidade local, destacando a importância de considerar espécies frequentemente capturadas como *bycatch*, mas geralmente negligenciadas nas avaliações. Considerando o modelo de Gestão Baseada no Ecossistema proposto para a pesca demersal nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, recomenda-se a adoção de medidas específicas voltadas à mitigação dos impactos da pesca de arrasto sobre *Nematopalaemon schmitti* sem comprometer a atividade pesqueira local. Em vez de proibições amplas, podem ser estabelecidas zonas de atenção ecológica em trechos específicos da baía onde a espécie apresenta maior concentração, associadas a restrições sazonais de baixa intensidade. A limitação do esforço pesqueiro, associada a programas de monitoramento ambiental e biológico contínuos, permitiria avaliar a eficácia das ações e ajustar o manejo. Tais medidas favoreceriam a sustentabilidade ecológica e pesqueira da região de Ubatuba, principalmente em relação a população de *N. schmitti*.

7.Financiamento

Financiamento BIOTA INTERCRUSTA (#2018/13685-5), FAPESP (#2019/01308-5), CNPq PQ 1B (#304368/2022 9), PIBIC CNPq (#136476/2024-4) e Edital PROPe 8/2024 (processo 14096).

8.Referências

- Ahyong, S. T., Lowry, J. K., Alonso, M., Bamber, R. N., Boxshall, G. A., Castro, P., et al. (2011). Subfilo Crustacea Brünnich, 1772. In Z. Q. Zhang (Ed.), Biodiversidade animal: um esboço da classificação de nível superior e levantamento da riqueza taxonômica (Vol. 3148, pp. 1–237). Zootaxa, Monograph.
- Almeida, A. C., Fransozo, A., Teixeira, G. M., Hiroki, K. A. N., Furlan, M., & Bertini, G. (2012). Ecological distribution of the shrimp *Nematopalaemon schmitti* (Crustacea: Decapoda: Caridea) in three bays on the southeastern coast of Brazil. *African Journal of Marine Science*, 34, 93–102. <https://doi.org/10.2989/1814232X.2012.673292>
- Almeida, A. C., Fransozo, V., Teixeira, G. M., Furlan, M., Hiroki, K. A. N., & Fransozo, A. (2011). Population structure and reproductive period of whitebelly prawn *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis 1950) (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) on the southeastern coast of Brazil. *Invertebrate Reproduction & Development*, 55, 30–39. <https://doi.org/10.1080/07924259.2010.548641>
- Alves Costa, Júlia & Lanza, Maria & Levkovicz, Rodrigo & Silva, Suelen & Silva, Isadora. (2021). Plano de manejo da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro.
- Ambarsari, N. (2016). Mantis shrimps (*Oratosquilla gravieri* Manning, 1978) resources management in Palabuhanratu Bay, Sukabumi, West Java. Thesis, IPB University, Bogor, Indonesia, 76 p.
- Anger, K., & Moreira, G. S. (1998). Morphometric and reproductive traits of tropical caridean shrimps. *Journal of Crustacean Biology*, 18, 823–838. <https://doi.org/10.1163/193724098X00674>
- Anker, A., & Pachel, P. P. G. (2013). Reexame do material do Pacífico oriental e do Atlântico de *Alpheus malleator* Dana, 1852, com a descrição de *Alpheus wonkimi* sp. nov. (Crustacea, Decapoda, Alpheidae). *Zootaxa*, 3637, 412–431. <https://doi.org/10.11646/ZOOTAXA.3637.4.2>
- Aranha, S. G., Teodósio, A., Marsili, T., Pires, P., Modesto, T., Guerreiro, P. M., Aurélien Tambutte, Alves, A., Paulo Relvas, & Dias, E. (2025). Under pressure: deep-sea elasmobranchs

experience high mortality and stress in a crustacean trawling fishery. *Frontiers in Fish Science*, 3. <https://doi.org/10.3389/frish.2025.1473376>

Balasundaram, C., & Pandian, T. J. (1982). Egg loss during incubation in *Macrobrachium nobilii* (Henderson & Mathai). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 59(2-3), 289–299. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(82\)90122-8](https://doi.org/10.1016/0022-0981(82)90122-8)

Bauer, R. T. (2004). *Remarkable shrimps: Adaptations and natural history of the carideans* (Vol. 7). University of Oklahoma Press

Bauer, R. T.; Abdalla, J. A. (2000). Patterns of brood production in the grass shrimp *Palaemonetes pugio* (Decapoda: Caridea). *Invertebrate Reproduction and Development* 38:107-113. <https://doi.org/10.1080/07924259.2000.9652445>

Bauer, R.T. (1985). Diel and seasonal variation in species composition and abundance of caridean shrimps (Crustacea, Decapoda) from seagrass meadows on the north coast of Puerto Rico. *Bull. Mar. Sci.*, 36(1): 150-162.

Bauer, R.T. (1991) Sperm transfer and storage structures in penaeoid shrimps: a functional and phylogenetic perspective. In: BAUER, R.T. and MARTIN, J.W. (eds.) *Crustacean Sexual Biology*. Columbia University Press, New York. p.183-207

Bernardes, V. P., Sousa, A. N., Bernardo, C. H., Teixeira, G. M., Costa, R. C., Mantelatto, F. L., & Fransozo, A. (2020). Comparison of the spatio-temporal distribution of the roughneck shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1874) (Crustacea, Penaeoidea) from monthly samples collected 20 years apart: Effects of a marine protected area in southeastern Brazil. *Marine Ecology*, 41(5). <https://doi.org/10.1111/maec.12605>

Boddeke, R. (1982). The occurrence of winter and summer eggs in the brown shrimp (*Crangon crangon*) and the pattern of recruitment. *Netherlands Journal of Sea Research*, 16, 151–162. [https://doi.org/10.1016/0077-7579\(82\)90026-6](https://doi.org/10.1016/0077-7579(82)90026-6)

Boonstra, R. (2013). Reality as the leading cause of stress: rethinking the impact of chronic stress in nature. *Functional Ecology*, 27, 11–23. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12008>

Boschi, E. E. (1969). Estudio biológico pesquero del camaron *Artemesia longinaris* Bate de Mar del Plata.

Branco, J. O., & Verani, J. R. (2006). Análise qualiquantitativa da ictiofauna acompanhante da pesca do camarão sete barbas na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(2), 381–391. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752006000200011>

Brasil. (2009). Ministério da Pesca e Aquicultura. Plano de Reestruturação da Gestão da Pesca e Aquicultura.

Cardoso, O. A. (2000). Ubatuba - SP: urbanização, paisagem e meio ambiente (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. <https://doi.org/10.11606/D.16.2000.tde 26042022-102944>

Carneiro, A. P. (2012). Exhippolysmata oplophoroides (Holthuis, 1948) e *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis, 1950: Pleocyemata): dinâmica populacional em dois períodos distintos com um intervalo de onze anos na Enseada de Ubatuba, SP, Brasil (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu.

Castro Filho, B. M., Pereira, A. F., de Caroli, A., Neto, H. F., Paschoal, G. C. A., da Silveira, I. C. A., & Amor, C. C. (2015). Correntes e massas de água na plataforma continental. *Meteorologia e Oceanografia*, 191–254. <https://doi.org/10.1016/b978-85-352-6208-7.50012-x>

Castro-Filho, B. M. C. (1987). Condições oceanográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. *Boletim do Instituto Paulista de Oceanografia*, 35, 135–151. <https://doi.org/10.1590/S0373-55241987000200004>

Cattani, A. P., Santos, L. O., Spach, H. L., Budel, B., & Guanais, J. H. D. G. (2011). Avaliação da ictiofauna acompanhante da pesca do camarão sete-barbas do município de Pontal do Paraná, litoral do Paraná, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 37, 247–260.

Cerbule, K., Jacques, N., Pettersen, H., Ingólfsson, Ó. A., Herrmann, B., Grimaldo, E., Larsen, R. B., Brinkhof, J., Sistiaga, M., Lilleng, D., & Brčić, J. (2021). Bycatch reduction in the deep-water shrimp (*Pandalus borealis*) trawl fishery with a large mesh top panel. *Journal for Nature Conservation*, 61, 126001. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2021.126001>

Clarke, A., Hopkins, C. C. E., & Nilssen, E. M. (1991). Egg size and reproductive output in the deep-water prawn *Pandalus borealis* (Kroyer, 1838). *Functional Ecology*, 5, 724–730. <https://doi.org/10.2307/2389534>

- Corey, S., & Reid, D. M. (1991). Comparative fecundity of decapods crustaceans: The fecundity of thirty-three species of nine families of caridean shrimps. *Crustaceana*, 60, 271–294. <https://doi.org/10.1163/156854091X00056>
- Corrêa, C., & Thiel, M. (2003). Population structure and operational sex ratio in the rock shrimp *Rhynchocinetes typus* (Decapoda: Caridea). *Journal Crustacean Biology*, 23, 849–861. <https://doi.org/10.1651/C-2388>
- Costa, R. C., Fransozo, A., Freire, F. A. M., & Castilho, A. L. (2007). Abundance and Ecological Distribution of the “Sete-Barbas” Shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda: Penaeoidea) in Three Bays of the Ubatuba Region, Southeastern Brazil. *Gulf and Caribbean Research*, 19. <https://doi.org/10.18785/gcr.1901.04>
- Costa, R. C., Simões, S. M., Sancinetti, G. S., & Fransozo, A. (2016). Distribution pattern of juveniles of the pink shrimps *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) and *F. paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) on the southeastern Brazilian coast. *Nauplius*, 24, 1–12. <https://doi.org/10.1590/2358-2936e2016024>
- Costa-Souza, A. C., Almeida, A. O., Schwarz da Rocha, S., & Bezerra, L. E. A. (2014). Breeding and heterosexual pairing in the snapping shrimp *Alpheus estuariensis* (Caridea: Alpheidae) in a tropical bay in northeastern Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, 34(5), 593–603. <https://doi.org/10.1163/1937240x-00002258>
- D’Incao, F., Valentini, H., & Rodrigues, L. F. (2002). Avaliação da pesca de camarões nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. *Atlântica*, 24(2), 103–116.
- Dias Neto, J. (2003). *Gestão do uso dos recursos pesqueiros marinhos no Brasil*.
- Dias Neto, J. (2011) Proposta de Plano Nacional de Gestão para o Uso Sustentável de Camarões Marinhos do Brasil. Brasília, DF: Ibama
- Díaz, H., & Conde, J. E. (1989). Population dynamics and life history of the mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. *Bulletin of Marine Science*, 45(1), 148–163.
- Du, Y., Sun, J., & Zhang, G. (2021). The Impact of Overfishing on Environmental Resources and the Evaluation of Current Policies and Future Guideline. *Proceedings of the 2021 International Conference on Public Relations and Social Sciences (ICPRSS 2021)*, 586(2352-5398). <https://doi.org/10.2991/assehr.k.211020.316>

- Elliott, M., Houde, E. D., Lamberth, S. J., Lonsdale, J., & J.R. Tweedley. (2022). Management of Fishes and Fisheries in Estuaries. *Fish and Fisheries in Estuaries: A Global Perspective*, Vol.2, 706–797. <https://doi.org/10.1002/9781119705345.ch12>
- FAO. (1995). Código de Conduta para a Pesca Responsável. Roma.
- FAO. (2023). World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2023. Rome.
- Felder, D. L. (1982). Reproduction of the Snapping Shrimps *Synalpheus Fritzmuelleri* and *S. Apioceros* (Crustacea: Decapoda: Alpheidae) on a Sublittoral Reef Off Texas. *Journal of Crustacean Biology*, 2(4), 535–543. <https://doi.org/10.2307/1548093>
- Ferreira, R. S., Vieira, R. R. R. & D'Incao, F. (2010) The marine and estuarine shrimps of the Palaemoninae (Crustacea: Decapoda: Caridea) from Brazil. *Zootaxa*. 2606 (1), 1-24. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2606.1.1>
- Fielder, G. C. (2000). Sex determination and reproductive biology of two careidean shrimp genera: *Hymenocera* and *Lysmata* (Tese de Doutorado). University of Hawaii.
- Fisher, R. A. (1930). The genetical theory of natural selection. Clarendon Press. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.27468>
- Fransozo, A., & Costa, R. C. (2012). Diel comparison of the catch and size of the shrimp *Artemesia longinaris* (Dendrobranchiata, Penaeidae) in the Ubatuba region, northern coast of the state of São Paulo. *Crustaceana*, 85(10), 1179- 1191. <http://www.jstor.org/stable/41720765>
- Fransozo, A., Costa, R.C., Mantelatto, F.L.M., Pinheiro, M.A.A., Santos, S. (2002). Composition and Abundance of Shrimp Species (Penaeidea and Caridea) in Fortaleza Bay, Ubatuba, São Paulo, Brazil. In: Escobar-Briones, E., Alvarez, F. (eds) *Modern Approaches to the Study of Crustacea*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0761-1_19
- Fransozo, V., R.C. Costa, G. Bertini & V.J. Cobo. (2005). Population biology of spine shrimp *Exhippolysmata oplophoroides* (Holthuis) (Caridea: Alpheoidea: Hippolytidae) in a subtropical region, São Paulo, Brazil. *Rev. Bras. Zool.*, 22(4): 1078-1084.
- Freire, F.A.M., A.C. Luchiari & V. Fransozo. (2011). Environmental substrate selection and daily habitual activity in *Xiphopenaeus kroyeri* shrimp (Heller, 1862) (Crustacea: Penaeoidea). *Indian J. Geo-Mar. Sci.*, 40(3): 325-330.

Ghizelli-Fraga, B., Costa, R. C., & Pescinelli, R. A. (2021). Life History Traits of the Snapping Shrimp *Alpheus carlae* (Decapoda: Alpheidae) from the South-eastern Coast of Brazil. *Zoological Studies*, 60, e62. <https://doi.org/10.6620/ZS.2021.60-62>

Goes, J. M. (2000). Biologia do caranguejo *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Crustacea, Brachyura, Xanthidae) na região de Ubatuba, São Paulo (Dissertação de mestrado). Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

Hamilton, S., & Baker, G. B. (2019). Technical mitigation to reduce marine mammal bycatch and entanglement in commercial fishing gear: lessons learnt and future directions. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 29, 223–247.

Hattori, G. Y., & Pinheiro, M. A. A. (2003). Fertilidade do caranguejo de mangue *Ucides cordatus* (Linnaeus) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae), em Iguape (São Paulo, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(2), 309–313. <https://doi.org/10.1590/s0101-81752003000200022>

Herrera, D. R., Regis Augusto Pescinelli, & Caetano, R. (2017). Ecological distribution of *Nematopalaemon schmitti* and *Exhippolysmata oplophoroides* (Crustacea: Caridea) near an upwelling area off southeastern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 45(1), 149–158. <https://doi.org/10.3856/vol45-issue1-fulltext-14>

Herrera, D. R., Thiago Maia Davanso, & Costa, R. C. (2021). Effects of the upwelling system on the assessment of reproductive parameters of the caridean shrimp *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis, 1950) in the Western Atlantic. *Marine Ecology*, 42(2). <https://doi.org/10.1111/maec.12643>

Hilborn, R., Amoroso, R. O., Collie, J. S., Hiddink, J. G., Kaiser, M. J., Mazor, T., McConnaughey, R. A., Parma A, Pitcher, R., Sciberras, M., & Petri Suuronen. (2023). Evaluating the sustainability and environmental impacts of trawling compared to other food production systems. *Ices Journal of Marine Science*, 80(6), 1567–1579. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsad115>

Holthuis, L. B. (1980). Shrimps and prawns of the world: An annotated catalogue of species of interest to fisheries (FAO Species Catalogue No. 1, Vol. 125). FAO Fisheries Synopsis.

Jaconis, M. S., Carvalho-Batista, A., Perroca, J. F., & Costa, R. C. (2023). 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*, 69, 103349–103349. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.103349>

Johnson, A.F., Gorelli, G., Jenkins, S.R., Hiddink, J.G., Hinz, H., Johnson, A.F., Gorelli, G., Hiddink, J.G., Hinz, H., Jenkins, S.R., Hiddink, J.G., Hinz, H., (2015). Effects of bottom trawling on fish foraging and feeding. *Proc. Biol. Sci.* 282, 20142336. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.2336>

Kaiser, M. J., Collie, J. S., Hall, S. J., Jennings, S., & Poiner, I. R. (2002). Modification of marine habitats by trawling activities: prognosis and solutions. *Fish and Fisheries*, 3, 114–136. <https://doi.org/10.1046/j.1467-2979.2002.00079.x>

Keledjian, A., Brogan, G., Lowell, B., Warrenchuk, J., Enticknap, B., Shester, G., Hirshfield, M., & Cano-Stocco, D. (2014). Wasted catch: unsolved problems in US fisheries (pp. 44–44). *Oceana*.

Lara, L. R.; Wehrtmann, I. S. (2009). Reproductive biology of the freshwater shrimp *Macrobrachium carcinus* (L.) (Decapoda: Palaemonidae) from Costa Rica, Central America. *J. Crustac. Biol.*, v. 29, n. 3, p. 343-349. <https://doi.org/10.1651/08-3109.1>

Lara, R. A., & Vasconcelos, R. O. (2021). Impact of noise on development, physiological stress and behavioural patterns in larval zebrafish. *Scientific Reports*, 11, 6615. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85830-0>

Larsen, R. B., Herrmann, B., Brčić, J., Sistiaga, M., Cerbule, K., Nielsen, K. N., & Cuende, E. (2021). Can vertical separation of species in trawls be utilized to reduce bycatch in shrimp fisheries? *PLoS One*, 16(3), e0249172. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249172>

Lenihan, H.S., & Micheli, F. (2001). Soft-sediment communities, *in*: Bertness, M.D. *et al.* (Ed.) *Marine community ecology*. pp. 253-287

Lima, G. V., & Oshiro, L. M. Y. (2002). Aspectos reprodutivos de *Palaemon pandaliformis* (Stimpson) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no Rio Sahy, Mangaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(3), 855–860. <https://doi.org/10.1590/s0101-81752002000300023>

Lima, J. de F., Silva, L. M. A. da, Silva, T. C. da, Garcia, J. da S., Pereira, I. da S., & Amaral, K. D. S. (2014). Reproductive aspects of *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda:

Palaemonidae) in the State of Amapá, Amazon River mouth. *Acta Amazonica*, 44(2), 245–254. <https://doi.org/10.1590/s0044-59672014000200010>

Lima-Silva, R. F., Guidomar Oliveira Soledade, Régis Augusto Pescinelli, & Almeida, A. O. (2022). Egg production by the exotic shrimp *Athanas dimorphus* (Caridea: Alpheidae) in a harbor area in northeastern Brazil. *Regional Studies in Marine Science*, 57, 102754–102754. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2022.102754>

Lira, A. S., Lucena-Frédou, F., & Le Loc'h, F. (2021). How the fishing effort control and environmental changes affect the sustainability of a tropical shrimp small scale fishery. *Fisheries Research*, 235, 105824. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105824>

Mancio, J. F. (2019). Variação sazonal das correntes na plataforma continental interna e média de São Paulo: forçantes e respostas. Digital Library of Theses and Dissertations (Universidade de São Paulo). <https://doi.org/10.11606/d.21.2020.tde-01042020-101255>

Mantel, S.K.; Dudgeon, D. (2005). Reproduction and sexual dimorphism of the palaemonid shrimp *Macrobrachium hainanense* in Hong Kong streams. *Journal of Crustacean Biology*, 25: 450-459

Mantelatto, F. L. M., Fransozo, A. (1999). Characterization of the physical and chemical parameters of Ubatuba Bay, Northern Coast of São Paulo State, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 59(1), 23–31. <https://doi.org/10.1590/s0034-71081999000100004>

Mantelatto, F. L. M., Fransozo, A., & Negreiros-Fransozo, M. L. (1995). Population structure of *Hepatus pudibundus* (Decapoda: Calappidae) in Fortaleza Bay, Brazil. *Revista de Biologia Tropical*, 43, 265–270.

Mantelatto, F. L., & Fransozo, A. (2000). Brachyuran community in Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo State, Brazil. *Journal of Shellfish Research*, 19(2), 701-709.

Maulidanti, S., Omar, S. B. A., & Tresnati, J. (2024). Sex ratio and size at first maturity of mantis shrimp (*Miyakella nepa*) in Lantebung, Makassar. *AACL Bioflux*, 17(4), 1307–1322.

McLaverly, C., Beukhof, E. D., Bromhall, K., Dinesen, G. E., Erichsen, A. C., & Eigaard, O. R. (2024). The relative effects of bottom trawling, organic enrichment, and natural environmental factors on coastal seabed communities. *Marine Pollution Bulletin*, 209, 117169. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.117169>

Miazaki, L. F., Heckler, G. S., Santos, A. P. F., Castilho, A. L., Pescinelli, R. A., & Costa, R. C. (2021). Growth parameters, longevity, and mortality of the seabob shrimp *Xiphopenaeus* spp. (Decapoda: Penaeidae) in four important fishing regions of southeastern Brazil. *Fisheries Oceanography*, 1–16. <https://doi.org/10.1111/fog.12533>

Nogueira, C., Perroca, J. F., Carvalho Batista, A., & Costa, R. C. (2020). Reproductive traits of the freshwater prawn *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda: Palaemonidae) in an isolated water reservoir. *Revista Biodiversidad, Mexicana* 91, de e913387. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2020.91.3387>

Oksanen, J., Simpson, G., Blanchet, F., Kindt, V., Legendre, P., Minchin, P., O’Hara, R., Solymos, P., Stevens, M., Szoecs, E., Wagner, H., Barbour, M., Bedward, M., Bolker, B., Borcard, D., Carvalho, G., Chirico, M., De Caceres, M., Durand, S., Evangelista, H., FitzJohn, R., Friendly, M., Furneaux, B., Hannigan, G., Hill, M., Lahti, L., McGlenn, D., Ouellette, M., Ribeiro Cunha, E., Smith, T., Stier, A., Ter Braak, C., Weedon, J., (2022). *Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.6–4.* <https://CRAN.R-Project.org/package=vegan>

Oyinlola, M. A., Reygondeau, G., Wabnitz, C. C. C., Troell, M., & Cheung, W. W. L. (2018). Global estimation of areas with suitable environmental conditions for mariculture species. *PLOS ONE*, 13(1), e0191086. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191086>

Paiva, M. P.; Bezerra, R. C. F.; Fonteles Filho, A. A. (1997). *Recursos pesqueiros estuarinos e marinhos do Brasil*. Fortaleza: EUFC. 287 p.

Palácio, F. J. (1982). Revisión zoogeográfica marina del sur del Brasil. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 31(1), 69–92

Passarone, R., Frédou, T., Lira, A. S., Pelage, L., Eduardo, L. N., Santos, L., Craveiro, C., Silva, E. F., & Lucena-Frédou, F. (2024). Impacts of bycatch from beach seining: a case study of a shrimp fishery in Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 96(2). <https://doi.org/10.1590/0001-3765202420220703>

Pavanelli, C. A. M., Mossolin, E. C., & Mantelatto, F. L. (2008). Reproductive strategy of the snapping shrimp *Alpheus armillatus* H. Milne-Edwards, 1837 in the South Atlantic: fecundity, egg features, and reproductive output. *Invertebrate Reproduction & Development*, 52(3), 123–130. <https://doi.org/10.1080/07924259.2008.9652280>

Pereira, R. T., Almeida, A. C., Teixeira, G. M., Bueno, A. A. P., & Fransozo, A. (2017). Reproductive strategy of the shrimp *Nematopalaemon schmitti* (Decapoda, Caridea, Palaemonoidea) on the southeastern coast of Brazil. *Nauplius: revista da Sociedade Brasileira de Carcinologia*, 25, https://doi.org/10.1590/2358_2936e2017003

Pérez Roda, M.A., Gilman, E., Huntington, T., Kennelly, S.J., Suuronen, P., Chaloupka, M., & Medley, P. (2019). A third assessment of global marine fisheries discards. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 633. Rome, FAO. 78 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO

Perez, J. A. A., & Sant'Ana, R. (Orgs.). (2022). A pesca demersal nas regiões Sudeste e Sul do Brasil: síntese espacial e modelo de gestão baseada no ecossistema. Relatório final do Projeto MEEE PDSES – Subsídios científicos para o manejo espacial e com enfoque ecossistêmico da pesca demersal nas regiões Sul e Sudeste do Brasil – Chamada MCTI/MPA/CNPq nº 22/2015, Ordenamento da Pesca Marinha Brasileira. Processo 445782/2015-3, 452 p.

Perroca, J. F., Miazaki, L. F., Fransozo, A., Freire, F. A. M., & Costa, R. C. (2022). Growth, longevity and mortality of pink shrimps *Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis* in southeastern Brazil. *Marine and Fishery Sciences (MAFIS)*, 35(2), 211–226. <https://doi.org/10.47193/mafis.3522022010503>

Pescinelli, R. A., Davanso, T. M., & Costa, R. C. (2017). Social monogamy and egg production in the snapping shrimp *Alpheus brasiliensis* (Caridea: Alpheidae) from the south-eastern coast of Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 97(7), 1519–1526. <https://doi.org/10.1017/s0025315416000904>

Pescinelli, R. A., Mantelatto, F. L., Almeida, A. O., & Costa, R. C. (2021). First detailed insights into the life-history traits of the alien shrimp *Athanas nitescens* (Decapoda: Alpheidae) in the western Atlantic. *Marine Ecology*, 42(3). <https://doi.org/10.1111/maec.12655>

Pillai, R. S. (1963). Studies on the shrimp *Caridina laevis* (Heller) II. The reproductive system. *Journal of the Marine Biological Association of India*, 2, 226–236. <https://doi.org/10.1007/BF03051941>

Pinheiro, M. A. A., & Fransozo, A. (2002). Reproduction of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Brachyura: Portunidae) on the Brazilian coast near 23°30'S. *Journal of Crustacean Biology*, 22(2), 416–428

- PMAP-SP. (2023). Gerenciamento e Execução do Projeto de Monitoramento da Atividade Pesqueira no Estado de São Paulo. Relatório Técnico Semestral - Julho a Dezembro de 2022.
- Ramirez Llodra, E. (2002). Fecundity and Life-History Strategies in Marine Invertebrates. *Advances in Marine Biology*, 43, 87–170. [https://doi.org/10.1016/s0065-2881\(02\)43004-0](https://doi.org/10.1016/s0065-2881(02)43004-0)
- Rumbold, C. E., Obenat, S. M., Leonardi, M. S., & Spivak, E. D. (2015). Intersex in the gonochoristic crustacean *Tanais dulongii* (Audouin, 1826) (Peracarida: Tanaidacea: Tanaididae): a comparison of external reproductive characteristics. *Journal of Natural History*, 49, 775–788
- Sanjay G, Chezian A, & Sureshkumar P. (2024). A short review on the menace of overfishing. *Journal of Experimental Zoology India*, 27(01). <https://doi.org/10.51470/jez.2024.27.1.55>
- Santos, D. B., Freire, F. A. de M., & Pontes, C. S. (2013). Comportamento do camarão em diferentes substratos nas fases clara e escura do dia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(8), 841–848. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2013000800005>
- Sastry, A. N. (1983). Ecological aspects of reproduction. In F. J. Vernberg & W. B. Vernberg (Eds.), *The Biology of the Crustacea: Environmental adaptations* (Vol. 8).
- Schreck, C. B., & Tort, L. (2016). The concept of stress in fish. In *Fish Physiology* (Vol. 35, pp. 1–34). Elsevier Inc.
- Simões, S. M., Costa, R. C., Fransozo, A., & Castilho, A. L. (2010). Diel variation in abundance and size of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea, Penaeoidea) in the Ubatuba region, Southeastern Brazil. *Academia Brasileira de Ciências*, 82, <https://doi.org/10.1590/s000137652010000200013369-378>
- 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. *ICES Journal of Marine Science*, 63(9), 1616–1630. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2006.07.008>
- Sturges, H. (1926). The choice of a class-interval. *Journal of the American Statistical Association*, v. 21, n. 153, p. 65–66.
- Suguio, K., (1973), *Introdução a Sedimentologia* Ed. Edgard Blucher, EDUSP, São Paulo, 317p.

- Talamonte, N. B., Pescinelli, R. A., Carvalho-Batista, A., & Costa, R. C. (2022). New insights into the life-history traits of the night shrimp *Processa hemphilli* (Caridea: Processidae) in the Western Atlantic. *Zoological Studies*, 61, https://doi.org/10.6620/ZS.2022.61-42_e42
- Tamburus, A. F., Mossolin, E. C., & Mantelatto, F. L. M. (2012). Populational and reproductive aspects of Southern *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Crustacea: Palaemonidae), Brazil. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 16(1), 9–18. <https://doi.org/10.14210/bjast.v16n1.p9-18>
- Terossi, M., López Greco, L. S., & F. L. Mantelatto. (2008). *Hippolyte obliquimanus* (Decapoda: Caridea: Hippolytidae): a gonochoric or hermaphroditic shrimp species? *Marine Biology* 154: 127-135. <https://doi.org/10.1007/s00227-008-0907-1>
- Toni, M. (2017). Variation in environmental parameters in research and aquaculture: effects on behaviour, physiology and cell biology of teleost fish. *Journal of Aquaculture & Marine Biology*, 5, 1–11. <https://doi.org/10.15406/jamb.2017.05.00126>
- Tucker, M. (1988) *Techniques in sedimentology*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, p.63-85
- Villasante, S., do Carme García-Negro, M., González-Laxe, F., & Rodríguez, G. R. (2010). Overfishing and the Common Fisheries Policy: (un)successful results from TAC regulation? *Fish and Fisheries*, 12(1), 34–50. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2010.00373.x>
- Wehrtmann, I. S. (1990). Distribution and reproduction of *Ambidexter panamense* and *Palaemonetes schmitti* in Pacific Costa Rica (Crustacea, Decapoda). *Revista de Biología Tropical*, 38, 327–329. <https://doi.org/10.15517/RBT.V38I2.25381>
- Wehrtmann, I. S.; Lardies, M. A. (1999) Egg production of *Austropandalus grayi* (Decapoda, Caridea, Pandalidae) from the Magellan Region, South America. *Scientia Marina*, [S. l.], v. 63, n. S1, p. 325–331, <https://doi.org/10.3989/scimar.1999.63s1325>
- Wentworth, C. H. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *J. Geol.*, 30: 377-392.
- Wicksten, M. K., & Hendrickx, M. E. (2003). Lista atualizada de camarões bentônicos marinhos e de água salobra (Decapoda: Penaeoidea, Stenopodidea, Caridea) do Pacífico tropical oriental. In M. E.

Wright, L. (2023). The Impact of Overfishing on Marine Ecosystems. *Poultry, Fisheries & Wildlife Sciences*, 11(1), 1–1. <https://doi.org/10.35248/2375-446X.23.11.221>

Zar, J. H. (2010). *Biostatistical analysis* (5th ed.). Prentice Hall

Zare, P., Naderi, M., Eshghi, H., & Anastasiadou, C. (2011). Reproductive traits of the freshwater shrimp *Caridina fossarum* Heller, 1862 (Decapoda, Caridea, Atyidae) in the Ghomp-Atashkadeh spring (Iran). *Limnologica*, 41(3), 244–248. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2010.11.003>

Zimmermann, U., Carvalho, F. L., & Mantelatto, F. L. (2015). The reproductive performance of the red-algae shrimp *Leander paulensis* (Ortmann, 1897) (Decapoda, Palaemonidae) and the effect of post-spawning female weight gain on weight-dependent parameters. *Brazilian Journal of Oceanography*, 63, 207–216. <https://doi.org/10.1590/S1679-87592015085806303>

Zuur, A. F., Ieno, E. N., & Elphick, C. S. (2009). A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. *Methods in Ecology and Evolution*, 1(1), 3–14. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210x.2009.00001.x>