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

BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Caracterização da fauna acompanhante (Crustacea: Decapoda: Brachyura e Anomura) do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus spp.*, em Macaé, Rio de Janeiro.

Gabriela da Silva Rolim
Orientador: Drª. Júlia Fernandes Perroca
Supervisor: Prof. Dr. Rogerio Caetano da Costa

BAURU
2024

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

BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Caracterização da fauna acompanhante (Crustacea: Decapoda: Brachyura e Anomura) do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus spp.*, em Macaé, Rio de Janeiro.

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.

Orientadora: Drª. Júlia Fernandes Perroca

Supervisor: Prof. Dr. Rogério Caetano da Costa.

BAURU
2024

R748c Rolim, Gabriela da Silva

Caracterização da fauna acompanhante (Crustacea: Decapoda: Brachyura e Anomura) do camarão sete barbas Xiphopenaeus spp., em Macaé, Rio de Janeiro. / Gabriela da Silva Rolim. -- Bauru, 2024
38 p. : tabs., fotos, mapas

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, Bauru

Orientadora: Drª. Júlia Fernandes Perroca

1. Bycatch. 2. Pesca artesanal. 3. Sazonalidade. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por me conceber sabedoria, persistência e dedicação ao longo desses quatro anos. A minha mãe, Salomé Rodrigues da Silva, que esteve presente em todos os meus momentos da faculdade, pelas palavras de incentivo e amor incondicional. Ao meu pai, Carlos Elias Rolim, que mesmo distante sempre buscou me acompanhar, me auxiliar e comemorar as minhas vitórias de longe. Meus pais, obrigada por todo o suporte em todos os âmbitos, serei eternamente grata.

Aos meus familiares, Fabiana Crespo, Maria Clara e Maria do Socorro, pelas risadas, os momentos de descontração, felicidade, amor e apoio em todos os momentos, principalmente nos trabalhos mais desafiadores em que vocês participaram comigo. Sem a presença diária de vocês três, tudo seria um pouco mais cinza e triste. Não tenho palavras suficiente para expressar minha imensa gratidão por tudo o que fizeram por mim durante esses anos.

À minha orientadora, Drª Júlia Fernandes Perroca, pela mentoria e pelos ensinamentos, além de ter proporcionado a oportunidade de participar da minha 1º apresentação de painel no Congresso de Biologia da UNESP. Agradeço profundamente por todo o auxílio até agora!

Ao Prof. Dr. Rogerio Caetano da Costa, por ter me dado a oportunidade e o acolhimento durantes esses meses no Laboratório de Biologia e Ecologia de Camarões Marinhos (LABCAM). Com certeza, todos os aprendizados sobre os camarões e crustáceos serão levados com imenso carinho e admiração pelo excelentíssimo trabalho que realiza.

À UNESP, Universidade Estadual Paulista "Júlia de Mesquita Filho", que foi essencial para o meu desenvolvimento acadêmico e formação profissional e pessoal ao longo dos últimos 4 anos. Além de proporcionar-me a oportunidade de conhecer profissionais de excelência e amigas maravilhosas ao longo da graduação.

Ao Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências da Unesp de Bauru, o qual o LABCAM está vinculado.

Ao LABCAM e todos os membros participantes, agradeço a acolhida neste período. Despeço-me com muito carinho e admiração por todos os integrantes, desejando a todos muitos sucessos.

Ao Ministério do Meio Ambiente e ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e

dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) por conceder a licença para coleta de material na área de estudo.

À "Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo" (FAPESP), pelo auxílio concedido (AR #2009/54672-4 e Biota Temático #2010/50188-8 para RCC, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Linha 1 – Pesca #406006/2012-1 e PQ #305919/2014-8 e 3043368/2022-9 para RCC. Agradecemos também ao Dr. Alexandre de Azevedo e à Universidade Federal do Rio de Janeiro/NUPEM, pela infraestrutura disponibilizada para a realização deste trabalho. Todos os experimentos realizados neste estudo cumpriram com as leis estaduais e federais atuais (Autorização do Instituto Chico Mendes de Biodiversidade/ICMBio número 11274).

Às minhas amigas, Keyla Robert e Rebeca Martins, obrigada pela companhia durante esses 4 anos juntas. Sem a presença de vocês no dia a dia, a jornada da graduação teria sido muito mais caótica. Obrigada por todos os momentos de apoio, felicidade, tristeza, surtos e diversão que compartilhamos dentro e fora da faculdade. Desejo que vocês conquistem tudo o que desejam.

Sumário

Resumo 1

Abstract 2

Introdução 3

Objetivos 8

Material e Métodos 9

Caracterização da área de estudo 9

Análise dos dados 12

Resultados 13

Variáveis ambientais 13

Ocorrência e diversidade das espécies 15

Discussão 19

Conclusão 23

Referências 24

RESUMO

A pesca de arrasto de camarões é considerada umas das mais predatórias devido aos impactos que acarreta, como a destruição dos ecossistemas bentônicos e mortalidade dos organismos que ali habitam. Além disso, ocorre uma elevada captura de organismos em busca da espécie alvo da pesca. Dessa forma, o estudo visou analisar a fauna acompanhante (Crustacea: Decapoda: Brachyura e Anomura) proveniente da pesca do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus* spp. em Macaé/RJ, sudeste do Brasil. As coletas foram realizadas mensalmente durante julho de 2013 a junho de 2014 em Macaé, norte do Rio de Janeiro, em quatro pontos amostrais: distribuídos em pontos 1 e 2 (5 m de profundidade) e pontos 3 e 4 (15 metros de profundidade). Com esforço amostral de 30 minutos em cada ponto. Foi averiguada a abundância relativa, frequência de ocorrência das espécies capturadas por estação do ano. Assim como, foi analisada a razão entre abundância de *Xiphopenaeus* spp. e a abundância de Brachyura e Anomura, com intuito de avaliar as possíveis variações entre os pontos e as estações. Também foi estudada a variação da diversidade taxonômica entre as estações do ano. A composição da captura acidental incluiu 6 famílias, 9 gêneros e 13 espécies, sendo as famílias mais representativas de Brachyura: Portunidae com cinco espécies e 1505 indivíduos; e Aethridae, com *Hepatus pudibundus* e 152 indivíduos. O estudo relevou um número significativo de Brachyura e Anomura como fauna acompanhante da pesca do camarão, devido à baixa seletividade das redes. As variações mais discrepantes da captura acidental e de *Xiphopenaeus* spp. ocorreram no Inverno e Outono. Enquanto o verão foi a estação com menor presença desses indivíduos. A diversidade de espécies diferiu entre as estações Outono e Inverno, o que pode estar relacionado a tolerância de indivíduos às variações de salinidade na região de Macaé. Logo, os indivíduos mais representativos foram da família Portunidae, totalizando 5 espécies capturadas. De modo geral, as espécies mais frequentes e abundantes na amostragem foram: *Hepatus pudibundus*, *Callinectes danae*, *C. ornatus* para Brachyura. Já para Anomura, *Loxopagurus loxochelis* foi a espécie mais frequente. Portanto, é necessário estudos contínuos sobre a biologia, diversidade, distribuição e a frequência de das espécies muito numerosas e numerosas que compõem a carcinofauna, em áreas impactadas pela pesca. Bem como, é importante monitorar o dano gerado pela atividade pesqueira sobre os índices dos estoques populacionais.

Palavras-chave: Bycatch, Pesca artesanal, Sazonalidade.

ABSTRACT

The shrimp trawl fishery is regarded as one of the most ecologically destructive due to its significant impacts, such as the degradation of benthic ecosystems and the mortality of resident organisms. Additionally, this fishing method results in the capture of a high number of non-target species. This study aimed to examine the bycatch fauna (Crustacea: Decapoda: Brachyura and Anomura) associated with the fishery for *Xiphopenaeus* spp. (pink shrimp) in Macaé, Rio de Janeiro, Southeastern Brazil. Sampling was conducted monthly from July 2013 to June 2014 at four sites in Macaé, located in northern Rio de Janeiro, with two sites at 5 meters depth (points 1 and 2) and two sites at 15 meters depth (points 3 and 4), each sampled for 30 minutes. The study analyzed the relative abundance and occurrence frequency of the captured species by season. Additionally, the relationship between the abundance of *Xiphopenaeus* spp. and the abundance of Brachyura and Anomura was assessed to identify potential seasonal and spatial variations. The taxonomic diversity across seasons was also examined. The bycatch consisted of six families, nine genera, and thirteen species, with the most representative Brachyura families being Portunidae (five species and 1,505 individuals) and Aethridae (*Hepatus pudibundus*, with 152 individuals). The study revealed a substantial bycatch of Brachyura and Anomura, attributed to the low selectivity of the trawl nets. The most notable variations in bycatch and *Xiphopenaeus* spp. captures occurred in winter and autumn, while summer showed the lowest presence of these species. Species diversity was significantly different between autumn and winter, likely reflecting the tolerance of individuals to salinity fluctuations in the Macaé region. The most representative bycatch species were from the Portunidae family, with five species captured. Overall, the most frequent and abundant species were *Hepatus pudibundus*, *Callinectes danae*, and *C. ornatus* for Brachyura, while *Loxopagurus loxochelis* was the most frequent species for Anomura. These findings highlight the importance of continued research on the biology, diversity, distribution, and abundance of both numerous and abundant species that constitute the carcinofauna in areas affected by fishing activities. Furthermore, it is crucial to monitor the impact of fishing on population stock indices.

Key-words: Artisanal Fisheries, Bycatch, Sazonality

INTRODUÇÃO

A pesca desempenha papéis importantes na sociedade, contribuindo para a subsistência, economia, social e para o comércio (Bellmann *et al.*, 2016; Rousseau *et al.*, 2019). No entanto, esta prática apresenta grandes desafios devido aos seus impactos negativos sobre os ecossistemas marinhos (Hilborn *et al.*, 2023; Hiddink et al., 2017). Entre os diferentes métodos de pesca, a pesca de arrasto é considerada a mais predatória, causando diversos impactos a biodiversidade e aos organismos bentônicos (Dias-Neto, 2015).

A pesca de arrasto é uma técnica amplamente utilizada de alto valor socioeconômico em todo o mundo, sendo a principal fonte de peixes demersais e bentônicos, assim como de outros frutos-do-mar (Thurstan *et al.*, 2010). Essa técnica constitui de uma rede tracionada sobre o leito marinho, capturando os organismos encontrados diretamente sobre ou próximos ao fundo (Cochrane e Garcia, 2009). O arrasto é responsável por contribuir com aproximadamente 26% da pesca marinha mundial (Steadman *et al.*, 2022), entretanto, essa atividade contribui com 50% dos descartes, causando a destruição de habitat, somando a outros problemas enfrentados pelos oceanos, como as mudanças climáticas, poluição e navegação comercial (Halpern *et al.*, 2019). Além disso, provoca a ressuspensão dos sedimentos, aumentando a turbidez da coluna de água, alterando os ciclos de nutrientes (Thrush; Dayton, 2002), e a física do fundo oceânico pela ação mecânica do petrecho contra o sedimento (Pusceddu *et al.*, 2014). Bem como, verifica-se a presença da fauna acompanhante resultante da captura acidental (bycatch) de outras espécies.

O bycatch é definido pela captura involuntária de uma espécie em busca da espécie alvo da pesca (Hastings, Gaines e Costello, 2017). Esse fenômeno ocorre devido à baixa seletividade das técnicas de pescas durante o processo de captura (Dias-Neto, 2015). A captura acidental engloba diversos organismos aquáticos marinhos, como peixes, moluscos, equinodermos, crustáceos e cnidários (FAO, 2016). As principais consequência do bycatch são o declínio da biodiversidade marinha, resultando na redução da abundância e diversidade de espécies, e a diminuição da biomassa e produtividade do ecossistema bentônico (Dias Neto, 2015; Hiddick *et al.*, 2017).

Além disso, a prática da pesca resulta na devolução anual de toneladas de material biológico em todo o mundo. Segundo Perez Roda *et al.,* (2019), as devoluções médias anuais da pesca de captura global entre 2010 e 2014 atingiram cerca de 9,1 milhões de toneladas, onde 46% do descarte anual, equivalente a 4,2 milhões de toneladas provém da rede de arrasto e outros métodos de arrasto de fundo. Esse elevado descarte de bycatch, altera significativamente a distribuição da biomassa dentro e entre os ecossistemas (Gilman *et al*., 2020; Rothschild & Gulland,1982). As consequenciais associadas a devolução de organismos ocasiona em uma alta mortalidade, pois são frequentemente devolvidos ao mar lesionados ou mortos, conforme Barnes *et al*., (2022). Segundo Hilborn *et al*., (2023) a mortalidade de indivíduos gera a desestabilização da cadeia alimentar, o que acarreta consequências para os níveis tróficos superiores, levando à redução tanto dos indivíduos de base quanto dos indivíduos de topo de cadeia. Além de que, ocorre a mortandade desnecessária de juvenis e fêmeas ovígeras, visto que não são o alvo e nem relevantes à pesca, devido ao estágio reprodutivo em que se encontram (Barnes *et al*., 2022), podendo gerar um potencial dano ao estoque populacional dessas espécies devido à morte desses indivíduos (Perez-Roda *et al*., 2019). Bem como, ocorre o desperdício de organismos de interesse socioeconômico ou comercial que não atingiram ao tamanho necessário ou que não apresentam qualidade alta para serem comercializados (Bellido *et al*., 2011; Gilman *et al*., 2020).

Este método é empregado em regiões costeiras ao redor do mundo para a captura de camarões, sendo denominada pesca camaroeira. No Brasil, a prática se dá pela captura de camarões da família Penaeidae, a qual é representada por espécies de importância econômica, social e histórica no litoral brasileiro (Graça Lopes *et al*., 2007). No Sudeste brasileiro, os principais camarões de importância econômica, são o camarão-rosa, *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) e *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967), camarão branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) e camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862).

X. kroyeri é uma espécie de hábito bentônico dominante na costa brasileira, com distribuição geográfica no Atlântico Ocidental, ocorrendo da Carolina do Norte (USA) até o Rio Grande do Sul, no Brasil (Costa *et al.,* 2007). Essa espécie habita águas costeiras rasas, com preferência por substratos de areia fina, muito fina, silte, argila e areno-lodosos de 30 m de profundidade (IWAI, 1973), em baías com salinidade acima de 30 ppm

(Branco, 2005; Costa *et al*., 2011; Castilho *et al*., 2015), cuja adultos e juvenis ocorrem na mesma área durante todo o ciclo de vida, sem apresentar migrações (Branco *et al.*, 1999). Onde, o gênero *Xiphopenaeus* spp. Smith, 1869 é considerado o terceiro maior recurso pesqueiro da região Sudeste do Brasil, caracterizando 90% da biomassa da captura de camarões (Davanso *et al*., 2017).

Devido à alta comercialização de camarões peneídeos no país, principalmente nas regiões Sudeste e Sul, levou-se a criação do período de defeso dos camarões em outubro de 1983 pela Superintendência de Desenvolvimento da Pesca, como medida para reduzir a sobrepesca de outras espécies. O objetivo era proteger o recrutamento do camarão rosa (*F. brasiliensis* e *F. paulensis*) entre fevereiro e maio, com o intuito de aumentar o estoque populacional da espécie. A Portaria SUDEPE nº50, de 20 de outubro de 1983, foi a primeira legislatura a entrar em vigor nas regiões Sudeste e Sul, que proibia a pesca de camarões *F. brasiliensis* e *F. paulensis, L. schmitti, Pleoticus muelleri* Spence Bate, 1888*, X. kroyeri* e *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888 de 1º de março a 30 de abril de 1984, abrangendo desde o sul de Abrolhos, na Bahia, até Tramandaí, norte do litoral do Rio Grande do Sul (SUDEPE, 1983). Em 28 de fevereiro de 1984, a Portaria passou por modificação no quesito de abrangência das regiões, tornando-se a partir desta data, desde o norte do Espírito Santo até Tramandaí, norte do litoral do RS. (Portaria SUDEPE n° 007, de 28 de fevereiro de 1984).

Desde 1984, a legislação referente ao período de defeso passou várias modificações com para se ajustar às mudanças biológicas e ecológicas das espécies. Em 2008, a Instrução Normativa IBAMA Nº189, de setembro de 2008, vigente no período de coleta do trabalho, proibia a pesca de arrasto com tração motorizada para a captura dos seguintes camarões: *F. brasiliensis, F. paulensis, X. kroyeri, L. schmitti, P. muelleri* e *A. longinaris* de 1º de março a 31 de maio nos Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro e a Foz do Arroio Chuí, no Rio Grande do Sul (Instrução Normativa IBAMA n° 189/2008).

Atualmente, o período de defeso segue a Portaria SAP/MAPA 656/2022, que substitui a Instrução Normativa de 2008. Esta Portaria estabeleceu o período de proteção dos camarões peneídeos de 28 de janeiro a 30 de abril no Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. O período de defeso tem o intuito de proteger o recrutamento do camarão-rosa *F. brasiliensis* e *F. paulensis*, promovendo a recuperação

do seu estoque populacional, no entanto, devido a medida de proibição da pesca, o defeso abrange proteção do estoque da população dos demais camarões de alto interesse comercial (Franco *et al*., 2009).

No contexto da pesca camaroneira, é importante ressaltar que os Brachyura (siris e caranguejos) e Anomura (ermitões), duas infraordem de crustáceos, são os principais grupos da carcinofauna associados ao bycatch de crustáceos, da pesca do *Xiphopenaeus spp*. (Jaconis *et al.*, 2022; Nascimento, 2019). Os braquiúros, em particular, são frequentemente abundantes como bycatch na captura do camarão sete-barbas. Alguns estudos abordam a presença de braquiúros e ermitões como fauna acompanhante na pesca camaroeira ao longo da costa: Norte do Rio de Janeiro (Di Beneditto, 2010), Santa Catarina (Branco *et al.*, 2015); Cananéia (Bochini *et al.*, 2019); Norte do Estado de São Paulo (Mantelatto *et al*., 2016); litoral de São Paulo, praia de Perequê (Severino-Rodrigues *et al.,* 2018); Ubatuba, Estado de São Paulo (Bernardes *et al.*, 2019); Macaé, Rio de Janeiro (Sousa *et al.*, 2021).

Macaé é uma região com alta atividade e comercialização de camarões peneídeos, que é influenciada pela ressurgência de Cabo Frio. Os sistemas de ressurgência costeira resultam do afloramento de águas do oceano, estimulado por ventos equatoriais, criando correntes ricas em nutrientes (NOAA, 2024). O movimento ascendente da água, estimulado provocado por ventos costeiros na superfície do oceano, impulsiona as correntes superficiais para a costa e é substituído por águas profundas, frias e ricas em nutrientes para a superfície, que substituem a água quente e pobre em nutrientes na superfície (Garrison, 2016).

A ressurgência promove um alto enriquecimento biológico, beneficiando a produtividade primária local e favorecendo o crescimento e abundância de algas marinhas e fitoplâncton, que, por sua vez, aumenta o crescimento de zooplâncton (Govorushko, 2013). Nessas localidades, a elevada produtividade primária beneficia toda a cadeia alimentar, resultando em uma maior diversidade de peixes, mamíferos marinhos e aves marinhas (Watermeyer *et al.*, 2020). Devido a esses fatores, os ecossistemas dessas áreas são apontados como locais de intensa atividade pesqueira (Vasquez-Carrillo *et al.,* 2021), propicio à abundância de espécies, sejam elas economicamente importantes ou não. Entretanto, as espécies marinhas podem ser afetadas de forma negativa, com os indivíduos

que não apresentam adaptação ou resistência a este evento tendem a ser impactados por variações de pH, oxigênio, temperatura e salinidade (Ramajo *et al*., 2019). Esse fenômeno tem ocorrência em todo o mundo, sendo importante para a comunidade bentônica e planctônica, modificando a concentração de disponibilidade de alimentos (Andrade, 2015; Gonzales-Rodriguez *et al.*, 1992; Quintana *et al.*, 2015).

Sabendo que Macaé é uma região influenciada por esse fenômeno e que a distribuição e a abundância das espécies são diretamente afetadas por fatores locais, como profundidade, substrato, temperatura e salinidade (Branco *et al.*, 1999), torna-se essencial o compreender a distribuição de crustáceos nessas localidades e avaliar o impacto que os fatores ambientais ocasionam na abundância dos indivíduos. Portanto, esse trabalho visou analisar a ocorrência e diversidade de Anomura e Brachyura capturados como bycatch na pesca de arrasto do *Xiphopenaeus* spp. no norte do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil.

OBJETIVOS

O objetivo central deste estudo foi caracterizar os Anomura e Brachyura pertencentes a fauna acompanhante da pesca do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus* spp. em Macaé/RJ, uma região influenciada pelo processo da ressurgência de Cabo Frio. Para isso foram averiguados os seguintes objetivos específicos:

- Calcular a abundância relativa e frequência de ocorrência das espécies capturadas por estação do ano.
- Obter a razão entre abundância de *Xiphopenaeus* spp. e a abundância de caranguejos, siris e ermitões, e avaliar se houve variação na razão entre as estações do ano.
- Calcular a diversidade taxonômica (α) e averiguar sua variação entre as estações do ano.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

As coletas foram realizadas na região de Macaé (22º 37'S, 41º,78'W) (Figura 1), no Norte do Rio de Janeiro, localizada próxima da Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Santana, composta pelas ilhas: Ilha do Francês, Ilha da Galeta e Ilhote Sul (Catelani *et al*., 2019). A região em questão é influenciada pelos ventos de Nordeste e de Sudoeste. Durante o verão, predominam os ventos de Nordeste, favorecidos em virtude da orientação do litoral fluminense, afastando as águas costeiras e promovendo aproximação da Água Central do Atlantico Sul (ACAS). No inverno, os ventos de sudoeste prevalecem, propiciando o retorno das águas costeiras à sua posição normal sobre a plataforma continental (Emilsson, 1961; Moreira da Silva, 1977; Gonzalez-Rodrigues *et al*., 1992).

A região de Macaé sofre influências da massa d'água denominada ACAS, que é formada por dois fluxos de correntes da circulação oceanográfica do Atlântico Sul, uma advinda do norte do Brasil, transportando águas tropicais, e outra advinda do sul da Maldivas, transportando águas subantárticas de baixa salinidade e temperatura (Castro-Filho & Miranda, 1998; Herrera, D.R., 2013; Pantaleão *et al.,* 2015), esses dois fluxos convergem entre as latitudes de 30 e 46ºS formando assim a ACAS (temperatura < 20°C e salinidade < 36 ppm). Em determinadas épocas do ano, essa massa de água influencia a intensidade das correntes e dos ventos (Castro Filho *et al*., 1987), promovendo modificações nas regiões costeiras e um processo sazonal de mistura entre as diferentes massas de água (Odebrecht & Castello, 2001).

ACAS é responsável pela formação do fenômeno de ressurgência costeira na região de Cabo Frio/RJ. A área de estudo, influenciada pela ressurgência de Cabo Frio, devido à proximidade entre as duas cidades, possui águas com temperaturas mais baixas, correlacionada com o processo da entrada da massa ACAS na região costeira de Cabo Frio (Valentini, 1984; Stech, 1995).

Amostragem do material biológico

Os organismos foram amostrados mensamente de julho de 2013 a junho de 2014 em Macaé/RJ, em quatro pontos distintos, sendo 1 e 2 a 5 metros de profundidade e 3 e 4 a 15 metros de profundidade (Tabela 1, figura 1).

Foi utilizado um barco de pesca comercial equipado com redes de arrasto duplas com 10 metros de comprimento, abertura entre as portas de 5 metros, malha de 20 mm e 18 mm no saco final (Figura 2). O esforço da amostragem foi de 30 minutos, em uma velocidade constante de 2 nós, paralelos a linha da costa. Posteriormente, em laboratório, os indivíduos capturados de Brachyura e Anomura foram quantificados, pesados e identificados de acordo com Melo (1996, 1999a, respectivamente).

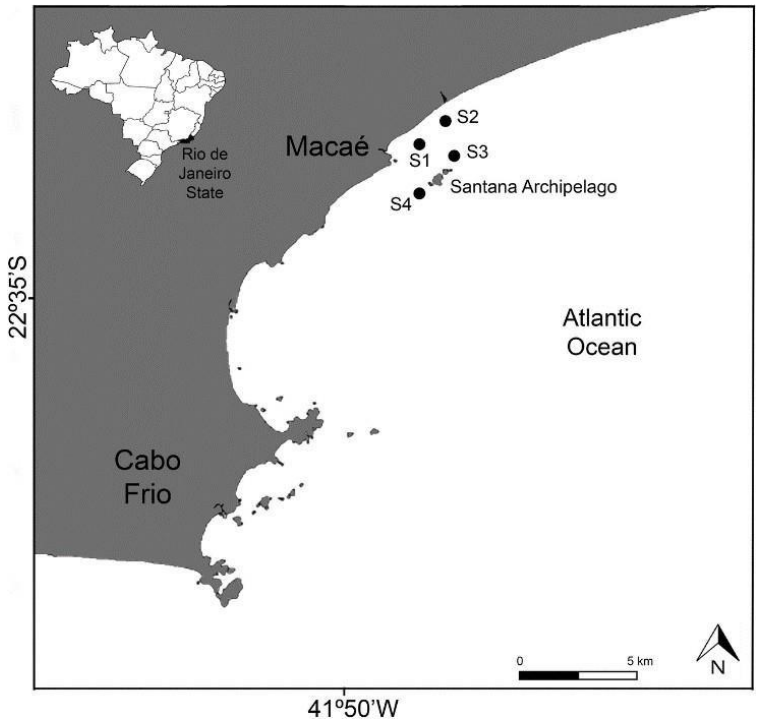

Figura 1. Mapa dos pontos amostrais em Macaé, estado do Rio de Janeiro, Brasil, com localização dos pontos 1, 2 (5 metros de profundidade) 3 e 4 (15 metros de profundidade). Retirado de Piantkoski *et al.* 2021.

Tabela 1. Profundidade (m) e localização (GPS) de cada ponto de coleta.

Ponto	Profundidade (m)	Localização (GPS)
1	5 m	22°23,697'S; 41°44,963'W
2	5 m	22°20,243'S; 41°44,191'W
3	15 m	22°25,229S; 41°43,518'W
4	15 m	22°25,307'S; 41°44,783'W

Figura 2. Imagem do barco de pesca comercial camaroeiro utilizado na amostragem em Macaé, estado do Rio de Janeiro, Brasil. Retirado de Herrera, D., 2013.

Análise dos dados

Para as análises dos indivíduos, foi calculada a abundância relativa (AR%) e a frequência de ocorrência (FO) das espécies capturadas por estação do ano (inverno, primavera, verão e outono austrais). Em relação a abundância relativa, o cálculo ocorreu com o número de indivíduos de cada espécie da fauna acompanhante dividido pelo número total de indivíduos. Seguindo a classificação proposta por Graça-Lopes *et al.* (1993), foram consideradas: muito numerosas (Mn) as espécies capturadas acima de 5% da amostra; numerosa (N) quando entre 1 e 5% das amostras; e não numerosa (Nn) quando abaixo de 1% das amostras. A frequência de ocorrência de cada espécie foi calculada pelo número de indivíduos capturados divido pelo número de pontos amostrais. A classificação seguida foi proposta por Dajoz (1983), considerando em: Constante (Co) quando presente em mais de 50% das amostras capturadas; acessória (Ace) se presente entre 25 e 50%; e acidental (Aci) se presente em menos de 25%.

Para avaliar a variação da diversidade entre as estações do ano, primeiramente o conjunto de dados original foi utilizado para calcular a diversidade taxonômica mensal por ponto, sendo denominada diversidade alfa. Em seguida, a diversidade alfa foi corrigida segundo o conceito de "comunidades equivalentes" proposto por Jost (2006). Estimou-se que q = 1 (N1 = Diversidade de Shannon) a fim de apresentar a mesma sensibilidade entre espécies raras e comuns (Hill, 1973). A estimativa foi denominada como Exponencial de Shannon (i.e., índice que representou a diversidade no trabalho). Os dados referentes a diversidade foram explorados quanto a normalidade (i.e., histogramas e qqplot) e homogeneidade (boxplots). Uma vez que os dados eram não normais e não homogêneos, a variação da diversidade em relação às estações do ano foi averiguada a partir do teste de Kruskal-Wallis ($\alpha = 5\%$), seguida pelo teste a posteriori de Dunn com correção de Bonferroni. As análises foram realizadas no software RStudio versão 1.4.1103 (R Studio Team, 2021). A correção da diversidade foi feita utilizando o pacote Vegan (Oksanen *et al*., 2022).

RESULTADOS

Variáveis ambientais

Durante a amostragem, a temperatura de fundo mediana no verão foi de 20,25ºC ± 1,21; Outono apresentou temperatura de 21,5ºC ± 0,93; Inverno com 21,5ºC ± 0,94; A primavera com temperatura mediana de 19ºC ± 1,44 (Figura 3).

A salinidade de fundo, por sua vez, também variou entre as estações. No verão, a mediana foi de 36 ppm ± 1,26; No outono, foi de 36,5 ppm ± 2,23; Inverno com 38 ppm ± 0,42; e na primavera, com mediana de 36,5 ppm ± 1,44 (Figura 4).

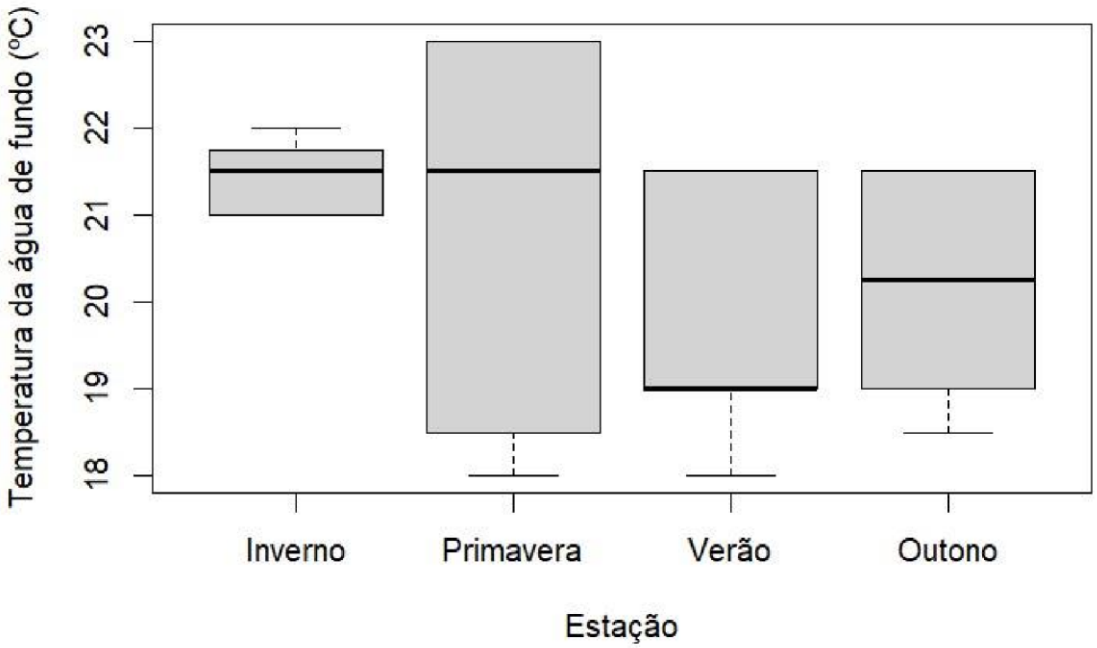

Figura 3. Variação mediana da temperatura de fundo (ºC) amostrados ao longo das quatro estações na região de Macaé, Estado do Rio de Janeiro, Brasil.

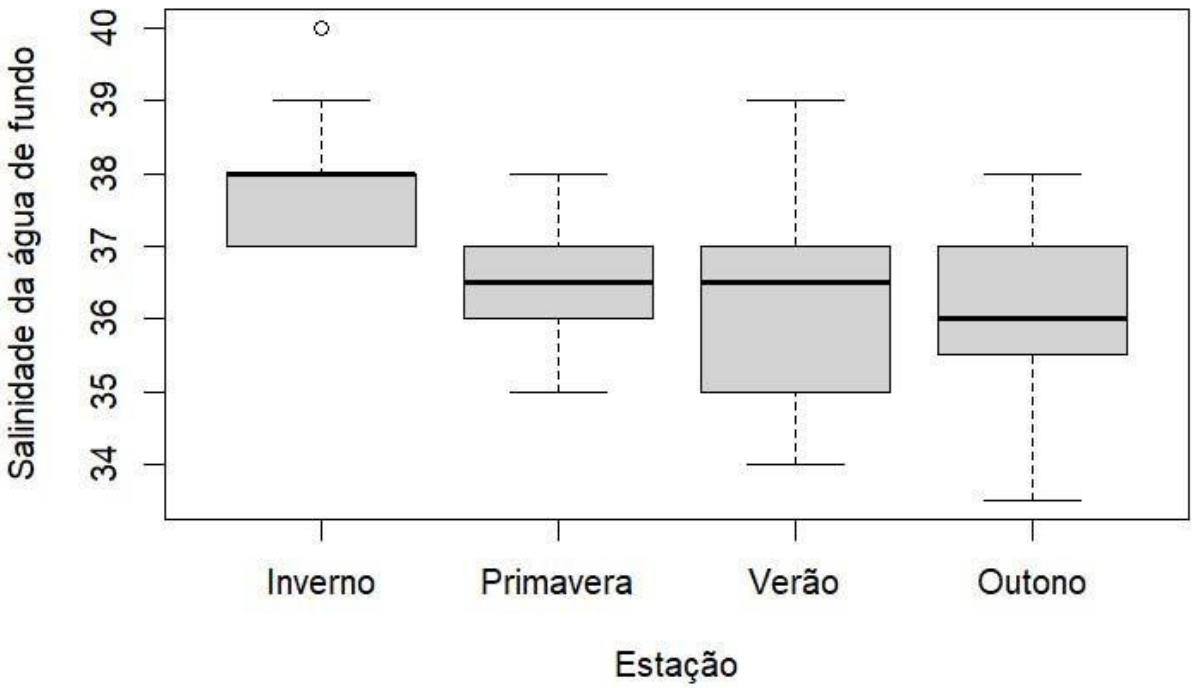

Figura 4. Variação mediana da salinidade (ppm) da água de fundo amostrada ao longo das quatro estações na região de Macaé, Estado do Rio de Janeiro, Brasil.

Ocorrência e diversidade das espécies

A composição da fauna acompanhante incluiu 6 famílias, 9 gêneros e 13 espécies capturadas (Figura 5), além de *Xiphopenaeus* spp., cujo foi a mais abundante do estudo. As famílias mais representativas da amostragem foram Portunidae, com 5 espécies e 1505 indivíduos capturados; e a família Diogenidae, com 2 espécies e 197 indivíduos capturados (Tabela 2).

Para a abundância relativa (AR%) das espécies capturadas, seguindo a classificação: 3 espécies foram consideradas muito numerosas (Mn); 3 foram consideradas numerosas (N); e 7 espécies foram consideradas não numerosas (Nn). Embora 7 espécies tenham sido consideradas como constantes, apenas 3 foram consideradas muito numerosas na amostragem, sendo elas: *Callinectes ornatus* Ordway, 1863*, Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) *e Loxopagurus loxochelis* (Moreira, 1901) (Tabela 2, Figura 5).

Brachyura foi o grupo mais abundante da amostragem com 4 famílias, 10 espécies e com o total de 1667 indivíduos capturados (Tabela 2). Sendo, Portunidae, a família mais representativa, com *Callinectes ornatus*; acompanhada por *Callinectes danae* Smith, 1869 *e Arenaeus cribarius* (Lamarck,1818)*,* cuja foram espécies numerosas e frequentes. As espécies menos representativas foram *Achelous spinicarpus* Stimpson, 1871 *e Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) (Figura 5). A família Aethridae foi a segunda mais abundante e frequente com *Hepatus pudibundus* (152 indivíduos). Em relação a frequência de ocorrência (FO), seguindo a categoria: 7 espécies foram consideradas constantes (Co); e 6 foram consideradas acessórias (Ace).

As famílias menos representativas e frequentes de Brachyura foram: Leucosiidae, com 3 espécies do gênero *Persephona*: *P. lichtenstenii* Leach, 1817, *P. mediterranea* (Herbst, 1794) e *P. punctata* (Linnaeus, 1758); e a família Epialtidae, com *Libinia spinosa* Guérin, 1832 (Figura 4, Tabela 2).

Com relação aos Anomura, a amostragem resultou em 2 famílias e 3 espécies com um total de 260 indivíduos capturados (Tabela 2). Diogenidae, foi a família mais presente, sendo *Loxopagurus loxochelis* (186) a mais abundante; e *Dardanus insignis* (de Saussure, 1857) foi a espécie menos abundante da família e da infraordem, com 11 organismos capturados. Enquanto, Paguridae, com *Pagurus exilis* (Bento, 1892)*,* obteve 63 indivíduos na amostragem (Figura 5).

Relacionado as estações do ano, verificou-se que as estações de maior abundância de *Xiphopenaeus* spp. e de outros crustáceos foi presente em Outubro com 1216 e 878 indivíduos capturados, respectivamente, com proporção de 1:1; seguido pelo Inverno com 1948 espécimes de *Xiphopenaeus* spp. e 483 de crustáceos, de proporção 1:4; Primavera com 1732 e 343 de

crustáceos, com proporção 1:5; e Verão com 561 e 223, com proporção 1:3, de *Xiphopenaeus spp.* para crustáceos. Logo, é observado que a quantidade de *Xiphopenaeus* spp. foi superior a captura acidental (Tabela 2).

Tabela 2. Abundância, abundância total, abundância relativa (AR%) e frequência de ocorrência (FO) dos Brachyura e Anomura como fauna acompanhante do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus* spp. em Macaé, Rio de Janeiro, de julho de 2013 a junho de 2014.

	Espécie	Inverno	Primavera	Verão	Outono	**Total**	AR%	FO	Abundância
Brachyura	**Aethridae**								
	Hepatus pubibundus (Herbst,1785)	80	40	29	3	**152**	7.89	100%	Mn
	Epialtidae								
	Libinia spinosa Guérin,1832	1	0	0	0	**1**	0.05	25%	Nn
	Leucosiidae								
	Persephona lichtensteinii Leach,1817	1	2	0	0	**3**	0.16	50%	Nn
	Persephona mediterrânea (Herbst,1794)	1	0	0	4	**5**	0.26	50%	Nn
	Persephona punctata (Linnaeus, 1758)	0	0	1	0	**1**	0.05	25%	Nn
	Portunidae								
	Achelous spinicarpus Stimpson, 1871	6	0	4	0	**10**	0.52	50%	Nn
	Achelous spinimanus (Latreille, 1819)	8	0	0	2	**10**	0.52	50%	Nn
	Arenaeus cribarius (Lamarck,1818)	20	29	0	2	**51**	2.65	75%	N
	Callinectes danae Smith,1869	24	9	13	46	**92**	4.77	100%	N
	Callinectes ornatus Ordway,1863	273	192	140	737	**1342**	69.64	100%	Mn
Anomura	**Diogenidae**								
	Dardanus insignis (de Saussure, 1857)	4	4	3	0	**11**	0.57	75%	Nn
	Loxopagurus loxochelis (Moreira, 1901)	50	23	29	84	**186**	9.65	100%	Mn
	Paguridae								
	Pagurus exilis (Bento,1892)	15	44	4	0	**63**	3.27	75%	N
	Total carcinofauna:	**483**	**343**	**223**	**878**	**1927**			
	Total *Xiphopenaeus* spp.*:*	**1948**	**1732**	**561**	**1216**	**5457**			
		1:4	1:5	1:3	1:1	1:3			

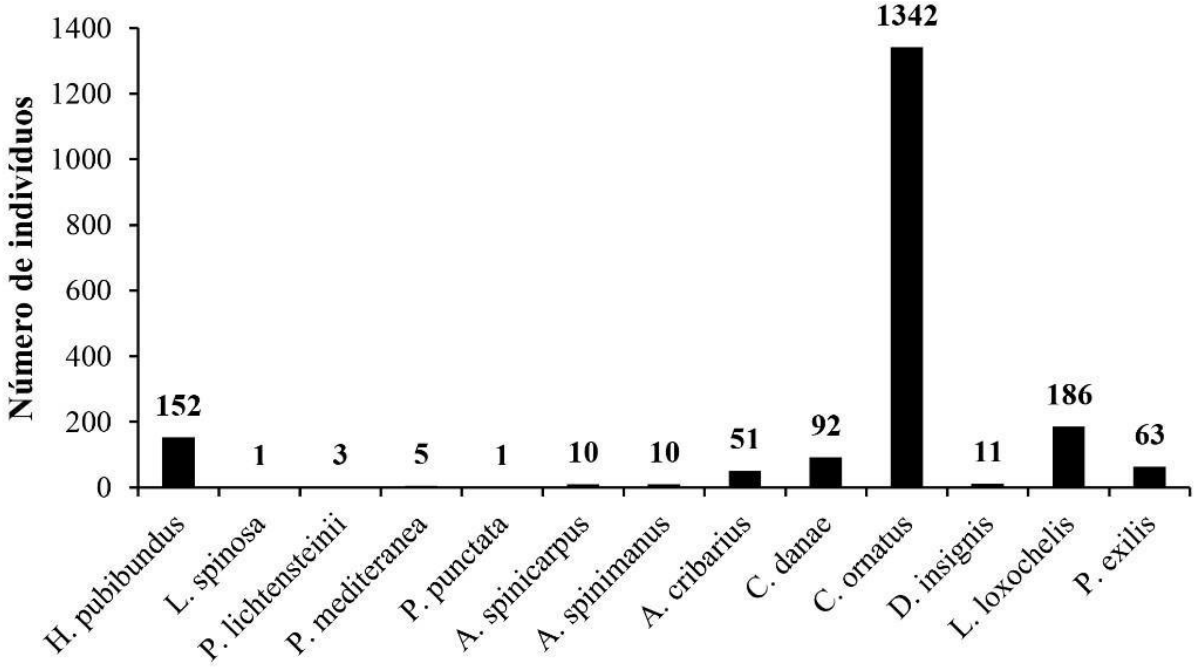

Figura 5. Composição de espécies como captura acidental da pesca do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus* spp. em Macaé, Rio de Janeiro, de julho de 2013 a junho de 2014.

Referente a diversidade alfa, o teste de Kruskal-Wallis identificou uma diferença significativa entra as estações (H = 0.201, df = 3, p = 0,007). Foi observado que a diversidade nas estações de Outono-Inverno (p adj = 0,0116*) foram significativamente diferentes. Em comparação a outras estações do ano, não houve diferença entre si (Tabela 3, Figura 6).

Tabela 3. Teste de Dunn com correção de Bonferroni para comparações múltiplas entre os grupos. As comparações foram realizadas após o teste de Kruskal-Wallis. A tabela apresenta o valor Z, o p-valor não ajustado, o p-valor ajustado pela correção de Bonferroni e a significância estatística (***p < 0,001; **p < 0,01; *p < 0,05) para cada comparação de grupos.

Estação	Z	p	p adj
Outono-Inverno	- 3,10	0,00193	0,0116*
Primavera-Inverno	- 0,737	0,461	1
Verão-Inverno	- 2,23	0,0256	0,153
Primavera-Outono	2,36	0,0181	0,108
Verão-Outono	0,868	0,385	1
Verão-Primavera	- 1,50	0,135	0,808

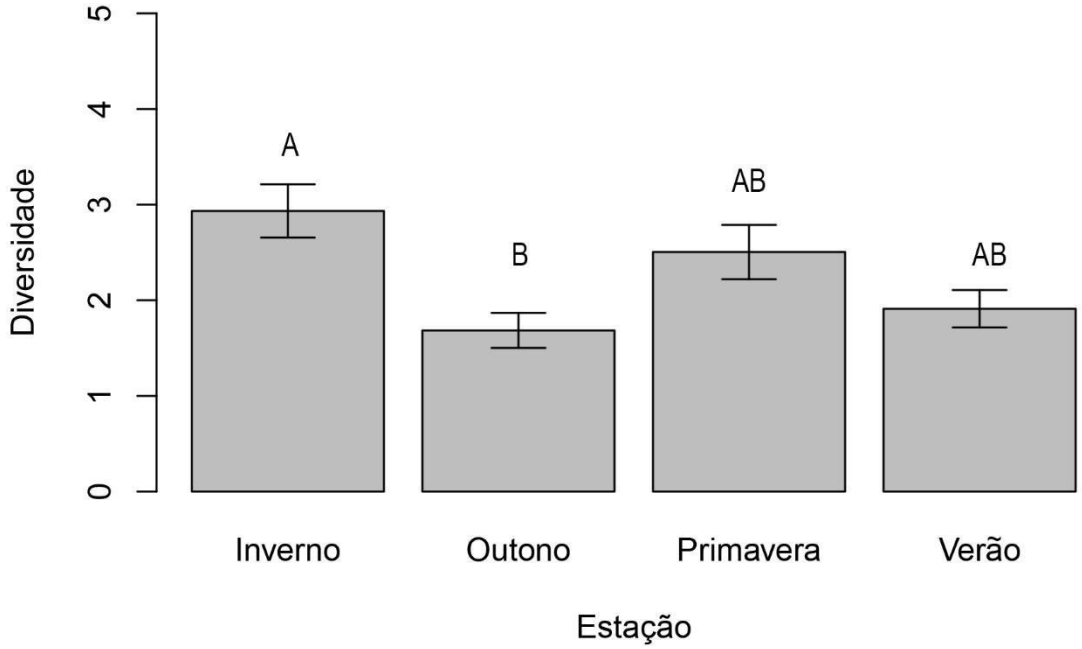

Figura 6. Variação da diversidade entre as estações do ano. Letras diferentes indicam variação.

DISCUSSÃO

Os resultados apresentados evidenciam um valor significativo da fauna acompanhante de Anomura e Brachyura na pesca camaroeira, relacionada à baixa seletividade da rede de arrasto. Foi registrada a ocorrência de 10 espécies de braquiúros e 3 de anomuros. A distribuição e a frequência desses indivíduos estão relacionadas a fatores abióticos, como: temperatura local, influenciada pela ressurgência de Cabo Frio, salinidade, produção primária e sedimentos, segundo Branco e Fracasso, 2004. Logo, o Outono foi a estação de maior registro de indivíduos, com 878 crustáceos e 1216 de *Xiphopenaeus* spp. capturados, respectivamente. Em seguida, o Inverno apresentou o segundo maior valor de capturas com 483 indivíduos de crustáceos e 1948 de *Xiphopenaeus* spp.

Os elevados valores do outono e do inverno podem estar relacionados a regressão da Água Central do Atlantico Sul, do litoral fluminense, explicando a alta abundância de indivíduos nessas estações. Com a regressão dessa massa de água, as temperaturas de fundo e da superfície tendem a aumentar, embora sejam temperaturas consideradas baixas durante todo o ano (< 20ºC), mesmo durante essas estações (Stanski, 2019; Pantaleão, 2016). No entanto, no inverno, foi registrado uma menor abundância de braquiúros e anomuros, quando comparado ao outono. Em relação ao *Xiphopenaeus* spp., foi a espécie com maior abundância registrada durante todo o estudo. Esse evento pode estar relacionado a uma estabilização das temperaturas da água de fundo durante essas duas estações, que se manteve aproximadamente entre 21,5ºC, favorecendo a presença de espécies tropicais que preferem temperaturas acima de 21ºC, (Bernardes *et al.*, 2019), como é o caso do *Xiphopenaeus* spp.

A região de Macaé é caracterizada por temperaturas baixas e alta concentração de nutrientes na maior parte do ano (Stech *et al.*, 1995; Sancinetti *et al.*, 2015), afetando por meio da entrada da ACAS, favorecendo a Ressurgência de Cabo Frio. Esse processo dinâmico influencia diretamente na abundância e frequência de indivíduos Decapoda (Sousa *et al.,* 2019). Logo, as estações em que a ACAS se aproxima da costa fluminense, principalmente, na primavera e verão (Stech *et al.*, 1995). Nesses períodos, observa-se o declínio no número de braquiúros e anomuros, referente a temperatura média baixa na região.

No presente estudo, a primavera e o verão apresentaram os menores valores de fauna acompanhante da amostragem, com 343 e 223 indivíduos, respectivamente. Na

primavera, registrou-se a segunda maior abundância de *Xiphopenaeus* spp., possivelmente relacionada a variação de temperatura que ocorreu durante esse período, porém, obteve a menor temperatura mediana da amostragem com 19ºC. No verão, houve o declínio tanto da carcinofauna quanto do camarão sete-barbas, podendo estar relacionado a migrações desses organismos para regiões com temperaturas mais elevadas (Sousa *et al.*, 2021).

A baixa presença de organismos de Brachyura e Anomura nos períodos de primavera e verão foi também observada em estudos por: Bernardes *et al*., (2019) em Ubatuba – SP. Os autores observaram a influência de fatores ambientais (salinidade, temperatura e matéria orgânica) na distribuição do caranguejo *Hepatus pudibundus*, no qual foi visto que nessas estações, a menor abundância ocorreu em profundidades de 3040m, porém em pontos com 10-20m de profundidade a espécie foi considerada abundante associada a alta matéria orgânica e o tipo de sedimento. Tendo em vista que a maior frequência de *H. pudibundus* neste trabalho ocorreu no inverno com 80 e após na primavera com 40 indivíduos, é possível verificar uma redução significativa na abundância desses organismos, podendo estar relacionado a entrada da ACAS.

Sousa *et al.,* (2021) Macaé - RJ, observou a baixa presença de caranguejos braquiúros (e.g., *C. ornatus e H. pudibundus*) durante essas estações, referente à redução nas temperaturas durante a primavera e uma baixa salinidade no verão, com exceção de *A. spinicarpus*, que foi abundante durante o verão, sendo uma espécie adaptada a baixas temperaturas da água (18-12ºC) e á locais de maiores profundidade (45m). Este resultado diferiu do encontrado neste estudo, visto que *A. spinicarpus* foi uma espécie não numerosa e não frequente durante a amostragem, podendo estar relacionado ao fator da temperatura, em que o menor valor foi de 19ºC durante o verão.

A sazonalidade também afeta a distribuição de camarões, como visto por: Silva *et al.*, (2014) em Macaé - RJ, analisou a biodiversidade, distribuição de camarões Penaeoidea e Caridea, e observou que na primavera e no verão, as espécies presentes foram *Artemesia longinaris* e *Pleoticus muelleri*, os quais são organismos com preferência por águas frias (< de 20º); e Costa *et al.,* (2007) em Ubatuba - SP, analisou a distribuição do *Xiphopenaeus kroyeri* influenciada pela temperatura abaixo de 20ºC durante a estação do verão e pela baixa salinidade (< 5 psu) causada pelo influxo da ACAS, ocasionando na redução da abundância desses indivíduos. Resultado esse que também foi observado no presente trabalho em relação a distribuição de *Xiphopenaeus* spp. nessas estações.

Essa sazonalidade em Macaé, determinada principalmente pela entrada ou recuo da ACAS na costa do município, influencia na distribuição e abundância das espécies de acordo com preferência por fatores ambientais (Bernardes et al., 2019). Segundo Boschi (2000) e Branco & Fracasso (2004), organismos com distribuição tropical e subtropical tendem a preferir temperaturas acima de 21ºC. Durante o outono e o inverno, foram observadas temperaturas de 21,5ºC em ambas as estações, enquanto na primavera e o verão obteve-se uma temperatura entre 20,25ºC e 19ºC, respectivamente. Sendo o caso da maioria de braquiúros e da espécie do gênero *Xiphopenaeus* (Boschi, 2000; Costa *et al*., 2007), que, em condições ambientais desfavoráveis, podem migrar para locais mais rasos e adequados (Bernardes et al., 2019).

Conforme mencionado nos resultados, Brachyura foi o grupo mais abundante e frequente neste estudo. A alta abundância está relacionada a fatores ambientais, principalmente salinidade e temperatura da água (Castro *et al.,* 2005). A maioria dos braquiúros apresenta uma distribuição constante em regiões tropicais e subtropicais, de acordo com Boschi (2000). No entanto, entre as espécies de Brachyura capturadas, destacam-se *Arenaeus cribarius*, *Achelous spinimanus* e *Libinia spinosa*, que tendem a preferir regiões de temperaturas de água de fundo mais frias e salinas (Andrade, 2014; Bernardo *et al.*, 2019; Gonçalves *et al.,* 2020; Mantelatto *et al.*, 2016), apesar da baixa ocorrência durante a amostragem, sendo registradas em apenas uma ou duas estações. No qual, a distribuição desses indivíduos pode ter sido afetada por outros fatores como o tipo de sedimento.

Nesse estudo, os portunídeos foram os indivíduos mais predominantes como fauna acompanhante, uma vez que *C. ornatus* foi a mais dominante e representativa no bycatch. A dominância de *C. ornatus* foi observado em estudos de Costa *et al.* (2016) em Macaé; Branco *et al.*, 2015, em Santa Catarina; e Bochini *et al.*, 2019 em Cananéia, litoral sul de São Paulo, onde a espécie foi considerada abundante e frequente nesses trabalhos, o que corrobora os resultados deste presente estudo. A constância dessa espécie na pesca do camarão sete-barbas tem sido relatada devido a preferência por habitats semelhantes ao do *Xiphopenaeus* spp., ou seja, esses indivíduos preferem temperaturas acima de 21ºC, salinidade de baixa a moderada e fundos lamacentos, demonstrando a relação entre essas duas espécies (Costa *et al.,* 2007).

No que se refere aos anomuros, *Loxopagurus loxochelis* foi a espécie mais abundante e frequente do grupo, especificamente nas estações do outono e inverno. A

abundância desses indivíduos nessas estações é ligada a preferência da espécie por águas com temperaturas mais baixas, sendo encontrados geralmente em águas com temperaturas de fundo entre 17ºC e 23ºC segundo estudos de Mantelatto *et al.*, (2004) em Ubatuba; e Stanski (2019) em 3 localidades: Macaé, Ubatuba e Cananéia, que observaram essa preferência por temperaturas baixas, cuja foram as condições ambientais encontradas neste trabalho para as duas estações.

Relacionado a *Pagurus exilis*, observou-se maior abundância durante a primavera em comparação as outras estações. Segundo Meireles *et al.* (2006), a espécie é frequentemente encontrada de 15 a 35 metros de profundidade, em águas com temperaturas de 22°C a 24°C. No entanto, na pesquisa de Meireles *et al.*, (2006), a primavera foi a estação com menor presença desses indivíduos, contrariando os resultados desse presente trabalho, cuja foi a estação de maior frequência do espécime. Os valores obtidos também diferiram dos resultados de Lima (2015), que revelou o verão como o maior período de abundância da espécie em Macaé. No entanto, esses valores foram obtidos em transectos de maior profundidade (25-45m) com temperaturas frias e sedimentos com frações heterogêneas, de areia e cascalho.

Diferentemente de outras espécies, *Dardanus insignis* exibiu a menor abundância da amostragem, apesar de ser considerada uma espécie generalista e tolerante a condições ambientais, conforme Stanski (2019).

Quanto a diversidade alfa, observou-se diferenças entre Outono-Inverno, podendo estar relacionadas a variação de espécies capturadas nestas duas estações. Em ambos os períodos, foi obtido uma temperatura de fundo mais estável em comparação a outras estações, no entanto, a salinidade durante o inverno foi um fator que teve um valor distinto em relação aos outros. Como hipótese, a variação pode ser explicada pela tolerância de determinadas espécies em relação aos fatores ambientais, como salinidade, bem como ao tipo de sedimento e a profundidade de coleta, tendo em vista que a temperatura no presente estudo se manteve semelhante no inverno e no outono.

CONCLUSÃO

A fauna acompanhante da pesca do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus* spp. demonstrou uma elevada presença em determinadas estações do ano, principalmente no outono e primavera, que são períodos de temperaturas levemente elevadas na região de Macaé em comparação com outras estações, que são afetadas pela intrusão da massa de Água Central do Atlântico Sul (ACAS), a qual acarreta temperaturas de águas mais frias. Logo, entende-se que a sazonalidade em decorrência da ACAS determina a distribuição e composição das espécies na região do estudo.

Os indivíduos mais representativos foram da família Portunidae, totalizando 5 espécies capturadas. De modo geral, as espécies mais frequentes da amostragem foram: *Hepatus pudibundus*, *Callinectes danae*, *C. ornatus* para Brachyura. Já para Anomura, *Loxopagurus loxochelis* foi a mais frequente. *C. ornatus* foi a espécie mais abundante do estudo com 1342 indivíduos coletados no total. A alta abundância desta espécie como fauna acompanhante é explicada pela preferência por habitats semelhante ao de *Xiphopenaeus* spp.

A comercialização de Brachyura está relacionada ao valor econômico e social. Na região de Macaé, dos indivíduos coletados, apenas *Achelous spinimanus* Stimpson, 1871 e *Callinectes* spp. Stimpson, 1860 possuem valor socioeconômico, enquanto outras espécies são descartadas no mar. Os organismos de fauna acompanhante são descartados desnecessariamente por serem de pequeno porte ou não apresentarem valor comercial relevante, contribuindo diretamente para o aumento da mortandade e resultando no desequilíbrio da cadeia trófica local ao serem devolvidos mortos ou debilitados.

Portanto, demonstra a necessidade de estudos contínuos a respeito da diversidade e frequência de espécies que compõem o bycatch em áreas impactadas pela pesca de arrasto. Estudos focados na biologia desses indivíduos são fundamentais para compreender e

monitorar a diversidade, ocorrência e a distribuição das espécies consideradas como muito numerosas e numerosas. Além de, avaliar os impactos da atividade pesqueira sobre os índices de estoques populacionais, especialmente em áreas costeiras rasas, onde a pesca é realizada de forma mais intensa.

REFERÊNCIAS

Andrade, L.S.; Frameschi, I.F. Costa, R.C.; Castilho, A.L.; Fransozo, A. 2014. The assemblage composition and structure of swimming crabs (Portunoidea) in continental shelf waters of southeastern Brazil. Continental Shelf Research, Volume 94, 2015, Pages 8-16, ISSN 0278-4343. https://doi.org/10.1016/j.csr.2014.12.005

Barnes, T. C., Candy, S. G., Morris, S., & Johnson, D. D. 2022. Understanding discarding in trawl fisheries: A model based demersal case study with implications for mitigating and assessing impacts. *Plos one*, *17*(2), e0264055.

Branco, J. O. 2005. Biologia e pesca do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Penaeidae), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, v. 22, n. 4, p. 1050–1062, dez. 2005. https://doi.org/10.1590/S0101-81752005000400034

Branco, J. O., & Fracasso, H. A. A. 2004. Biologia populacional de *Callinectes ornatus* (Ordway) na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira De Zoologia*, *21*(1), 91–96. https://doi.org/10.1590/S010181752004000100016

Branco, J.O.; Lunardon-Branco, M.J.; Souto, F.X.; Guerra, C.R. 1999. Estrutura populacional do Camarão-Sete-Barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) na Foz do Rio Itajaí, SC, Brasil. Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 42, n. 1, 1999. https://doi.org/10.1590/S1516-89131999000100016

Branco, J. O., Freitas Júnior, F., Christoffersen, M. L. 2015. Bycatch fauna of seabob shrimp trawl fisheries from Santa Catarina State, southern Brazil. Biota Neotropica, v. 15, n. 2, jun. 2015. https://doi.org/10.1590/1676-06032015014314

Brasil. 2022. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 656, de 30 de março de 2022.

Bellido, J. M., Santos, M. B., Pennino, M. G., Valeiras, X., & Pierce, G. J. 2011. Fishery discards and bycatch: solutions for an ecosystem approach to fisheries management?. *Hydrobiologia*, *670*, 317-333. https://doi.org/10.1007/s10750-011-0721-5

Bellmann, C., Tippingn, A., Rashid Sumaila, U. 2016. Global trade in fish and fishery products: An overview. Marine Policy, v.69, p.181-188, jul. 2016. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.12.019.

Bernardes, V. P., Mantelatto, F. L., Silva, T. E., Sousa, A. N., Bernardo, C. H., & Fransozo, A. 2019. Influence of environmental factors on the bathymetric distribution of the flecked box crab *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea: Aethroidea) in the Southeastern Brazilian coast. *Biota Neotropica*, *19*(1), e20180549. https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2018-0549

Bernardo, C. H., Bernardes, V. P., de Sousa, A. N., Rodrigues, G. F. B., da Silva, T. E., & Fransozo, A. 2019. Environmental factors modulating the bathymetric distribution of the demographic groups of *Achelous spinimanus* (Crustacea). *Neotropical Biology and Conservation*, *14*(1), 13-28.

Bochini, G.L., Stanski, G., Castilho, A.L. & Costa, R.C. 2019. The crustacean bycatch of seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) fisheries in the Cananéia region, southern coast of São Paulo, Brazil. Regional Studies in Marine Science, 31: 100799, set. 2019. https://doi.org/10.1016/j.rsma.2019.100799

Castro, A. G. S. 2008. O uso dos recursos naturais e os desafios para a conservação da biodiversidade marinha: Mudanças e conflitos em uma comunidade pesqueira na Ilha de Santa Catarina, Brasil.

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

Catelani, P. A, de Barros Bauer, A., Di Dario, F., Fisher, L. G., Petry, A. C. 2019. A fauna de peixes do estuário do Rio Macaé e do Arquipélago de Santana e sua relevância para a conservação e gestão ambiental. Essentia Editora eBooks, p. 245-282, 1 jan. 2019. https://doi.org/10.19180/978-85-99968-58-1.12.

Cochrane, K. L.; Serge Garcia; 2009. Food and Agriculture Organization of the United Nations. A fishery manager's guidebook. Chichester, West Sussex; Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, 2009. https://doi.org/10.1002/9781444316315.fmatter

Costa, R. C., A. Fransozo, F. A. Freire and A. L. Castilho. 2007. Abundance and Ecological Distribution of the "Sete-Barbas" Shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda: Penaeoidea) in Three Bays of the Ubatuba Region, Southeastern Brazil. Gulf and Caribbean Research 19 (1): 33-41. https://doi.org/10.18785/gcr.1901.04

Costa, R. C., Heckler, G. S., Simões, S. M., Lopes, M., Castilho, A. L., Pessani, D., & Froglia, C. 2011. Seasonal variation and environmental influences on abundance of juveniles of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) in southeastern Brazil. Behaviour, ecology, fishery. Turin: Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino, 45-56.

Dajoz, R. 1983. Ecologia geral. Brasil: Vozes, EDUSP, São Paulo, 472 p.

Davanso, T. M. 2015. Comparação da dinâmica populacional e identificação dos estoques pesqueiros do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda, Penaeidae) no litoral brasileiro. 20 fev. 2015.

Davanso, T. M., Hirose, G. L., Herrera, D. R., Fransozo, A., Costa, R. C. 2017. Does the upwelling phenomenon influence the population dynamics and management of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea, Penaeidae)? Hydrobiologia 795, 295–311 (2017). https://doi.org/10.1007/s10750-017-3152-0

Dias Neto, J. 2015. O uso da biodiversidade aquática no Brasil: uma avaliação com foco na pesca. Brasília: IBAMA, 2015. 288 p.

Di Beneditto, A. P. M., De Souza, G. V. C., Tudesco, C. C., & Klôh, A. D. S. 2010. Records of brachyuran crabs as by-catch from the coastal shrimp fishery in northern Rio de Janeiro State, Brazil. Marine Biodiversity Records, 3, e77. https://doi.org/10.1017/S1755267210000679

Emilsson, I. 1961. The Shelf and Coastal Waters of Southern Brazil. Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo 11 (2): 101 112. https://doi.org/10.1590/S0373-55241961000100004.

Franco, A. C. N. P., Junior, R. S., Pierri, N., Santos, G. C. 2009. Levantamento, sistematização e análise da legislação aplicada ao defeso da pesca de camarões para as regiões sudeste e sul do Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, *35*(4), 687-699.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture, 2016 – Contributing to food security and nutrition for all. Food & Agriculture Org, 2016.

Graça-Lopes, R., Santos, E. P., Severino-Rodrigues, E., Braga, F.S.M., Puzzi, A. 2007. Contributions to the knowledge of the sea-bob shrimp (*Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1862) biology and fishery in the Sao Paulo State littoral, Brazil. Boletim do Instituto de Pesca, v. 33, n. 1, p. 63–84, 2007. ISSN 0046-9939

Graça-Lopes, R., Severino-Rodrigues, E., Puzzi, A., Pita, J.B., Coelho, J.A.P., Freitas, M.L., 1993. Levantamento ictiofaunístico em um ponto fixo na baía de Santos, Estado de São Paulo, Brasil. Bol. Inst. Pesca, São Paulo. 20, 7–20. ISSN 0046-9939

Garrison, Tom. Fundamentos de Oceanografia - Tradução da 7ª edição norteamericana. Cengage Learning Brasil., 2016. E-book. ISBN 9788522124220.

Gilman, E., Pérez Roda, A., Huntington, T., Kennelly, SJ, Suuroren, P., Chaloupka, M., Medley PAH. 2020. Benchmarking global fisheries discards. Scientific Reports, v. 10, n. 1, 20 ago. 2020. https://doi.org/10.1038/s41598-020-71021-x

Gonzales-Rodriguez, E.; Valentin, J.L.; Andre, D.L. & Jacob, S.A. 1992. Upwelling and downwelling at Cabo Frio (Brazil): comparison of biomass and primary production responses. Journal of Plancton Research 14 (2): 289-306. https://doi.org/10.1093/plankt/14.2.289

Gonçalves, GRL, Palomares, LFDS, Sousa, AN, Stanski, G., Sancinetti, G., Costa, RCD, & Castilho, AL. 2020. Geographical ecology of the symbiotic crabs *Libinia ferreirae* and *Libinia spinosa*: Distributional patterns in south and southeastern coast of Brazil. *Ecologia Marinha*, *41* (4), e12606. https://doi.org/10.1111/maec.12606

Govorushko, S. M. 2013. Upwelling and downwelling: distribution, mechanisms and biologic and climatic significance. *mechanisms, ecological effects and threats to biodiversity*, 77.

Hiddink, J. G., Jennings, S., Sciberras, M., Szostek, C. L., Hughes, K. M., Ellis, N., & Kaiser, M. J. 2017. Global analysis of depletion and recovery of seabed biota after bottom trawling disturbance. Proceedings of the National Academy of Sciences, 114 (31), 8301-8306.

Hilborn, R., Amoroso, R., Collie, J., Hiddink, J. G., Kaiser, M. J., Mazor, T., Suuronen, P. 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

Halpern, BS, Frazier, M., Afflerbach, J., Lowndes, J. S., Micheli, F., O'Hara, C., Scarborough, C., Selkoe, K. A. 2019. Recent pace of change in human impact on the world's ocean. *Sci Rep* 9, 11609 (2019). https://doi.org/10.1038/s41598-019-47201-9

Hill, Mark. 1973. Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences. Ecology. 54. 427-432. https://doi.org/10.2307/1934352.

Herrera, D. R. 2013. Distribuição ecológica e dinâmica populacional do camarão barriga branca *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis, 1950) (Caridea, Palaemonidae) na região de Macaé-RJ, Brasil. 2013.

Hastings, A.; Gaines, S. D.; Costello, C. 2017. Marine reserves solve an important bycatch problem in fisheries. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 114, n. 34, p. 8927–8934, 9 ago. 2017. https://doi.org/10.1073/pnas.1705169114

Impactos da pesca de arrasto no Brasil e no mundo: dados atualizados e tendências globais. Disponível em: https://brasil.oceana.org/relatorios/impactos-da-pesca-dearrastono-brasil-e-no-mundo-dados-atualizados-e-tendencias-globais.

Iwai, M. 1973. Pesca exploratória e estudo biológico sobre o camarão na costa Centro/Sul do Brasil com o Navio Oceanográfico "Prof. W. Besnard" em 19691971.SUDELPA / IOUSP, São Paulo, 71 p.

Jaconis, MS; Nogueira, CS, Vieira Martins Rezende-Gois, G., Perroca, JF, & Costa, RC. 2022. Crescimento relativo e maturidade sexual morfológica do caranguejo *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Decapoda: Aethridae) no sudeste do Brasil. Invertebrate Reproduction & Development, 67 (1–2), 1–12. https://doi.org/10.1080/07924259.2022.2142485

Jost, Lou. 2006. Jost, L. Entropy and diversity. Oikos. Oikos. 113. 363 - 375. https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x.

Kennelly, SJ, Broadhurst, MK. 2021. A review of bycatch reduction in demersal fish trawls. *Rev Fish Biol Fisheries 31*, 289–318 (2021). https://doi.org/10.1007/s11160-021-09644-0

Kelleher, K. 2005. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Discards in the world's marine fisheries: an update. Rome: Food And Agriculture Organization of The United Nations, 2005. ISBN 92-5-105289-1

Lima, I. F. F. D. 2015. Composição, distribuição batimétrica e estrutura da assembleia de ermitões (Crustacea, Anomura) em uma área do litoral sudeste brasileiro influenciada pelo fenômeno da ressurgência. 2015.

Mantelatto, F.L.M., Bernardo, C. H., Silva, T. E. S. Bernardes, V. P., Cobo, V., Fransozo, A. 2016. Composição e distribuição de crustáceos decápodes associados à pesca do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) no litoral norte do Estado de

São Paulo. Boletim do Instituto de Pesca. 42. 307-326. https://doi.org/10.20950/1678-2305.2016v42n2p307.

Mantelatto F.L., Martinelli J.M., Fransozo, A. 2004. Temporal-spatial distribution of the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Decapoda: Diogenidae) from Ubatuba Bay, São Paulo State, Brazil. *Rev Biol Trop*. 2004;52(1):47-55. https://doi.org/10.15517/rbt.v52i1.14701

Meireles, A.L., Terossi, M., Biagi, R., & Mantelatto, Fernando L. 2006. Spatial and seasonal distribution of the hermit crab *Pagurus exilis* (Benedict, 1982) (Decapoda: Paguridae) in the southwestern coast of Brazil. *Revista de biología marina y oceanografía*, *41*(1), 87-95. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572006000100011 Melo, G. A. S. 1996. Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro. 604p. Plêiade/FAPESP, São Paulo, SP, Brasil.

Melo, G A S. 1999. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda do litoral brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuridea e Astacidae. Plêiade/FAPESP, São Paulo, SP, Brasil.

Moreira Da Silva, A.D.C. 1977. Upwelling and its biological effects in Southern Brazil. Publicações do Instituto de Pesquisa Marinha, Rio de Janeiro 112: 1-6.

Nascimento, I. M. 2019. Influência da pluviosidade na fauna acompanhante de crustáceos Decapoda (pleocyemata): *Um estudo de caso*. 2019

NOAA. What is upwelling? 2024. National Ocean Service website, https://oceanservice.noaa.gov/facts/upwelling.html

Odebrecht, C. & Castello, J. P. 2001. The convergency ecosystem in the southwest Atlantic. In: U. Seeliger & B. Kjerfve (eds.). Ecological Studies. Costal Marine Ecosystem of Latin America, vol 144. Springer – Verlag Berlin Heidelberg.

Oksanen, Jari & Simpson, Gavin & Blanchet, F. Guillaume & Kindt, Roeland & Legendre, Pierre & Minchin, Peter & hara, R & Solymos, Peter & STEVENS, HENRY & Szöcs, Eduard & Wagner, Helene & Barbour, Matt & Bedward, Michael & Bolker, Ben & Borcard, Daniel & Carvalho, Gustavo & Chirico, Michael & De Cáceres, Miquel & Durand, Sesbastien & Weedon, James. 2022. vegan community ecology package version 2.6-2 April 2022.

Pantaleão, J. A. F.; Carvalho-Bastita, A.; Fransozo, A.; Costa, R.C. 2015. The influence of upwelling on the diversity and distribution of marine shrimp (Penaeoidea and Caridea) in two tropical coastal areas of southeastern Brazil. Hydrobiologia, v. 763, n. 1,

p. 381–395, 21 ago. 2015. https://doi.org/10.1007/s10750-015-2429-4

Paula, M. S.; Rocha, M. B.; Ruta, C. 2022. Etnoconhecimento e percepção ambiental dos pescadores artesanais de camarão sobre a pesca e a fauna acompanhante no Norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. REVISTA ETNOBIOLOGÍA, v. 20, p. 188205, 2022.

Pérez Roda, M.A. (ed.), Gilman, E., Huntington, T., Kennelly, S.J., Suuronen, P., Chaloupka, M. and 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.

Piantkoski, E. L., da Costa, R. C., Davanso, T. M., Herrera, D. R., & Simoes, S. M. 2021. Which environmental factors are most relevant to the distribution of *Sicyonia dorsalis* (Penaeoidea: Sicyoniidae) in an upwelling region? Biologia, 76, 1753-1762.

Port, D. 2015. O impacto da pesca industrial de arrasto sobre os ecossistemas da margem continental do Sudeste/Sul do Brasil. Diss. PhD thesis. Universidade do Vale do Itajaí, 2015.

Pusceddu, A.; Bianchelli, S.; Martin, J.; Puig, P.; Palanques, A.; Masqué, R & Danovaro, R. 2014. Chronic and intensive bottom trawling impairs deep-sea biodiversity and ecosystem function. Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A, 111: 8861-8866. https://doi.org/10.1073/pnas.1405454111

Quintana, C. O., Bernardino, A. F., de Moraes, P. C., Valdemarsen, T., & Sumida, P. Y. 2015. Effects of coastal upwelling on the structure of macrofaunal communities in SE Brazil. *Journal of Marine Systems*, *143*, 120-129.

Ramajo, L., Fernández, C., Núñez, Y., Caballero, P., Lardies, M. A., & Poupin, M. J. 2019. Physiological responses of juvenile Chilean scallops (*Argopecten purpuratus*) to isolated and combined environmental drivers of coastal upwelling. *ICES Journal of Marine Science*, *76*(6), 1836-1849. https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz080

Rothschild, B. J., & Gulland, J. A. 1981. Interim Report of the Workshop on the Scientific Basis for the Management of Penaeid Shrimp, Key West, Florida, November 1981. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service.

RStudio Team. (2021). *RStudio: Integrated Development Environment for R*. Boston, MA. Retrieved from http://www.rstudio.com

Rousseau, Y., Watson, RA, Blanchard, JL, & Fulton, EA. 2019. Evolution of global marine fishing fleets and the response of fished resources. Proceedings of the National Academy of Sciences, 116 (25), 12238-12243.

Sancinetti, GS, A. Azevedo, AL Castilho, A. Fransozo & RC Costa. 2015. Biologia populacional do camarão comercialmente explorado *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeidae) em uma região de ressurgência no Atlântico Ocidental: comparações em diferentes latitudes. Revista Brasileira de Biologia 75: 305–313. https://doi.org/10.1590/1519-6984.11813

Severino-Rodrigues, E., Guerra, D., & Graça–Lopes, R. 2018. Carcinofauna acompanhante da pesca dirigida ao camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) desembarcada na praia do Perequê, Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, *28* (1), 33-48.

Sousa, A. N., Bernardes, V.P, Bernardo, C.H, Silva, T.E, Sancinetti, G.S, Costa, R.C, & Fransozo, A. 2021. Bathymetric distribution of brachyuran crabs: Alpha and beta diversity variation in an upwelling area. Marine ecology, v. 42, n. 3, 18 mar. 2021. https://doi.org/10.1111/maec.12650

Silva, E. R., Sancinetti, G. S., Fransozo, A., Azevedo, A., & Costa, R. C. 2014. Biodiversity, distribution and abundance of shrimps Penaeoidea and Caridea communities in a region the vicinity of upwelling in Southeastern of Brazil. *Nauplius*, *22*(1), 1–11. https://doi.org/10.1590/S0104-64972014000100001

Stanski, G. 2019. Dinâmica populacional e biodiversidade dos ermitões (Decapoda, Anomura) ao longo do litoral sudeste do Brasil.

Stanski, G., Goncalves, G. R. L., Grabowski, R. C., Wolf, M. R., Castilho, A.L. 2019. Decapod abundance and species richness in the bycatch of *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) fishery, Santa Catarina, southern Brazil. Nauplius, v. 27, 2019. https://doi.org/10.1590/2358-2936e2019007

Stanski, G., Hippólito, A. G., Costa, R. C., & Castilho, A. L. 2018. Geographical variation in fecundity and reproductive investment of *Loxopagurus loxochelis* (Decapoda: Anomura: Diogenidae) along the south-eastern coast of Brazil. *Invertebrate Reproduction & Development*, *63*(1), 67–75. https://doi.org/10.1080/07924259.2018.1547225

Stech, J. L.; Lorenzzetti, J. A. & Silva Jr, C. L. 1995. Observações por satélite da ressurgência de Cabo Frio. Memórias do VII Simpósio Latinoamericano de Perceptión Remota, Puerto Vallarta, México, pp. 269-275.

Steadman, D., Thomas, J. B., Rivas Villanueva, R., Lewis, F., Pauly, D., Palomares, M. L. D., Bailly, N., Levine, M., Virdin, J., Rocliffe, S., Collinson, T. 2022. New perspectives on an old fishing practice: scale, context and impacts of bottom trawling.

Sudepe. 1983. Relatório da quarta reunião do grupo permanente de estudos (GPE) sobre camarões, realizada em Santos, SP, de 12 a 15 de setembro de 1983. Série Documentos Técnicos. Brasília.

Sudepe. 1984. Relatório da quinta reunião do grupo permanente de estudos (GPE) sobre camarões da região Sudeste/Sul, realizada em Caiobá – PR, de 22 a 26 de outubro de 1984. Série Documentos Técnicos. Brasília.

Thrush, S. F.; Dayton, P. K. 2002. Disturbance to Marine Benthic Habitats by Trawling and Dredging: Implications for Marine Biodiversity. Annual Review of Ecology and Systematics, v. 33, n. 1, p. 449–473, nov. 2002. https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.33.010802.150515.

Thurstan, R. H.; Brockington, S.; Roberts, C. M. 2010. The effects of 118 years of industrial fishing on UK bottom trawl fisheries. Nature Communications, v. 1, n. 2, p. 1–6, 4 may 2010. https://doi.org/10.1038/ncomms1013

Valentin, JL Análise dos parâmetros hidrobiológicos na região remontada de Cabo Frio (Brésil). *Biologia Marinha* **82**, 259–276 (1984). https://doi.org/10.1007/BF00392407

Vasquez-Carrillo C, Sullivan Sealey K. 2021. Biodiversity of Upwelling Coastal Systems of the Southern Caribbean Sea Adjacent to Guajira Peninsula. *Journal of Marine Science and Engineering*. 2021; 9(8):846. https://doi.org/10.3390/jmse9080846

Watermeyer KE, Gregr EJ, Rykaczewski RR, Shannon LJ, Suthers IM, Keith DA. 2020. Upwelling zones. In The IUCN Global Ecosystem Typology 2.0: Descriptive Profiles for Biomes and Ecosystem Functional Groups, ed. DA Keith, JR Ferrer-Paris, E Nicholson, RT Kingsford, p. 140. Gland, Switz.: IUCN