

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS – CAMPUS BAURU

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOCÊNCIAS

Área de Concentração: Caracterização e Aplicação da Diversidade Biológica

Mestrado

Primeiros traços da história de vida de *Xiphopenaeus dincao* Carvalho-Batista, Terossi, Zara, Mantelatto, Costa, 2020 e *X. kroyeri* (Heller, 1862) após a identificação do complexo de espécies

Milena Silva Jaconis



- Bauru -

2023

MILENA SILVA JACONIS

Primeiros traços da história de vida de *Xiphopenaeus dincao* Carvalho-Batista, Terossi, Zara, Mantelatto, Costa, 2020 e *X. kroyeri* (Heller, 1862) após a identificação do complexo de espécies

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biociências Interunidades Assis/Bauru da Universidade Estadual Paulista (UNESP), como pré-requisito para a obtenção do título de Mestre em Biociências (Área de Conhecimento: Caracterização e Aplicação da Diversidade Biológica)

Orientador: Dr. Rogerio Caetano Costa

Coorientador: Dr. Abner Carvalho-Batista

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento: 88887.677723/2022-00.

- Bauru -

2023

Jaconis, Milena Silva.

Primeiros traços da história de vida de
Xiphopenaeus dincao Carvalho-Batista, Terossi, Zara,
Mantelatto, Costa, 2020 e *X. kroyeri* (Heller, 1862)
após a identificação do complexo de espécies/ Milena
Silva Jaconis, 2023
74 f.

Orientador: Dr. Rogério Caetano da Costa
Coorientador: Dr. Abner Carvalho-Batista
Capes: 88887.677723/2022-00

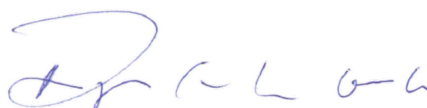
Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual
Paulista (Unesp). Faculdade de Ciências, Bauru, 2023

1. Ecologia Pesqueira. 2. Camarão sete-barbas. 3.
Pesca de arrasto. 4. Espécies simpátricas. I.
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências.
II. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE MILENA SILVA JACONIS, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOCIÊNCIAS, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 16 dias do mês de junho do ano de 2023, às 14:00 horas, no(a) Anfiteatro da Pós-Graduação/FC, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de MILENA SILVA JACONIS, intitulada **Primeiros traços da história de vida de Xiphopenaeus dincao Carvalho-Batista, Terossi, Zara, Mantelatto, Costa, 2020 e X. kroyeri (Heller, 1862) após a identificação do complexo de espécies**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Prof. Dr. ROGERIO CAETANO DA COSTA (Orientador(a) - Participação Presencial) do(a) Departamento de Ciencias Biologicas / Faculdade de Ciencias - Unesp/Campus de Bauru , Prof. Dr. LUIZ FELIPE CESTARI DUMONT (Participação Virtual) do(a) Departamento de Oceanografia / Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Prof. Dr. ANTONIO LEÃO CASTILHO (Participação Presencial) do(a) Departamento de Biodiversidade e Bioestatística / Instituto de Biociencias - Unesp/ Câmpus de Botucatu. Após a exposição pela mestranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final: APROVADO _ _ _ _ _ . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Prof. Dr. ROGERIO CAETANO DA COSTA



“Se vivermos com senso de gratidão, jamais nos veremos em um beco sem saída na vida. A firme determinação de demonstrar gratidão por nossos pais, mestres e por todos aqueles que nos ajudaram a nos tornar a pessoa que somos hoje pode atuar como uma força propulsora do nosso autoaprimoramento. Desejar jamais trair a confiança daqueles que estimularam nosso desenvolvimento pode nos manter no caminho correto por toda a vida. E ao encontrar dificuldades, pensar em todos aqueles que nos ajudaram pode, de algum modo, despertar em nosso coração uma nova disposição para lutar. Gratidão é a fonte fundamental de força e energia do ser humano.”

Daisaku Ikeda

Dedico essa dissertação a todas as mães
trabalhadoras que lutam para viver
dignamente, em especial, à minha mãe
Carolina Shimano, minha avó Celina
Shimano e minha avó do coração
Laurinda Rodrigues.

Agradecimentos

A meu orientador Prof. Dr. Rogério Caetano da Costa por toda a confiança em me receber no seu laboratório e por me permitir fazer parte do LABCAM. Agradeço imensamente por todos os ensinamentos, discussões, correções e pela grandiosa oportunidade de me desenvolver! Tenho certeza que todas as orientações foram valiosas para o meu futuro.

Agradeço ao meu coorientador Dr. Abner Carvalho-Batista por me acompanhar desde a iniciação científica e me incentivar a começar a jornada acadêmica. Obrigada por todo o auxílio nas coletas, identificação das espécies, discussões e correções. Será para sempre com muita admiração o meu “Professor”!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro concedido por meio da bolsa de mestrado (Código de Financiamento: 88887.677723/2022-00).

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo projeto temático BIOTA– INTERCRUSTA (processo nº 2018/13685-5) sob a coordenação geral do Dr. Fernando Mantelatto (USP, Ribeirão Preto) por todos os recursos utilizados nas coletas do presente projeto.

Ao Instituto Oceanográfico da USP, base Ubatuba, e toda sua equipe por disponibilizar toda a infraestrutura para nosso alojamento e trabalho no laboratório.

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.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biociências da UNESP de Assis/Bauru pela oportunidade de compor a representação discente. Agradeço também ao Departamento de Ciências Biológicas da Faculdade de Ciências da UNESP de Bauru por sempre atender as minhas solicitações.

Ao Laboratório de Bioecologia e Sistemática de Crustáceos (LBSC), na Universidade de São Paulo (USP), campus Ribeirão Preto sob a supervisão do Prof. Dr. Fernando Mantelatto, onde foram realizadas as análises moleculares de algumas amostras para a identificação das espécies.

Ao amigo Dr. Caio Nogueira por me auxiliar na escrita científica, instigar o meu pensamento crítico e ser solícito em todas as minhas dúvidas na rotina do laboratório. Agradeço principalmente por toda a amizade, dicas, apoio e conselhos nos momentos difíceis! Sua ajuda foi essencial para o início da minha construção como pesquisadora.

À amiga MSc. Júlia Perroca por ter se tornando uma grande parceira, me ensinar grande parte das análises estatísticas com muita paciência, me auxiliar nas correções, dúvidas e no meu desenvolvimento científico ao longo desses anos. Muito obrigada por todo o cuidado que tem comigo!

Ao amigo Dr. Rafael Santos pelas contribuições nas análises estatísticas e discussões sobre ecologia pesqueira para a finalização dessa dissertação. Agradeço pela amizade e pela paciência sempre quando precisei da sua ajuda mesmo de longe!

Ao amigo Dr. Régis Pescinelli pela grande ajuda em momentos de instabilidade e por todo a preocupação que teve com a minha permanência em Bauru. Agradeço por toda a paciência, conversas e ensinamentos!

À amiga Dra. Lizandra Miazaki por me inspirar com a sua história. Agradeço por ter me recebido tão bem em Bauru e por me ajudar na identificação das espécies, além de todas as contribuições científicas que foram essenciais para a conclusão dessa dissertação.

Ao amigo Gabriel Góis por todo o companheirismo em todas as fases do mestrado, desde seminários nas disciplinas, estudos coletivos, preparação de aulas até apresentações nos eventos científicos. Nunca esquecerei do quanto nos desenvolvemos juntos!

À amiga Dra. Daphine Herrera por todos os incentivos, por sempre se colocar à disposição para me ajudar e por todas as dicas sobre a pós-graduação que levarei para a vida.

À amiga Dra. Isabela Moraes pela parceria, por sempre me ouvir e me ajudar no que precisei, além de embarcar nas minhas ideias.

Ao Time do Arrasto, Júlia, Gabriel Góis e Gabriel de Lucca, agradeço por todo o auxílio durante um ano inteiro de coletas, longas viagens na caminhonete, perrengues no barco e madrugadas medindo camarão, mas que sempre eram regadas de muitas risadas, música e pizza.

Aos pescadores Djalma Rosa (Passarinho), Oseias e Dinho, obrigada por todo o auxílio nas coletas e por compartilhar experiências comigo.

Aos amigos que ganhei em Bauru, os integrantes do LABCAM: Nádia, Sara, Leonardo, Matheus, Helena, Ana Paula, Daphine, Caio, Gabriel Góis, Gabriel de Lucca, Júlia, Rafael, Régis. Agradeço por toda ajuda de sempre, pela nossa rotina no laboratório com muitas comidas gostosas, café e fofquinhas.

À Women In Crustacean Science por ter me dado a oportunidade de ser uma das administradoras do projeto e ajudar na disseminação da pesquisa científica produzida por mulheres.

À minha grande amiga Juliana Tanaka por ter permitido que eu viesse para Bauru e ficasse na sua casa durante o período sem bolsa. Muito obrigada por toda companhia, pique-niques, corridas matinais e muitas receitas gostosas. Sem você nada disso seria possível. Serei eternamente grata!

À última formação da Rep. do Amor, Caio, Rafael e Victor, agradeço por todo o cuidado que tiveram comigo e pelas risadas diárias.

À minha mãe Carolina, minha avó Celina, meus irmãos Lara, Sim, Luca e meu namorado Vilson, agradeço por todo amor, por sempre me fazerem lembrar do meu

potencial e por nunca me deixarem desistir quando os desafios pareciam ser maiores do que eu. Amo vocês mais que tudo! E também a todo o restante de minha família, obrigada por todo o apoio!

Aos meus companheiros da Soka Gakkai (Organização Budista) que sempre confiaram em mim, principalmente a minha avó do coração Laurinda, por todos os bilhetinhos escritos a mão, que jamais permitiram que eu perdesse a fé em mim mesma.

Às minhas melhores amigas desde a infância Bruna e Raquel, obrigada por sempre acreditarem em mim e estarem presentes apesar da distância.

A todos que me incentivaram durante essa trajetória, muito obrigada!

Sumário

Resumo	1
Abstract	2
1. Introdução	3
2. Material e métodos	6
2.1 <i>Área de Estudo</i>	6
2.2 <i>Amostragem dos indivíduos</i>	7
2.3 <i>Amostragem das variáveis ambientais</i>	11
2.4 <i>Análises estatísticas</i>	13
2.4.1 <i>Modelos espaço-temporais: abundância e distribuição</i>	13
2.4.2 <i>Modelos ecológicos: variáveis ambientais</i>	15
2.4.3 <i>Período Reprodutivo</i>	16
2.4.4 <i>Razão Sexual</i>	17
2.4.5 <i>Estrutura das populações</i>	17
3. Resultados	18
3.1 <i>Variáveis ambientais</i>	18
3.2 <i>Abundância geral das espécies</i>	21
3.3 <i>Modelos espaço-temporais: estações e transectos</i>	23
3.4 <i>Modelos ecológicos: variáveis ambientais</i>	26
3.5 <i>Período reprodutivo</i>	31
3.6 <i>Razão Sexual</i>	38
3.7 <i>Estrutura das populações</i>	41
4. Discussão	44
4.1 <i>Abundância e distribuição das populações</i>	44
4.2 <i>Biologia reprodutiva</i>	48
4.3 <i>Razão sexual e estrutura populacional</i>	50
4.4 <i>Período de defeso</i>	51
5. Conclusão	52
6. Referências	54
7. Material Suplementar	68

JACONIS, Milena Silva. **Primeiros traços da história de vida de *Xiphopenaeus dincao* Carvalho-Batista, Terossi, Zara, Mantelatto, Costa, 2020 e *X. kroyeri* (Heller, 1862) após a identificação do complexo de espécies.** 2023. 74 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Biociências) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, Bauru, 2023.

Resumo

A abundância e a distribuição espaço-temporal dos indivíduos adultos dos camarões simpátricos, *X. kroyeri* e *X. dincao*, foram avaliados sob efeito das variáveis ambientais. Além disso, o período reprodutivo, a estrutura e a razão sexual de cada população foram analisadas. O estudo ocorreu de julho de 2021 a junho de 2022 na Baía de Ubatuba, costa sudeste do Brasil. As amostragens das espécies e das variáveis ambientais (temperatura e salinidade de fundo, granulometria do sedimento, matéria orgânica e pluviosidade) ocorreram mensalmente, utilizando um barco camaroeiro em quatro transectos de diferentes profundidades. As variáveis ambientais correlacionaram-se distintamente entre as espécies, consequentemente, o pico de abundância temporal foi diferencial: *X. dincao* no outono e *X. kroyeri* no inverno. Houve uma segregação espacial, com *X. dincao* ocorrendo em habitats de menores profundidades, enquanto *X. kroyeri* apresentou maior abundância em profundidades maiores; no entanto, foi mais generalista no uso dos habitats. Ambas as espécies apresentaram um período reprodutivo contínuo. *Xiphopenaeus dincao* demonstrou uma tendência de sazonalidade durante o outono, embora estatisticamente, as fêmeas reprodutivas não diferiram entre os meses e estações. O antigo período de defeso (março a maio) abrangia o pico reprodutivo de *X. dincao*, enquanto o atual (janeiro a abril), protege apenas o início dele. A reprodução de *X. kroyeri* não apresentou um pico evidente, na qual não houve diferença significativa de fêmeas reprodutivas entre meses e estações. Contudo, a abundância geral da espécie aumentou nos meses seguintes ao defeso. Espacialmente, as fêmeas reprodutivas de *X. dincao* diferiram significativamente entre os transectos, sendo mais abundante no transecto mais raso. Em contrapartida, as fêmeas de *X. kroyeri* não diferiram entre os transectos, porém foram mais abundantes no transecto de maior profundidade. No geral, a razão sexual foi significativamente desviada para os machos em ambas as espécies. Não houve diferença significativa no tamanho geral entre as espécies, embora *X. kroyeri* alcance tamanhos maiores que *X. dincao*. O tamanho das espécies diferiu significativamente entre os sexos, com as fêmeas apresentando tamanhos maiores que os machos. A diferenciação temporal da maior abundância e a partição de habitat entre as espécies, demonstram diferentes estratégias na utilização dos recursos, seguindo um cenário que reduz as pressões competitivas e mantém a estabilidade da coexistência. Os resultados descrevem as características populacionais e ecológicas de duas espécies de camarões sete-barbas, anteriormente consideradas como monotípica e auxiliam no entendimento do real estado dessas populações altamente exploradas pela atividade pesqueira.

Palavras-chave: Recursos pesqueiros; Camarões sete-barbas; Espécies simpátricas.

JACONIS, Milena Silva. **Life history traits of *Xiphopenaeus dincao* Carvalho-Batista, Terossi, Zara, Mantelatto, Costa, 2020, and *X. kroyeri* (Heller, 1862) following species complex identification.** 2023. 74 f. Dissertation (Masters in Biosciences) – São Paulo State University (UNESP), Faculty of Sciences, Bauru, 2023.

Abstract

The abundance and spatio-temporal distribution of adult individuals of sympatric shrimps, *X. kroyeri* and *X. dincao*, were assessed in response to environmental variables. Additionally, the reproductive period, population structure, and sex ratio of each population were analyzed. The study was conducted from July 2021 to June 2022 in Ubatuba Bay, southeastern coast of Brazil. Sampling of the species and environmental variables (bottom temperature and salinity, sediment granulometry, organic matter, and rainfall) took place monthly, using a shrimp fishing boat along four transects of different depths. The environmental variables exhibited distinct correlations between the species; consequently, resulting in a differential temporal abundance peak: *X. dincao* in the autumn and *X. kroyeri* in the winter. There was spatial segregation: *X. dincao* occurring in habitats of lesser depths, and *X. kroyeri* showed higher abundance in greater depths. However, *X. kroyeri* displayed a more generalized habitat use. Both species demonstrated a continuous reproductive period. *Xiphopenaeus dincao* exhibited a seasonal trend during the autumn, although statistically, there were no significant differences observed among reproductive females across months and seasons. The former offseason (March to May) encompassed the reproductive peak of *X. dincao*, while the current one (January to April) only covers its early stages. The reproduction of *X. kroyeri* did not exhibit a clear peak, as there was no significant difference in reproductive females between months and seasons. However, the overall abundance of the species increased in the months following the offseason. Spatially, the abundance of reproductive females of *X. dincao* significantly differed among transects, with higher abundance observed in the 5-meter transect. In contrast, reproductive females of *X. kroyeri* did not show significant differences among transects, but exhibited higher abundance in the 15-meter transect. Overall, the sex ratio was significantly skewed towards males in both species. There was no significant difference in overall size between the species, although *X. kroyeri* reaches larger sizes than *X. dincao*. The size of the species differed significantly between sexes, with females exhibiting larger sizes than males. Temporal differentiation in higher abundance and habitat partitioning between the species demonstrates different strategies in resource utilization, following a scenario that reduces competitive pressures and maintains coexistence stability. The results describe the population and ecological characteristics of two sea-bob shrimp species, previously considered as one, and contribute to understanding the true status of these populations exploited by fishing activity.

Keywords: Fishery resources; Sea-bob shrimp; Sympatric species.

1. Introdução

O setor pesqueiro atua como uma atividade fundamental para a nutrição mundial no século XXI (Oyinlola *et al.*, 2018; FAO, 2022). Dentre os recursos marinhos mais visados, os camarões da família Penaeidae (Rafinesque, 1815) são amplamente explorados em todo o mundo (Banks e Macfadyen, 2011), gerando um elevado retorno financeiro para países tropicais e subtropicais (Gillett, 2008; Dias-Neto e Dias, 2015).

Xiphopenaues kroyeri sensu lato (Heller, 1862) corresponde a uma elevada biomassa capturada na costa do Atlântico, representando 30% da pesca de camarões no Golfo do México e sendo a espécie mais comercializada na Colômbia e Trinidad e Tobago (García *et al.*, 2008; Fernandes *et al.*, 2014; INAPESCA, 2022). Além disso, são um dos principais recursos na produção pesqueira das Guianas e Suriname (García *et al.*, 2008; Willems *et al.*, 2015, Richardson *et al.*, 2018). No Brasil, constitui 90% do desembarque pesqueiro, sendo considerado o segundo recurso mais importante no litoral sudeste, cuja biomassa capturada ultrapassou a pescaria de peixes nos últimos anos (Bochini *et al.*, 2019; Ávila-da-Silva *et al.*, 2018, 2019).

Em uma recente revisão taxonômica do gênero *Xiphopenaues* Smith, 1896, até então considerado monotípico (De Grave & Fransen, 2011), foram detectadas três espécies ocorrendo no Atlântico (Carvalho-Batista *et al.*, 2019b). Duas dessas espécies foram registradas em simpatria na costa sudeste do Brasil: *X. kroyeri* e *X. dincao* Carvalho-Batista, Terossi, Zara, Mantelatto, Costa, 2020. A separação morfológica entre elas foi baseada nos caracteres sexuais secundários dos machos (morfologia do petasma e apêndice masculino) (Carvalho-Batista *et al.*, 2019b) e das fêmeas (téllico) (Miazaki, 2021a). Contudo, mesmo após a descrição das espécies, a captura e o monitoramento continuam considerando apenas *X. kroyeri sensu lato* (Ávila-da-Silva *et al.*, 2022).

A intensa procura por métodos mais eficazes de produção tem refletido em atividades por vezes insustentáveis (Lira *et al.*, 2021). O período de defeso é uma forma de aliviar a pressão pesqueira nos estoques de camarões e foi criado para proteção dos indivíduos juvenis de *Farfantepenaeus* spp., porém pode beneficiar outras espécies, como *X. kroyeri sensu lato* (Costa *et al.*, 2008; Miazaki *et al.*, 2016; Miazaki *et al.*, 2021b). Tal período ocorria anualmente no litoral Sudeste e Sul do Brasil, de 01 de março a 31 de maio (IBAMA, 2008) e sofreu alteração a partir de 2023, quando sua vigência foi antecipada para 28 de janeiro a 30 de abril (SAP/MAPA, 2022).

Durante o fechamento da pesca, os pescadores legalizados recebem um seguro-defeso que tem se mostrado um aliado na conservação desses recursos naturais, minimizando a ocorrência da pesca ilegal (FAO, 2022). Entretanto, o estabelecimento de um período do defeso apropriado depende da correta identificação das espécies nos desembarques pesqueiros (Teodoro *et al.*, 2016). Assim, devido ao complexo de espécies *Xiphopenaeus* spp. ainda ser tratado como monotípico, os dados existentes foram considerados insuficientes para uma avaliação precisa sobre seu status de conservação (Boos *et al.*, 2016).

O conhecimento sobre a ecologia das populações comercialmente exploradas, contribui para a avaliação dos estoques pesqueiros e elaboração de métodos adequados de exploração (Castilho *et al.*, 2008; Heckler *et al.*, 2014a). Além disso, estudos sobre aspectos da dinâmica populacional, como período reprodutivo e razão sexual são fundamentais para o entendimento da história de vida de uma população (Stearns, 2000).

Considerando a proximidade filogenética de espécies congêneres, os recursos utilizados podem ser semelhantes e consequentemente, potencializar competições interespecíficas (Violle *et al.*, 2011). Devido a essas interações, uma espécie pode agir

limitando a abundância e a distribuição da sua concorrente (Peroni e Nivaldo, 2011). Aspectos locais como a disponibilidade de recursos, predadores e níveis de concorrência, atuam no estabelecimento das espécies em um local (Franke *et al.*, 2007). Ademais, fatores ambientais, como o regime de chuvas, temperatura, salinidade e sedimento do fundo marinho, podem influenciar na distribuição dos camarões peneídeos (Costa e Fransozo, 1999; Costa *et al.*, 2005; Perroca *et al.*, 2022).

Diversos estudos sobre a biologia do camarão sete-barbas, *X. kroyeri sensu lato*, foram realizados no litoral brasileiro, abordando sua abundância e distribuição (Costa *et al.*, 2007; Simões *et al.*, 2010; Heckler *et al.*, 2014a; Silva *et al.*, 2016; Bernardes *et al.*, 2022), dinâmica populacional (Nakagaki e Negreiros-Fransozo, 1998; Castro *et al.*, 2005; Heckler *et al.*, 2013b; Grabowski *et al.*, 2014; Castilho *et al.*, 2015), reprodução e recrutamento (Almeida *et al.*, 2012; Heckler *et al.*, 2013a; Silva *et al.*, 2015; Grabowski *et al.*, 2016), crescimento e longevidade (Silva *et al.*, 2019; Miazaki *et al.*, 2021b) e variação da biomassa (Miazaki *et al.*, 2016). Contudo, todos os estudos antecedem à descrição das outras espécies do gênero, desconsiderando uma abordagem individual sobre cada população.

Tendo em vista todos os fatos acima mencionados, este estudo teve como objetivo avaliar separadamente os indivíduos adultos de *X. kroyeri* e *X. dincao*, provenientes da Baía de Ubatuba, litoral norte do estado de São Paulo. As características das populações foram descritas, ressaltando semelhanças e diferenças, bem como padrões que as mantém relacionadas. Portanto, as seguintes hipóteses foram testadas: (i) a abundância e a distribuição das espécies são distintas sob os efeitos das variáveis ambientais, (ii) as espécies exibem algum nível de segregação temporal e espacial e (iii) o período de defeso compreende o pico reprodutivo das espécies.

2. Material e métodos

2.1 Área de Estudo

A Baía de Ubatuba (23°26' S e 45°01' W) (Figura 1), localizada no litoral norte do estado de São Paulo, abrange uma área total de aproximadamente 8 km², cuja entrada possui 4,5 km de largura, estreitando-se até a praia, onde desaguam quatro rios (Rio Indaiá, Rio Grande, Rio Lagoa e Rio Acaraú) (Mantelatto e Fransozo, 1999). Tal região é considerada uma área tradicional de captura do camarão sete barbas, *Xiphopenaeus* spp., cuja a atividade de pesca é predominantemente artesanal com mais de 100 barcos de arrasto operando, embora a pesca industrial também atue no mesmo local (PMAP-SP, 2022).

O Sudeste do Brasil é influenciado pela Corrente do Brasil (BC) advinda do Norte (latitude de 5 a 30°S), caracterizada por alta salinidade (> 36) e temperatura (> 20°C), e a Corrente das Malvinas (Falkland) (MC) do Sul (latitudes 30 a 46°S), caracterizada por baixa salinidade (< 34) e temperatura (< 15°C) (Castro e Miranda, 1998; Boltovskoy, 1999). Considerando os processos de mistura das massas de água decorrentes dos ventos e da densidade termoalina, Ubatuba é afetada majoritariamente pelas massas Água Costeira (CW) e Água Tropical (TW) (Castro-Filho *et al.*, 1987). Em determinadas épocas do ano, Água Central do Atlântico Sul (SACW) também afeta a região (Castro-Filho *et al.*, 1987; Brandini *et al.*, 1997). TW carrega água quente e pobre em nutrientes, enquanto SACW carrega água mais fria e rica em nutrientes (Sancinetti *et al.*, 2019).

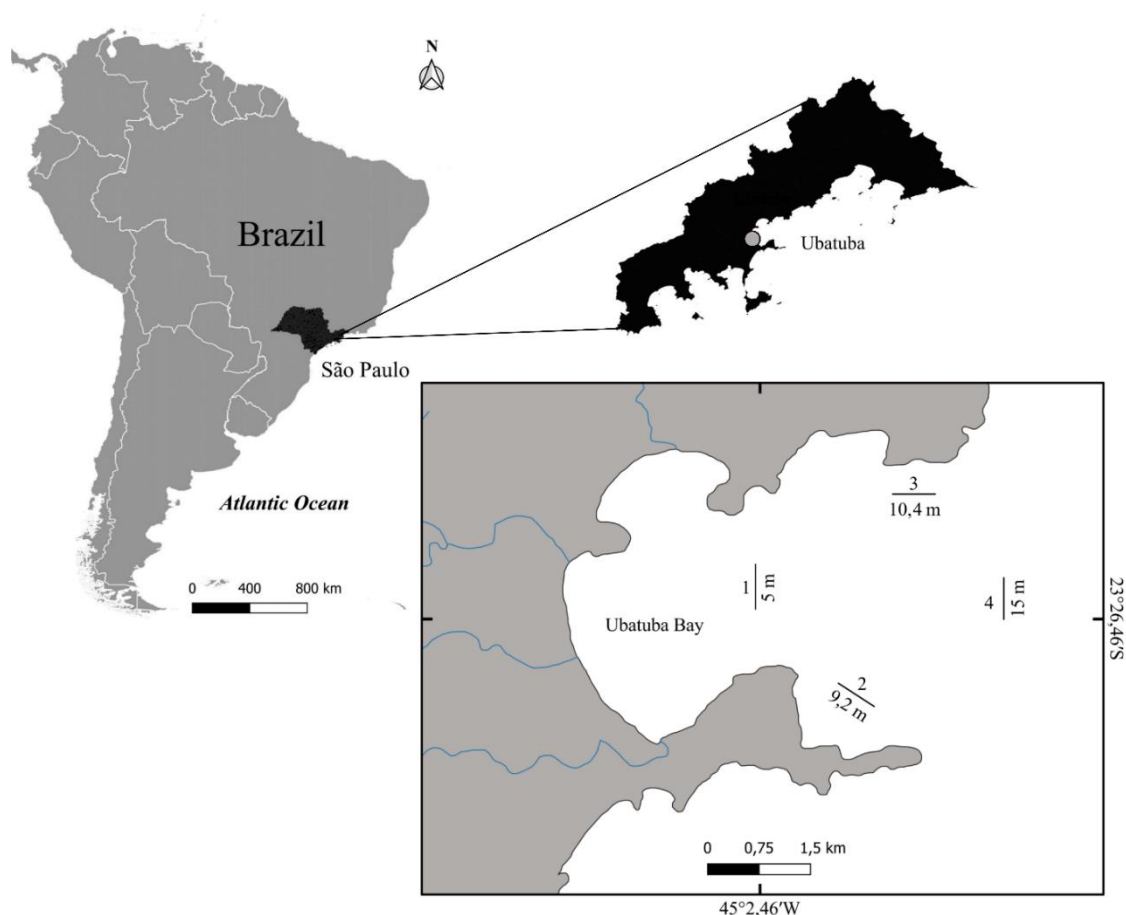


Figura 1. Mapa da Baía de Ubatuba com os transectos amostrais 1, 2, 3 e 4. (Jaconis, M.S.; 2022).

2.2 Amostragem dos indivíduos

As amostragens ocorreram mensalmente no período de julho/2021 a junho/2022, utilizando um barco camaroeiro equipado com duas redes de arrasto de fundo, com malha de 20 mm e 18 mm no ensacador, a uma velocidade média de 1,7 nós. Os arrastos (meia hora por local – 18.000 m² por rede de arrasto) foram realizados em quatro transectos amostrais distribuídos quanto a batimetria na área de estudo: 5 m (1), 9,2 m (2), 10,4 (3) e 15 m (4) (Tabela 1). Destaca-se, que o transecto localizado a 5 metros de profundidade (1), é restrito ao decreto n° 73.632 (SUDEPE, 1974), que proíbe a pesca de arrasto dentro da área de 1,5 milhas náuticas (2,7 Km) da costa. As profundidades foram escolhidas por

apresentarem as maiores capturas de *Xiphopenaeus* spp. (Costa *et al.*, 2007; Heckler *et al.*, 2014a; Bernardes *et al.*, 2022).

Tabela 1. Coordenadas geográficas e profundidade de cada transecto de amostragem na Baía de Ubatuba, São Paulo.

Transecto	Coordenadas (GPS)	Profundidade (m)
1	23° 26' 48'' S / 45° 02' 12'' W	5 m
2	23° 26' 33'' S / 45° 03' 15'' W	9,2 m
3	23° 25' 16'' S / 45° 00' 57'' W	10,4 m
4	23° 26' 42'' S / 44° 59' 57'' W	15 m

Após o término de cada arrasto, os camarões foram armazenados em sacos plásticos, acondicionados em caixas térmicas com gelo e levados ao laboratório do Instituto de Oceanografia da USP (IOUSP – Base Ubatuba). Os camarões capturados em cada transecto foram pesados (biomassa total em gramas) e uma subamostra de 200g foi retirada aleatoriamente. Os indivíduos desta subamostra foram mensurados quanto ao comprimento da carapaça (CC mm), obtendo-se a medida da distância linear do ângulo pós-orbital até a margem posterior da carapaça, com um paquímetro digital de precisão de 0,01 mm. Quando a biomassa total do transecto não ultrapassava os 200g todos os indivíduos foram mensurados. Em seguida foram armazenados em etanol 70% e levados para o Laboratório de Camarões Marinhos e de Água Doce (LABCAM) da UNESP de Bauru, para a identificação da espécie e sexo.

Devido à dificuldade na identificação de espécies crípticas de *Xiphopenaeus* spp. (Figura 2), Carvalho-Batista *et al.* (2019b) e Miazaki (2021a) caracterizaram apenas o grupo demográfico dos adultos, através da observação dos caracteres sexuais secundários dos indivíduos, sendo eles: télico (fêmeas) e petasma (machos). No entanto, essas estruturas reprodutivas completam sua formação quando os indivíduos atingem a

maturidade sexual, impossibilitando a identificação das espécies de juvenis. O télico é uma placa externa com abertura que se localiza na base entre o quarto e quinto par de pereiópodos, formando-se por modificações externas dos esternitos torácicos e invaginações que originam os receptáculos seminais (Bauer, 1986; Dall *et al.*, 1990; Bauer, 1991). O petasma é composto pela união dos endópodos do primeiro par de pleópodos que se unem através de pequenos ganchos (*cincinuli*), com projeções distolaterais em formato de chifre (Carvalho-Batista *et al.*, 2019b).



Figura 2. Vista lateral de machos em coloração natural de *Xiphopenaeus dincao* Carvalho-Batista, Terossi, Zara, Mantelatto, Costa, 2020 (acima) e *X. kroyeri* (Heller, 1862) (abaixo) amostrados de jul/21 a jun/22 na Baía de Ubatuba, São Paulo. As barras de escala equivalem a 10 mm. (Jaconis, M.S.; 2022).

Nas fêmeas, a separação das espécies se dá pela variação no formato do télico, uma vez que em *X. kroyeri* tal estrutura apresenta maior largura, enquanto em *X. dincao*, o formato é circular (Miazaki, 2021a). Em relação aos machos, as diferenças ocorrem na região distal da projeção disto-lateral do petasma, sendo que os machos de *X. kroyeri* possuem essa porção mais alongada e com a margem reta, enquanto os machos de *X. dincao*, apresentam a mesma porção mais curta e com a margem arredondada (Carvalho-Batista *et al.*, 2019b) (Figura 3).



Figura 3. Caracteres sexuais secundários de *Xiphopenaeus dincao* Carvalho-Batista, Terossi, Zara, Mantelatto, Costa, 2020 (superior) e *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (inferior). Télico (fêmeas; escala de 1 mm); Petasma (machos, escala 2 mm); Região disto-lateral do petasma (machos; escala 0,5 mm). Indivíduos amostrados de jul/21 a jun/22 na Baía de Ubatuba, São Paulo. (Jaconis, M.S.; 2022).

As espécies foram identificadas por meio da observação macroscópica e de mensurações desses caracteres, de acordo com os autores *op. cit.*, com o uso de um estereomicroscópio Zeiss Stemi 2000 C com Software AxioCam. Para confirmar a identificação dos espécimes, dez indivíduos de cada espécie previamente identificados

morfologicamente foram enviados para o Laboratório de Bioecologia e Sistemática de Crustáceos (LBSC) da USP de Ribeirão Preto para realização da identificação por meio de ferramentas moleculares.

O número total de indivíduos de cada espécie em cada transecto, foi estimado a partir da seguinte equação: número total de indivíduos = (número de indivíduos presente subamostra x biomassa total coletada) / peso da subamostra.

A condição reprodutiva das fêmeas foi identificada com base no desenvolvimento do tólico e da observação macroscópica das gônadas, pelo tamanho que ocupava o cefalotórax e por sua coloração. Sendo classificadas em quatro estágios: fêmea imatura (IM), tólico não formado; fêmea adulta com gônadas rudimentares (RU), tólico formado e gônadas não maduras; fêmea adultas com as gônadas em desenvolvimento (ED), gônadas finas com coloração verde claro; fêmea adulta com gônadas desenvolvidas (DE), gônadas ocupando o cefalotórax quase em sua totalidade com coloração verde intensa (Bauer e Lin, 1994; Almeida *et al.*, 2012).

Os machos foram classificados de acordo com o desenvolvimento do petasma e da ampola terminal, quanto a presença ou ausência de espermatóforos, em quatro estágios: macho imaturo (IM), petasma não fusionado; macho rudimentar (RU), petasma fusionado e ampola terminal vazia; macho em desenvolvimento (ED), petasma fusionado e espermatóforos ocupando parte da ampola terminal; macho desenvolvido (DE), petasma fusionado e espermatóforos ocupando toda a ampola terminal (Costa e Fransozo, 2004; Castilho *et al.*, 2007).

2.3 Amostragem das variáveis ambientais

Em cada transecto foram monitorados mensalmente a temperatura e salinidade de fundo, enquanto para o sedimento, a amostragem ocorreu sazonalmente (inverno,

primavera, verão e outono). As amostras de água de fundo foram coletadas utilizando uma garrafa de Van Dorn, das quais a temperatura foi medida com um termômetro de mercúrio (0,1°C) e a salinidade com um refratômetro óptico (0-100). O sedimento foi coletado utilizando um pegador de Van Veen, armazenado em sacos plásticos e congelado para posterior análise no LABCAM.

Para as análises de granulometria, as amostras sazonais de sedimento foram descongeladas e secas em estufa a 70°C de temperatura por 72 horas para evaporação total da água. Posteriormente, três subamostras de 100g do sedimento foram reservadas para cada transecto. Para liberar partículas diminutas de silte e argila, cada uma das subamostras foram tratadas com 250 ml de uma solução de NaOH 0,2 N, agitadas durante 5 minutos e enxaguadas em uma peneira de 0,063 mm. Em seguida, as amostras foram submetidas à peneiramento em seis peneiras com diferentes diâmetros de malha (Wentworth, 1922), ordenado de maneira decrescente: > 2 mm, classificando o sedimento retido como cascalho e/ou fragmentos de detritos biológicos; 1[- 2 mm, areia muito grossa; 0,5[- 1 mm, areia grossa; 0,25[- 0,5 mm, areia média; 0,125[- 0,25 mm, areia fina; 0,063[- 0,125 mm, areia muito fina e < 0,063 mm, silte + argila. O material retido em cada peneira foi pesado em balança analítica (0,0001g) para determinar a porcentagem de cada fração granulométrica. O peso do silte + argila correspondeu à diferença dos 100g iniciais e da somatória dos pesos retidos nas peneiras já citadas.

As porções granulométricas de cada transecto foram transformadas em porcentagem e calculou-se as medidas de tendência central (ϕ), que determinam a fração de granulometria apresentada pelo sedimento (Suguio, 1973). Esses valores foram obtidos com base nos dados feitos graficamente de curvas acumulativas de distribuição de frequência das amostras de sedimento, seguindo a escala de ϕ (ϕ) e por intermédio da fórmula: $M = (\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}) / 3$. As classes de ϕ foram convertidas nas frações

granulométricas aplicando $\log_2$, resultando nas seguintes classes: cascalho e/ou fragmentos de detritos biológicos (<-1); areia muito grossa ($-1[-0]$); areia grossa ($0[-1]$); areia média ($1[-2]$); areia fina ($2[-3]$); areia muito fina ($3[-4]$) e silte e argila (>4) (Tucker, 1988).

Utilizando as mesmas amostras (sazonais de cada transecto) obtidas inicialmente após as 72 horas em estufa, também foram retiradas três subamostras de 10g de cada transecto, para análise do teor de matéria orgânica. Tais subamostras foram acondicionadas em cadinhos de porcelana, pesadas e incineradas a 500°C em mufla por 3 horas, resultando na queima de toda matéria orgânica ali presente. Em seguida, o material foi novamente pesado e o teor (%) de matéria orgânica (MO) correspondeu à diferença do peso inicial e final médio do cadinho com sedimento submetido à mufla (Mantelatto e Fransozo, 1999).

Complementando o conjunto de variáveis ambientais, foram obtidos dados pluviométricos mensais durante o período de estudo no site do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (<https://www2.cemaden.gov.br>).

2.4 Análises estatísticas

2.4.1 Modelos espaço-temporais: abundância e distribuição

As abundâncias de *X. dincao* e *X. kroyeri* foram utilizadas para estimar os índices de captura por unidade de esforço (CPUE_n : camarão. h^{-1}) a fim de padronizar as variáveis resposta. O conjunto de dados conteve duas variáveis resposta (CPUE_n *X. dincao* e CPUE_n *X. kroyeri*) e cinco variáveis explicativas (temperatura da água de fundo – Temp, salinidade da água de fundo – Sal, granulometria do sedimento – Phi, teor de matéria orgânica do sedimento – MO e pluviosidade – Rain).

Visando avaliar a abundância de *Xiphopenaeus* spp. na área de estudo, analisamos a variação mensal da CPUE_n das espécies e sua relação com os transectos através de modelos espaço-temporais, utilizando Generalized Additive Models (GAMs). A partir da exploração dos dados (material suplementar), observou-se que o conjunto de dados da CPUE_n de *X. dincao* e CPUE_n de *X. kroyeri* eram não homogêneos e não normais, com padrões não lineares. Ainda, os dados de CPUE_n de *X. dincao* apresentaram um elevado número de zeros e dependência temporal. Baseando-se nestas diferenças na exploração dos dados, foram ajustados modelos de diferentes famílias para cada espécie com o intuito de atender as premissas individuais dos dados.

Os modelos de CPUE_n de *X. dincao* foram ajustados para negative binomial (NB), devido ao excesso de zeros e com estrutura de correlação ARMA (Autoregressive Moving Average), considerando a correlação temporal detectada (Zuur *et al.*, 2009). Para CPUE_n de *X. kroyeri* foram ajustados modelos com distribuição Poisson. Dois GAMs foram testados para cada CPUE_n, o primeiro com interação de estações e termo aditivo para transectos e o segundo com interação de meses e termo aditivo para transectos. O efeito de retirada de termos foi analisado para cada modelo. O melhor modelo foi determinado seguindo o Critério de Informação de Akaike corrigido (AICc) em um subconjunto de valores para p e q, no qual, dentre os valores resultantes, o menor valor de AICc foi selecionado como o GAM mais adequado (Sugiura, 1978). A partir do melhor modelo selecionado, os valores previstos foram extraídos e plotados em relação às covariáveis para clarificar os efeitos de padrão da CPUE_n.

Todas as análises foram realizadas no software R versão 4.0.3. Os modelos Negative Binomial e Poisson foram ajustados utilizando o pacote mgcv (Wood, 2017). Os valores de AICc foram estimados utilizando a função AICc do pacote MuMin (Barton

2009) e os gráficos foram gerados com os pacotes ggplot (Wickham, 2016) e visreg (Breheny e Burchett, 2017).

2.4.2 Modelos ecológicos: variáveis ambientais

Modelos ecológicos foram aplicados para investigar a relação das populações de *Xiphopenaeus* spp. com as variáveis ambientais, seguindo a mesma rotina de exploração dos dados. Objetivando evitar o erro do tipo II nas modelagens, verificamos a colinearidade entre as variáveis explicativas, usando coeficientes de correlação de Pearson e gráficos de dispersão (Zuur *et al.*, 2009) (Tabela 2). Para completar a exploração dos dados, gráficos coplot foram plotados a fim de analisar a interação entre as covariáveis.

Utilizando os modelos de CPUE_n de *X. dincao* (NB e ARMA) e CPUE_n de *X. kroyeri* (Poisson), foram ajustados modelos globais contendo todas as variáveis ambientais e exploramos o efeito da retirada de termos. Todos os modelos consideraram as relações aditivas, interativas e isoladas entre as variáveis explanatórias (Perroca *et al.*, 2022). Na seleção do melhor GAM, o AICc de cada um foi calculado, e os modelos com $\Delta AICc < 2$ apresentaram suporte substancial para serem considerados o mais adequado (Burnham e Anderson, 2002). Novamente, a partir do melhor modelo, os valores previstos foram extraídos e plotados em relação às covariáveis para clarificar os efeitos dos padrões da CPUE_n.

Tabela 2. Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis explicativas.

Variáveis		Correlação	<i>p-value</i>
Pluviosidade	Salinidade	0,087	0,55
	Temperatura	0,620	0
	Matéria Orgânica	-2506	0,08
	Phi	0,069	0,64
Salinidade	Temperatura	0,130	0,37
	Matéria Orgânica	-1146	0,43
	Phi	-2195	0,13
Temperature	Matéria Orgânica	-1201	0,41
	Phi	0,162	0,26
Matéria Orgânica	Phi	0,485	0

2.4.3 Período Reprodutivo

O período reprodutivo para cada população foi estimado pela porcentagem de fêmeas reprodutivas (ED + DE) em relação ao total de fêmeas adultas (Castilho *et al.*, 2015). Os dados foram avaliados parametricamente através de testes de homoscedasticidade (Levene) e normalidade (Kolmogorov-Smirnov) (Zar, 2010). Assim, por se tratarem de dados não paramétricos, o teste de Kruskal-Wallis seguido do post-hoc Dunn ($p < 0,05$, Statistica 7,0, StatSoft, Inc) foram utilizados para avaliar significativamente a abundância das fêmeas reprodutivas entre os meses, estações e transectos.

Afim de avaliar a influência das variáveis ambientais (temperatura e salinidade da água de fundo, granulometria e teor de matéria orgânica do sedimento e pluviosidade) na abundância das fêmeas reprodutivas, foi utilizada uma análise de séries temporais (Cross-correlation), a qual permite determinar relações tardias ou prematuras (“Lag”) entre as variáveis ($p < 0,05$, Statistica 7,0, StatSoft, Inc) (Zar, 2010).

2.4.4 Razão Sexual

A razão sexual das duas espécies foi investigada mensalmente e por classes de tamanho, cujo os desvios encontrados na razão sexual esperada (1) foram testados por meio do teste Binomial ($p < 0,05$).

2.4.5 Estrutura das populações

A estrutura populacional de *X. dincao* e *X. kroyeri* geral e por sexo, foi avaliada a partir da distribuição dos indivíduos em classes de tamanho do comprimento da carapaça (CC) de 1,99 mm em gráficos de histogramas, visando comparar a frequência dos tamanhos atingidos. A amplitude das classes de tamanho foi definida de acordo com o método de Sturges (1926) seguindo as fórmulas: $K = 1 + 3,32 \cdot \log(N)$; $R = X_{\text{maior}} - X_{\text{menor}}$; $W = R/K$; onde: 'K' é número de classes, 'N' o número total de indivíduos, 'R' a variação de tamanho, 'X' é o maior e menor indivíduo da amostra e 'W' a amplitude das classes.

Foram realizados testes de homoscedasticidade (Levene) e normalidade (Kolmogorov-Smirnov) para avaliar os dados parametricamente (Zar, 1999). Por não atenderem as premissas de dados paramétricos, o teste de Mann-Whitney foi utilizado para comparar a variação do tamanho geral dos indivíduos entre as espécies e entre o mesmo sexo ($p < 0,05$, Statistica 7,0, StatSoft, Inc).

3. Resultados

3.1 Variáveis ambientais

O maior volume de chuvas mensais ocorreu no verão (janeiro a março) ($347,44 \pm 126,143 \text{ mm}^3$), variando de 195,3 a $490,69 \text{ mm}^3$ (Figura 4). Em seguida, o outono (abril a junho) variou de 31,6 a $456,46 \text{ mm}^3$ ($202,397 \pm 191,314 \text{ mm}^3$). Na primavera (outubro a dezembro), houve uma variação de 105,29 a $203,22 \text{ mm}^3$ ($141,663 \pm 45,73 \text{ mm}^3$), enquanto o inverno (julho a setembro) apresentou o menor volume de chuvas, variando de 69 a $157,12 \text{ mm}^3$ ($106,807 \pm 38,69 \text{ mm}^3$).

O maior valor médio de temperatura de água de fundo ocorreu no verão, variando de 23 a 28°C ($25,5 \pm 1,56^\circ\text{C}$) (Figura 4). No outono, a temperatura variou de 23 a 24°C ($23,3^\circ\text{C} \pm 0,49^\circ\text{C}$) e no inverno de 21 a 24°C ($22,3 \pm 0,77^\circ\text{C}$). Durante a primavera houve a ocorrência de uma maior variação de temperatura, mas com o menor valor de média, variando de 18 a 24°C ($19,9 \pm 1,88^\circ\text{C}$).

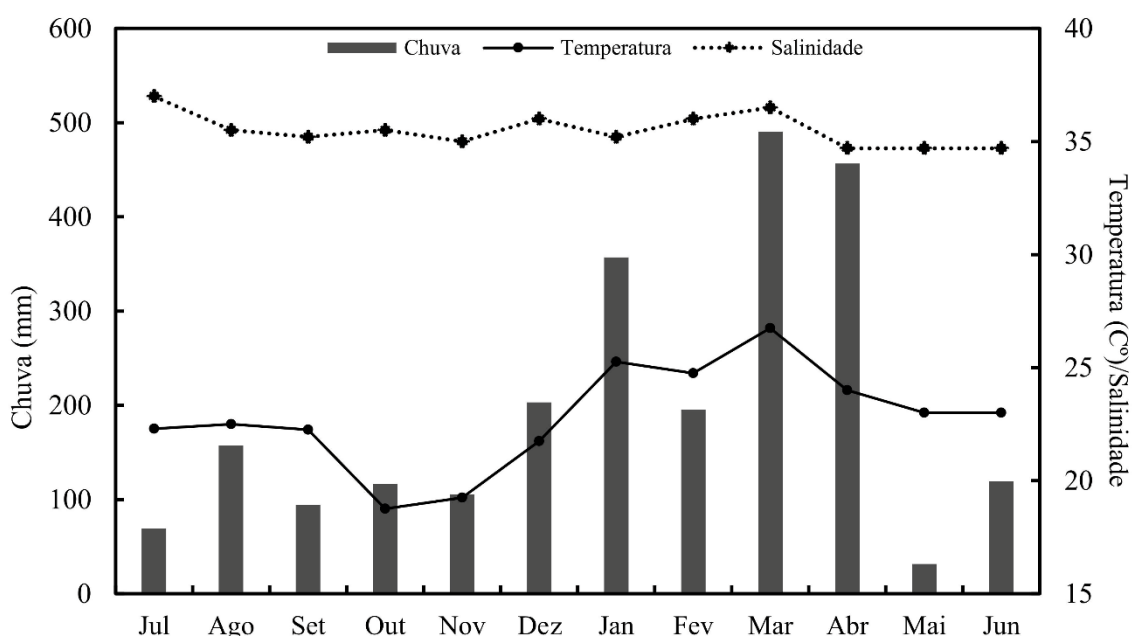


Figura 4. Valores mensais da média de temperatura e salinidade da água de fundo e volume de chuvas (mm) durante o período de jul/21 a jun/22 na Baía de Ubatuba, São Paulo.

Os valores da salinidade da água de fundo não apresentaram grandes amplitudes ao longo das estações (Figura 5). A maior média foi registrada no inverno (julho a setembro), variando de 34 a 37 ($35,9 \pm 0,99$). O verão e a primavera, apresentaram a mesma média de salinidade, bem como a variação de 35 a 37 ($35,5 \pm 0,67$). No outono ocorreu a menor média de salinidade registrada, variando de 34 a 35 ($34,7 \pm 0,45$).

A temperatura da água de fundo não apresentou uma variação expressiva entre os transectos (Figura 5). A maior média foi registrada no transecto 1 (5 metros), variando de 19 a 28 °C ($23,5 \pm 2,71$ °C) e em seguida no transecto 3 (10,4 metros), a qual variou de 18 a 27 °C ($22,8 \pm 2,48$ °C). No transecto 2 (9,2 metros), as temperaturas registradas variaram de 19 a 26 °C ($22,4 \pm 2,02$ °C) e por último, o transecto 4 (15 metros) registrou temperaturas de 18 a 27 °C ($22,3 \pm 2,49$ °C). A salinidade da água de fundo foi similar entre os transectos (Figura 5). No transecto 2, a salinidade variou de 35 a 37 ($35,8 \pm 0,83$) e no transecto 4 de 35 a 37 ($35,5 \pm 0,68$). Os transectos 3 e 1, apresentaram a maior amplitude de salinidade, variando de 34 a 37, com médias de $35,41 \pm 0,90$ e $35,3 \pm 0,98$, respectivamente.

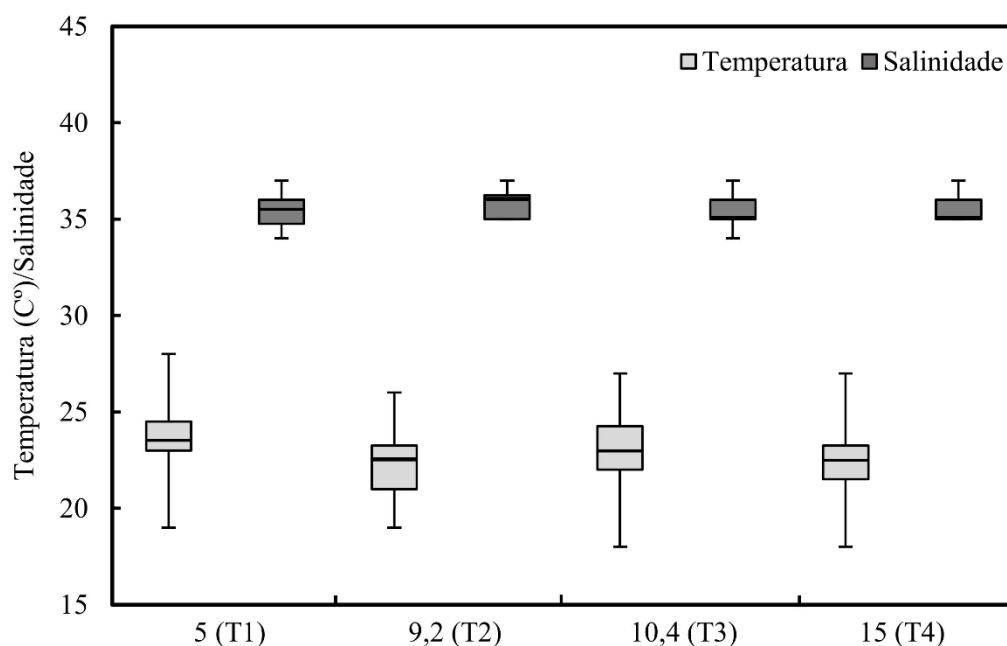


Figura 5. Valores médios e amplitudes mínima e máxima de temperatura e salinidade da água do fundo por transecto, amostrados de jul/21 a jun/22 na Baía de Ubatuba, São Paulo. (Média; DP = desvio padrão; Min = mínimo; Max = máximo).

A variação do Phi foi semelhante ao longo das estações (Figura 6A), todas as estações apresentaram predominantemente areia fina e muito fina. No verão, os valores de Phi variaram de 2,75 a 4,25 ($3,63 \pm 0,65$), seguido da primavera com variação de 2,64 a 4,15 ($3,62 \pm 0,63$). Durante o outono, o Phi variou de 2,61 a 4,12 ($3,56 \pm 0,61$) e no inverno de 2,49 a 3,81 ($3,38 \pm 0,54$). O teor de matéria orgânica presente no sedimento apresentou maior média no inverno, variando de 3 a 18,2% ($9,75 \pm 5,91$), seguido da primavera ($7,2 \pm 5,81$), com uma variação de 0,9 a 14%. O outono apresentou média de $6,9 \pm 4,28$, variando de 2,4 a 13,2%. A menor média ocorreu no verão com $3,77 \pm 2,46$, variando de 0,8 a 7,4%.

Valores de Phi de areia muito fina e silte e argila foram predominantes entre os transectos (Figura 6B). A maior média ocorreu no transecto 1, 3,81 (areia muito fina) a 4,25 (silte e argila) ($4,08 \pm 0,04$), seguido do transecto 3, variando de 3,64 (areia muito fina) a 4,20 (silte e argila) ($3,98 \pm 0,22$). No transecto 4 e 2, foram registrados somente valores de areia muito fina, com uma variação de 3,33 a 3,58 ($3,50 \pm 0,10$) e 2,49 a 2,75 ($2,62 \pm 0,09$), respectivamente. A maior média de teor de matéria orgânica ocorreu no transecto 1, variando de 7,4 a 18,4% ($13,2 \pm 4,02$), seguido do transecto 4, de 0,8 a 11,3% ($7,72 \pm 4,43$). Já o transecto 3 apresentou média de $4,3 \pm 1,57$, variando de 2,6 a 6,7%, enquanto a menor média ocorreu no transecto 2, com variação de 0,9 a 3,3% ($2,4 \pm 0,96$).

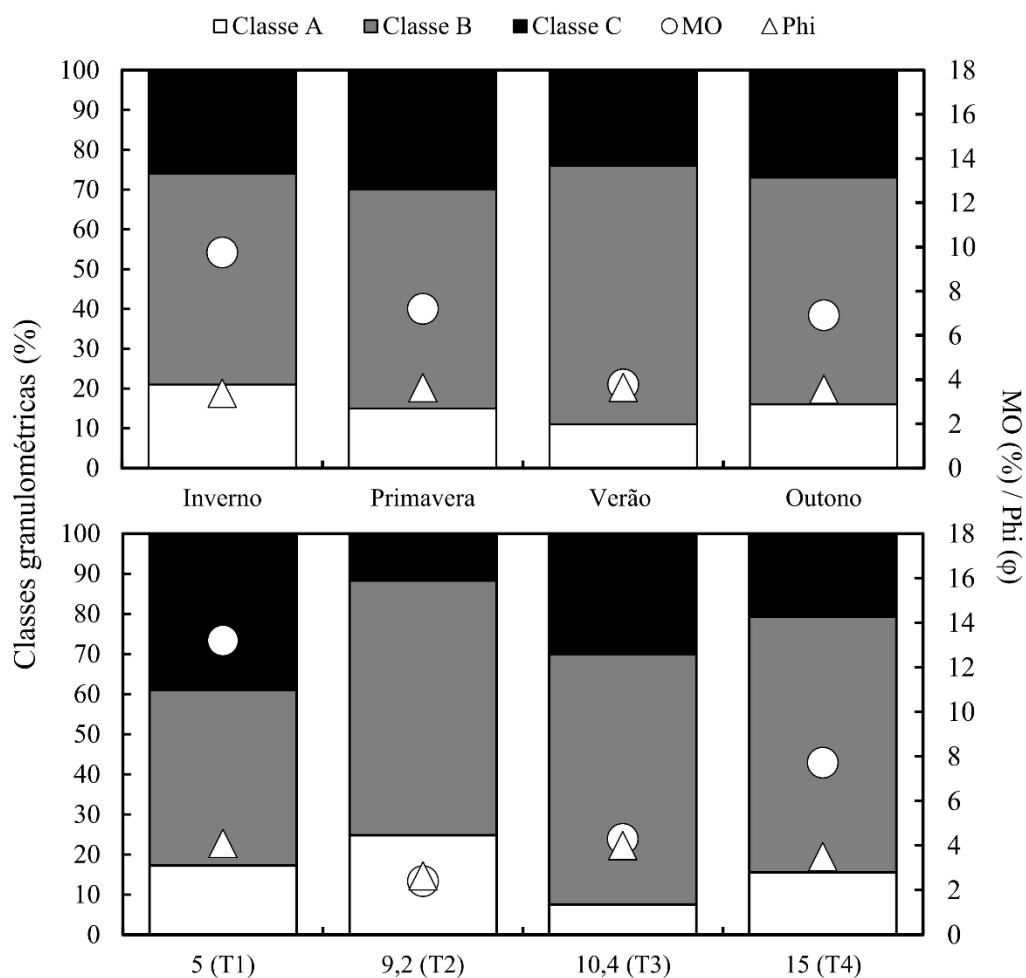


Figura 6. Porcentagem de matéria orgânica e Phi por estação e transecto amostrados de jul/21 a jun/22 na Baía de Ubatuba, São Paulo. Classe A: cascalho, areia muito grossa, grossa e média; Classe B: areia fina e muito fina; Classe C: silte + argila; ○MO: matéria orgânica, △Phi: classes granulométricas.

3.2 Abundância geral das espécies

Um total de 2.886 indivíduos adultos de *X. dincao* e 30.787 de *X. kroyeri* foram coletados durante o período de amostragem. Em maio foi registrada a maior abundância de *X. dincao* (1.019), seguida de março (515) e fevereiro (389). Durante o período de julho a janeiro foram registrados os menores valores de captura de *X. dincao*, principalmente, em outubro e novembro (13 e 8) (Figura 7A). A captura de *X. kroyeri*, se mostrou mais contínua ao longo dos meses, cuja maior abundância foi registrada em julho

(5.456), seguido de junho e novembro (8.996 e 3.687). As menores capturas de indivíduos de *X. kroyeri* ocorreram em fevereiro (866) e maio (723) (Figura 7B).

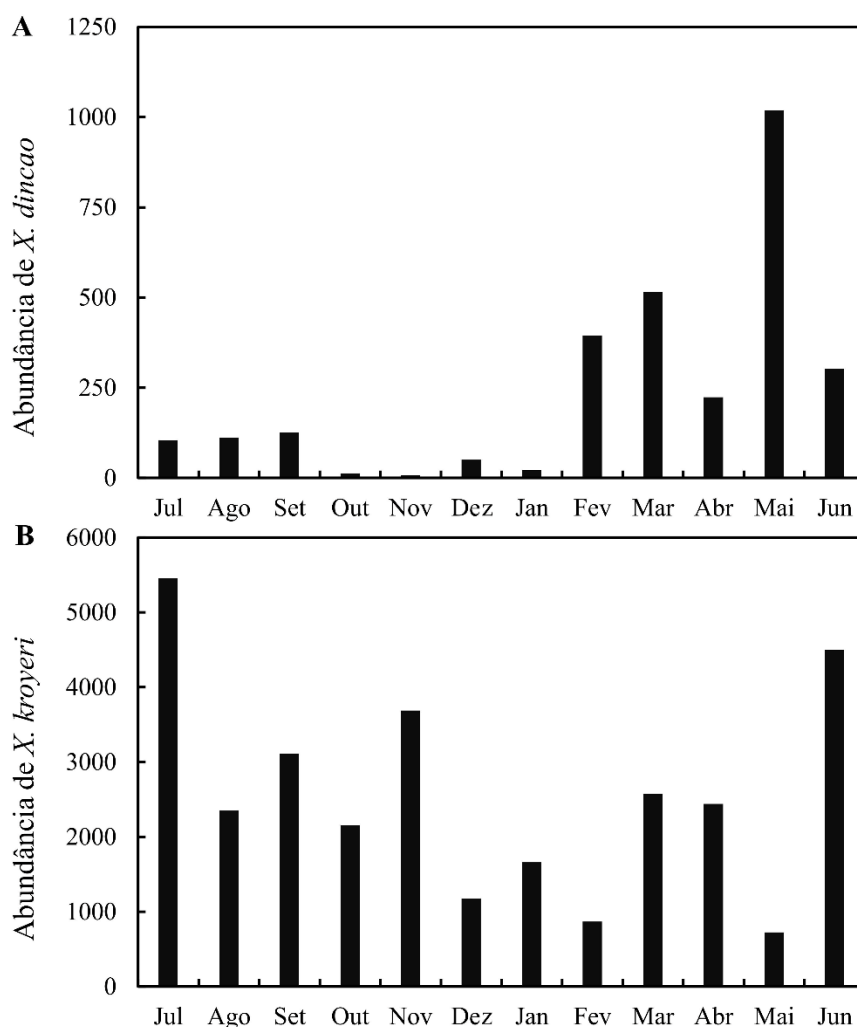


Figura 7. Abundância mensal de [A] *Xiphopenaeus dincao* Carvalho-Batista, Terossi, Zara, Mantelatto, Costa, 2020 e [B] *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) amostrados de jul/21 a jun/22 na Baía de Ubatuba, São Paulo.

Nos transectos 1 e 3, foram registradas as maiores abundâncias de *X. dincao* (1.746 e 913, respectivamente), enquanto no transecto 4 (122) e 2 (105) registraram os menores valores (Figura 8A). Os maiores números de indivíduos capturados de *X. kroyeri* foram registrados no transecto 3 e 4 (12.347 e 10.568). O transecto 1 registrou 5.510 indivíduos, seguido do transecto 2 que obteve o menor número de espécimes (2.362) (Figura 8B).

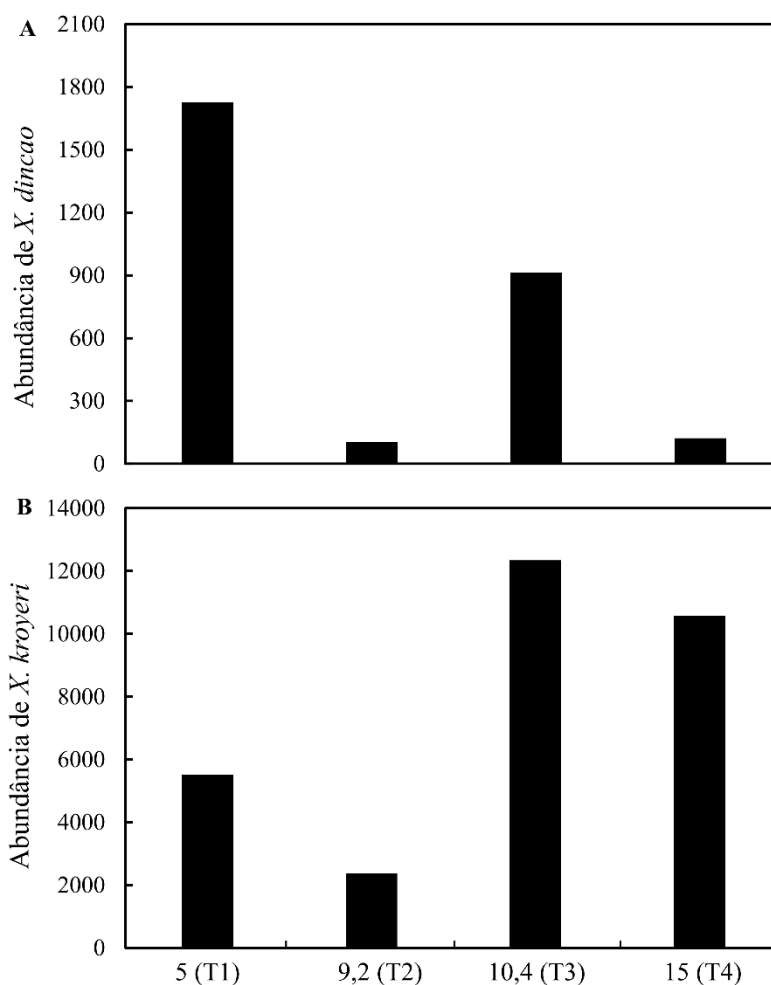


Figura 8. Abundância por transecto de [A] *Xiphopenaeus dincao* Carvalho-Batista, Terossi, Zara, Mantelatto, Costa, 2020 e [B] *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) amostrados de jul/21 a jun/22 na Baía de Ubatuba, São Paulo.

3.3 Modelos espaço-temporais: estações e transectos

A exploração do conjunto de variáveis para $CPUE_n$ de *X. dincao* a partir dos modelos globais NB resultou em quatro modelos. Da mesma forma, os modelos globais de distribuição de Poisson para $CPUE_n$ de *X. kroyeri*, também totalizaram quatro diferentes modelos. Seguindo a estatística AICc, o melhor modelo para ambas as espécies conteve estações e transectos (Tabela 3).

Tabela 3. Modelo Negative Binomial (NB) e Poisson para as variáveis resposta. corARMA = Modelos autorregressivos de médias móveis; AICc= Critério de informação de Akaike corrigido.

Model family	Response variable	Parameters	Temporal correlation	AICc
NB	CPUE_<i>X.dincao</i>	Season + Transect	corARMA(form = ~ Month, p = 1, q = 1)	400.8645
NB	CPUE_ <i>X.dincao</i>	Season	corARMA(form = ~ Month, p = 1, q = 1)	413.6953
NB	CPUE_ <i>X.dincao</i>	Month + Transect	corARMA(form = ~ Month, p = 1, q = 1)	409.8833
NB	CPUE_ <i>X.dincao</i>	Month	corARMA(form = ~ Month, p = 1, q = 1)	412.7054
Poisson	CPUE_<i>X.kroyeri</i>	Season + Transect	-	28412.25
Poisson	CPUE_ <i>X.kroyeri</i>	Season	-	46620.15
Poisson	CPUE_ <i>X.kroyeri</i>	Month + Transect	-	31975.36
Poisson	CPUE_ <i>X.kroyeri</i>	Month	-	50183.97

O modelo NB mais adequado de CPUE_n de *X. dincao*, assim como o melhor modelo de Poisson para CPUE_n de *X. kroyeri*, resultaram na mesma porcentagem de explicação (Deviance explained = 44,8%). A CPUE_n de *X. dincao* apresentou dependência temporal significativa ($p < 0,01$) (Figura 9A), na qual o outono registrou um pico de captura ($\sim 10.000 \text{ ind.h}^{-1}$). Em seguida, o inverno apresentou o segundo maior valor ($\sim 2.500 \text{ ind.h}^{-1}$), enquanto a primavera e o verão, registraram os menores valores de captura ($\sim 50 \text{ ind.h}^{-1}$). O modelo também demonstrou que o local influenciou a CPUE_n de *X. dincao* ($p < 0,01$), pois a abundância dos indivíduos predominantemente maior no transecto 1 (5 metros) ($\sim 1.800 \text{ ind.h}^{-1}$), seguido do transecto 3 (10,4 metros) ($\sim 100 \text{ ind.h}^{-1}$) (Figura 9B). Os transectos 2 (9,2 metros) e 4 (15 metros) registraram os menores valores de captura ($\sim 10 \text{ ind.h}^{-1}$).

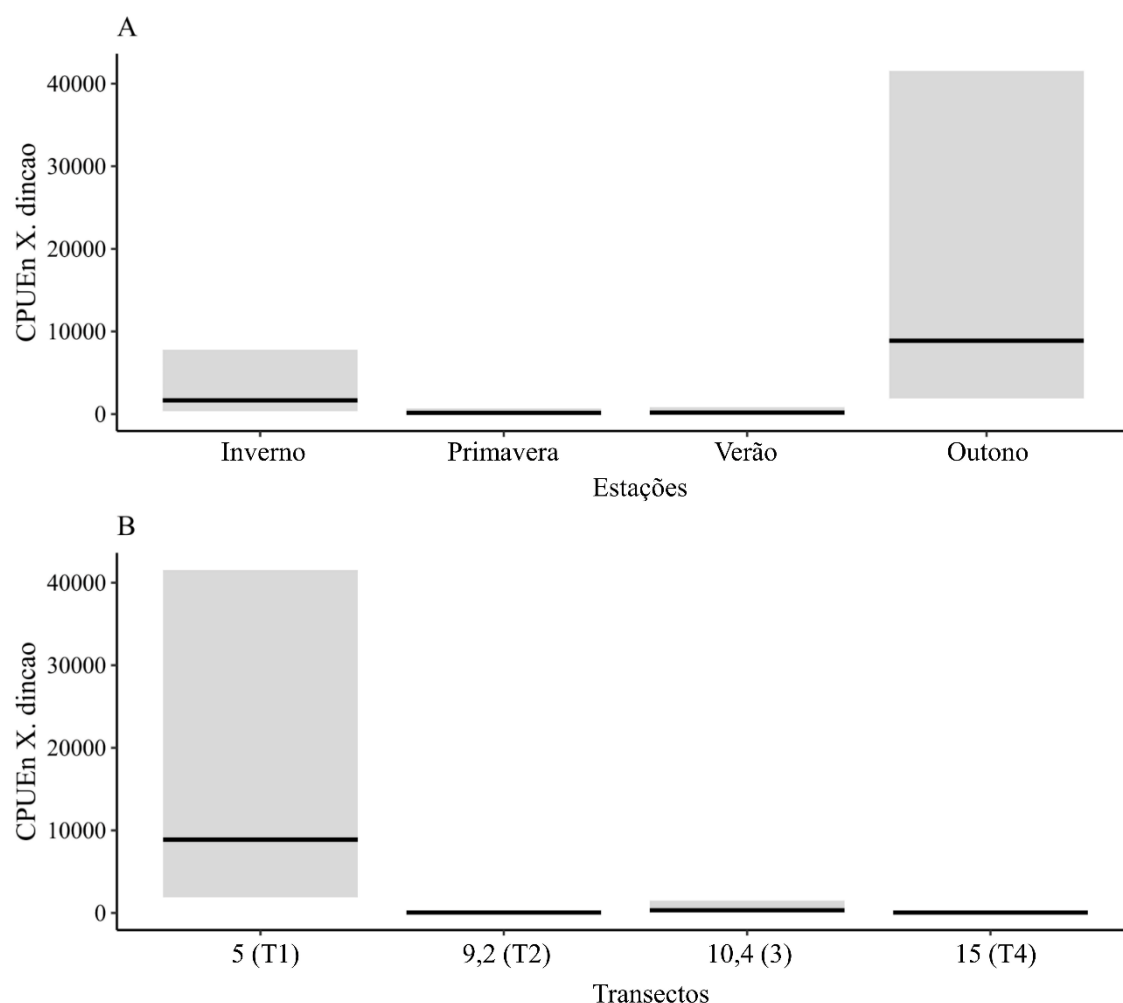


Figura 9. Efeito preditos das [A] estações e [B] transectos na CPUE_n de *Xiphopenaeus dincao* Carvalho-Batista, Terossi, Zara, Mantelatto, Costa, 2020 amostrados de jul/21 a jun/22 na Baía de Ubatuba, São Paulo.

O melhor modelo de Poisson ajustado para CPUE_n de *X. kroyeri* ($p < 0.01$), apresentou o maior valor de captura no inverno ($\sim 1.300 \text{ ind.h}^{-1}$). Observou-se um segundo aumento no outono ($\sim 950 \text{ ind.h}^{-1}$), que parece ser o começo do pico alcançado no inverno. Na primavera ($\sim 830 \text{ ind.h}^{-1}$) a abundância começou a diminuir, até atingir os menores valores de captura durante o verão ($\sim 650 \text{ ind.h}^{-1}$) (Figura 10A). A CPUE_n de *X. kroyeri* foi influenciado pela variação dos locais ($p < 0.01$). Valores mais altos foram observados no transecto 3 (10,2 metros) ($\sim 3.000 \text{ ind.h}^{-1}$), seguido do transecto 4 (~ 2.500

ind.h⁻¹) e 1 (~1.300 ind.h⁻¹). Por fim, o transecto 2 (9,2 metros) (~250 ind.h⁻¹) apresentou o valor mais baixo de CPUE_n (Figura 10B).

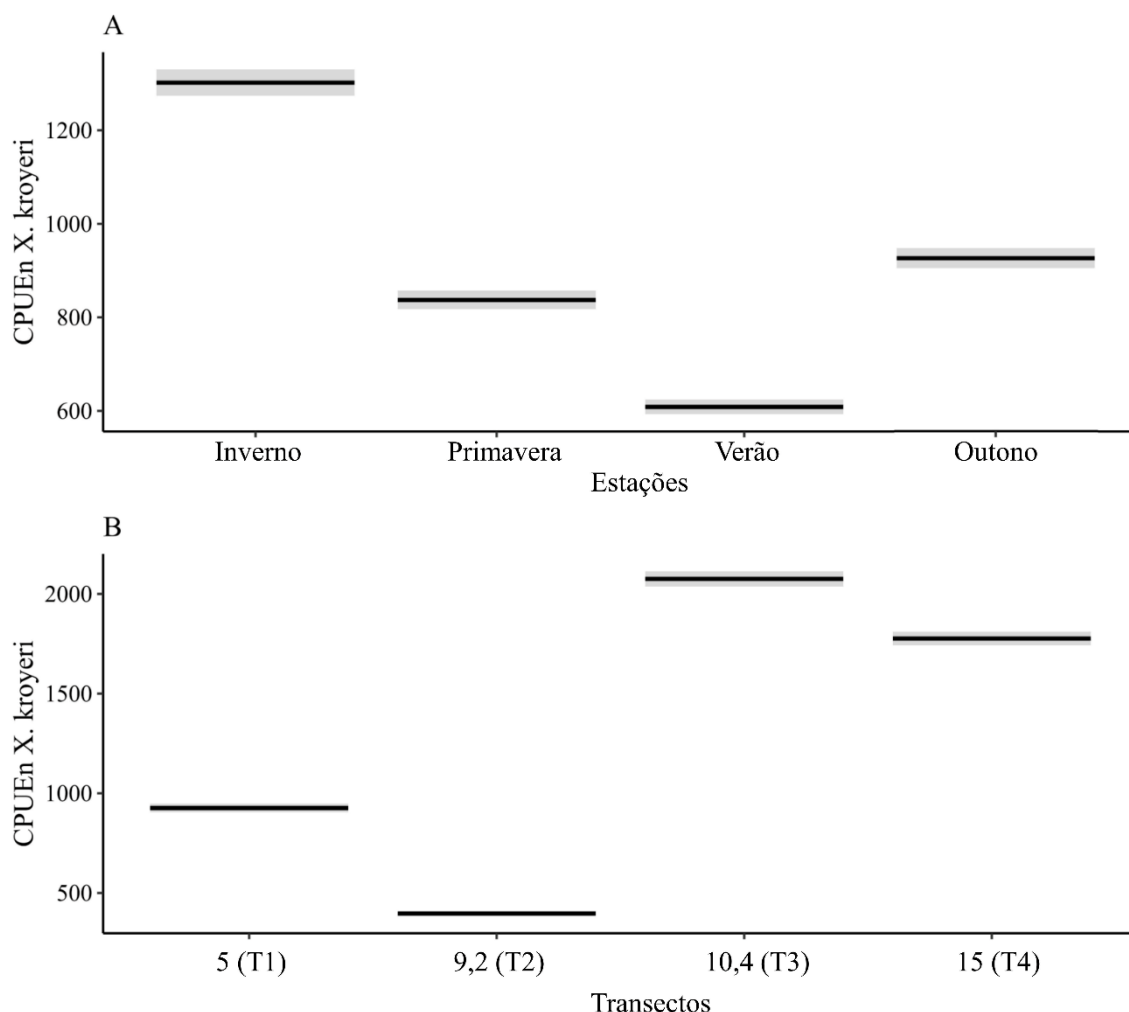


Figura 10. Efeito preditos das [A] estações e [B] transectos na CPUE_n de *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) amostrados de jul/21 a jun/22 na Baía de Ubatuba, São Paulo.

3.4 Modelos ecológicos: variáveis ambientais

A escolha do modelo mais adequado para a variação da CPUE_n de *X. dincao* resultou em três modelos usando o critério $\Delta AICc$ (< 2) (Tabela 4). O primeiro modelo compreendeu as variáveis “Rain”, “Sal” e “Temp” e explicou 27,5% da variação da CPUE_n de *X. dincao* (Deviance explained). O segundo modelo incluiu as variáveis “Phi”, “Rain” e “Temp” e explicou 28,8% da variação da CPUE_n de *X. dincao* (Deviance

explained). O terceiro modelo foi o mais explicativo, contendo “Phi”, “Rain”, “Sal” e “Temp” e explicou 33,6% da variação da CPUE_n de *X. dincao* (Deviance explained).

Tabela 4. Modelos aditivos generalizados (GAM) ajustados à CPUE_n de *Xiphopenaeus dincao* Carvalho-Batista, Terossi, Zara, Mantelatto, Costa, 2020. São apresentados modelos com $\Delta AICc < 2$ para o melhor modelo classificado e modelos nulos. df = Graus de liberdade; logLik = Log de probabilidade de um modelo; wi = peso de Akaike; Itálico: modelos mais explicativos.

Rank	Parâmetros	df	logLik	AICc	$\Delta AICc$	wi
13	Xd ~ MO + Rain + Sal	5	-205,40	422,23	15,59	0,00
12	Xd ~ Rain + Sal	4	-205,77	420,47	13,83	0,00
5	Xd ~ MO + Rain	4	-205,71	420,36	13,71	0,00
9	Xd ~ MO + Sal	4	-205,36	419,65	13,01	0,00
4	Xd ~ Rain	3	-206,23	419,00	12,36	0,00
1	Xd ~ MO	3	-205,76	418,06	11,42	0,00
8	Xd ~ Sal	3	-205,75	418,05	11,41	0,00
15	Xd ~ MO + Phi + Rain + Sal	6	-201,24	416,53	9,88	0,00
11	Xd ~ MO + Phi + Sal	5	-201,89	415,20	8,56	0,00
7	Xd ~ MO + Phi + Rain	5	-201,77	414,98	8,34	0,00
17	Xd ~ MO + Temp	4	-201,88	414,69	8,05	0,00
27	Xd ~ MO+ Phi + Sal+ Temp	6	-200,08	414,21	7,57	0,01
3	Xd ~ MO + Phi	4	-202,57	414,07	7,42	0,01
14	Xd ~ Rain + Phi + Sal	5	-201,21	413,84	7,20	0,01
19	Xd ~ MO + Phi + Temp	5	-201,20	413,83	7,19	0,01
25	Xd ~ MO+ Sal + Temp	5	-201,00	413,43	6,79	0,01
16	Xd ~ Temp	3	-203,24	413,03	6,39	0,01
10	Xd ~ Phi + Sal	4	-201,85	412,63	5,99	0,01
6	Xd ~ Phi + Rain	4	-201,74	412,41	5,77	0,01
24	Xd ~ Sal + Temp	4	-201,46	411,85	5,21	0,02
2	Xd ~ Phi	3	-202,55	411,65	5,01	0,02
26	Xd ~ Phi+ Sal + Temp	5	-200,06	411,55	4,91	0,02
18	Xd ~ Phi + Temp	4	-201,16	411,25	4,61	0,03
20	Xd ~ Rain + Temp	4	-201,10	411,13	4,49	0,03
21	Xd ~ MO + Rain + Temp	5	-199,48	410,39	3,75	0,04
23	Xd ~ MO + Phi + Rain + Temp	6	-197,80	409,65	3,01	0,06
global	Xd ~ Temp + Sal + Rain+ MO+ Phi	7	-196,24	409,28	2,64	0,07
29	Xd ~ MO +Rain + Sal+ Temp	6	-197,33	408,70	2,06	0,08
28	<i>Xd ~ Rain + Sal+ Temp</i>	5	<i>-198,36</i>	<i>408,15</i>	<i>1,51</i>	<i>0,12</i>
22	<i>Xd ~ Phi +Rain + Temp</i>	5	<i>-197,93</i>	<i>407,28</i>	<i>0,64</i>	<i>0,18</i>
30	<i>Xd ~ Phi +Rain + Sal+ Temp</i>	6	<i>-196,30</i>	<i>406,64</i>	<i>0,00</i>	<i>0,25</i>

O terceiro modelo foi escolhido para a plotagem das variáveis. A CPUE_n de *X. dincao* foi positivamente relacionada com os valores de Phi, com maior ocorrência de indivíduos em áreas de areia fina (3,5) e silte e argila (> 4,0) (Figura 11A). A CPUE_n de *X. dincao* apresentou uma relação negativa com a pluviosidade (500 mm³) e com a salinidade (Figura 11BC). Houve uma relação positiva entre a temperatura e a CPUE_n de *X. dincao*, que aumentou a partir dos 25°C, alcançando seu máximo em 27,5 °C (Figura 11D).

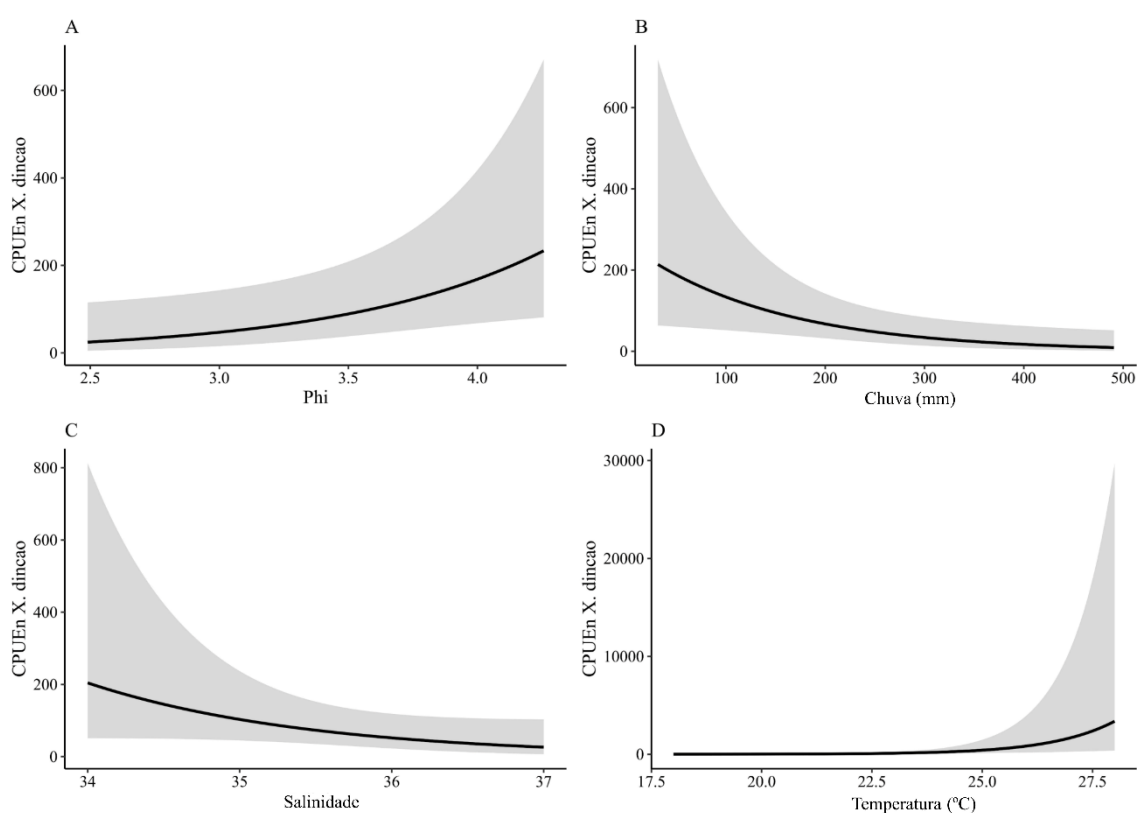


Figura 11. Variação da abundância (CPUE_n) de *Xiphopenaeus dincao* Carvalho-Batista, Terossi, Zara, Mantelatto, Costa, 2020 e sua relação com as covariáveis selecionadas do melhor modelo: [A] Phi, [B] Pluviosidade (mm³), [C] Salinidade, [D] Temperatura (°C). Linha preta: média; Sombra cinza: desvio padrão.

A partir do critério de $\Delta AICc$ (< 2), a variação CPUE_n de *X. kroyeri* resultou em apenas um modelo adequado (Tabela 5). O modelo incluiu todas as variáveis “Phi”, “Rain”, “Sal”, “Temp” e “MO” e explicou 18,5% da variação (Deviance explained). A

CPUE_n de *X. kroyeri* apresentou relação positiva com Phi, a partir de áreas de areia fina (3,5) e silte e argila (> 4,0) (Figura 12A). Houve também uma relação positiva com a salinidade, atingindo um pico em valores próximos a 37 (Figura 12C). A temperatura apresentou relação negativa com CPUE_n, que sofreu um declínio em valores próximos a 27,5 °C (12D). Observou-se uma relação negativa da CPUE_n com a pluviosidade (500 mm³) (Figura 12B) e matéria orgânica (15%) (Figura 12E).

Tabela 5. Modelos aditivos generalizados (GAM) ajustados à CPUE_n de *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862). São apresentados modelos com $\Delta AICc < 2$ para o melhor modelo classificado e modelos nulos. df = Graus de liberdade; logLik = Log de probabilidade de um modelo; wi = peso de Akaike; Itálico: modelo mais explicativo.

Rank	Parâmetros	df	logLik	AICc	$\Delta AICc$	wi
8	Xk ~ Sal	2	-25440,32	50884,9	9140,92	0,00
16	Xk ~ Temp	2	-25179,53	50363,3	8619,35	0,00
1	Xk ~ MO	2	-25119,26	50242,8	8498,79	0,00
4	Xk ~ Rain	2	-25106,88	50218	8474,05	0,00
20	Xk ~ Rain + Temp	3	-25037,98	50082,5	8338,52	0,00
24	Xk ~ Sal + Temp	3	-25010,19	50026,9	8282,93	0,00
9	Xk ~ MO + Sal	3	-24960,42	49927,4	8183,39	0,00
12	Xk ~ Rain + Sal	3	-24953,69	49913,9	8169,93	0,00
28	Xk ~ Rain + Sal+ Temp	4	-24866,64	49742,2	7998,21	0,00
5	Xk ~ MO + Rain	3	-24851,77	49710,1	7966,11	0,00
17	Xk ~ MO + Temp	3	-24831,22	49669	7924,99	0,00
21	Xk ~ MO + Rain + Temp	4	-24767,92	49544,8	7800,78	0,00
13	Xk ~ MO + Rain + Sal	4	-21673,39	49355,7	7611,71	0,00
25	Xk ~ MO+ Sal + Temp	4	-24621,34	49251,6	7507,62	0,00
29	Xk ~ MO +Rain + Sal+ Temp	5	-24564,3	49140	7396,04	0,00
2	Xk ~ Phi	2	-22736,73	45477,7	3733,73	0,00
3	Xk ~ MO + Phi	3	-22731,76	45470,1	3726,08	0,00
10	Xk ~ Phi + Sal	3	-22276,08	44558,7	2814,72	0,00
11	Xk ~ MO + Phi + Sal	4	-22273,42	44555,8	2811,78	0,00
6	Xk ~ Phi + Rain	3	-22076,23	44159	2415,02	0,00
18	Xk ~ Phi + Temp	3	-21981,02	43968,6	2224,60	0,00
7	Xk ~ MO + Phi + Rain	4	-21951,55	43912	2168,03	0,00
19	Xk ~ MO + Phi + Temp	4	-21918,95	43846,8	2102,84	0,00
22	Xk ~ Phi +Rain + Temp	4	-21840,83	43690,6	1946,61	0,00
23	Xk ~ MO + Phi + Rain + Temp	5	-21716,53	43444,5	1700,49	0,00
14	Xk ~ Rain + Phi + Sal	4	-21437,41	42883,8	1139,76	0,00
15	Xk ~ MO + Phi + Rain + Sal	5	-21266,95	42545,3	801,34	0,00
26	Xk ~ Phi+ Sal + Temp	4	-21184,17	42377,3	633,27	0,00
27	Xk ~ MO+ Phi + Sal+ Temp	5	-21092,06	42195,6	451,56	0,00
30	Xk ~ Phi +Rain + Sal+ Temp	5	-21044,43	42100,3	356,29	0,00
<i>global</i>	<i>Xk ~ Phi + Rain + Sal +Temp + MO</i>	6	<i>-20864,97</i>	<i>41744</i>	<i>0,00</i>	0,00

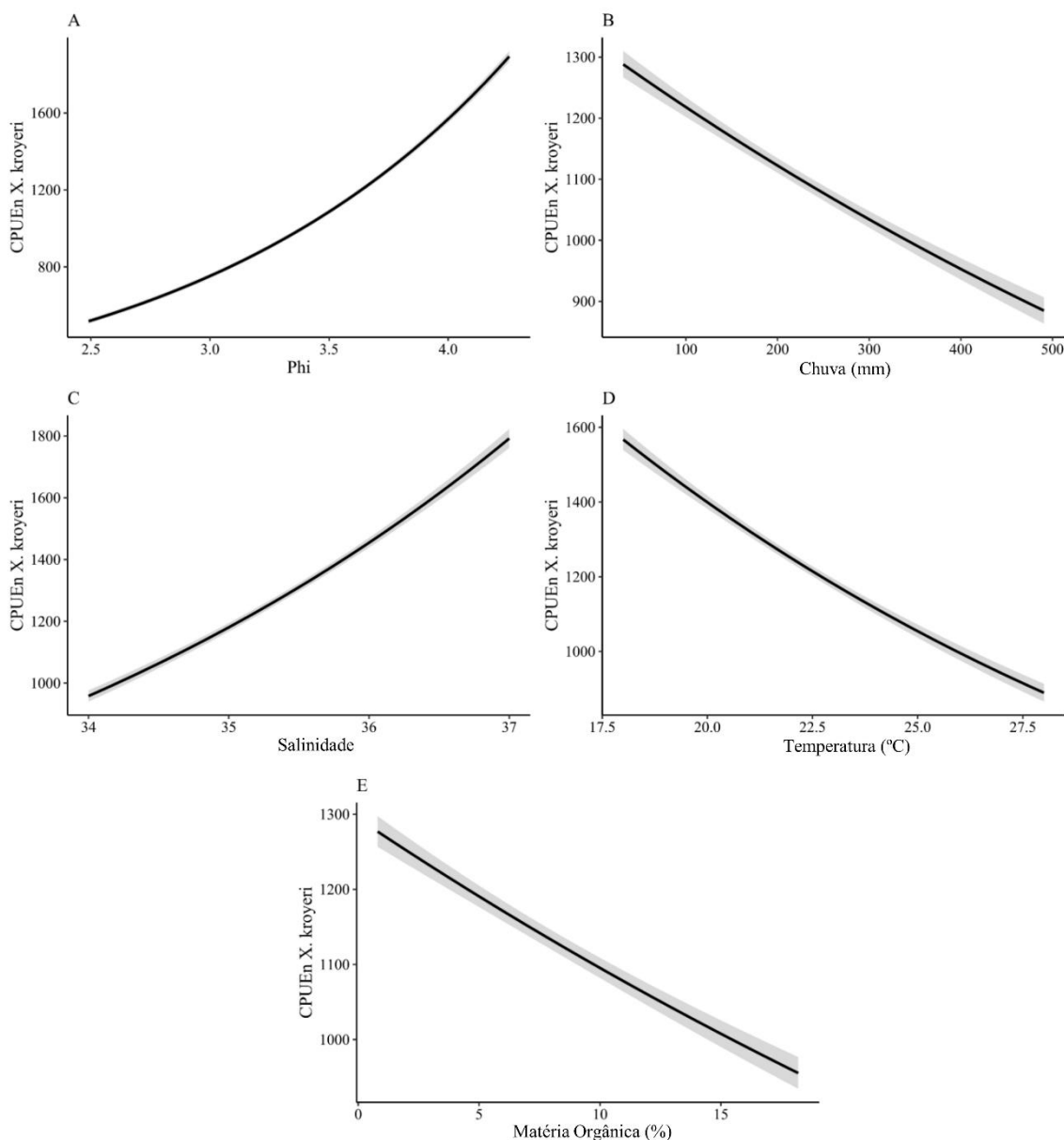


Figura 12. Variação da abundância ($CPUE_n$) de *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) e sua relação com as covariáveis selecionadas do melhor modelo: [A] Temperatura ($^{\circ}C$), [B] Salinidade, [C] Pluviosidade (mm^3), [D] Matéria Orgânica (%) e [E] Phi. Linha preta: média; Sombra cinza: desvio padrão.

3.5 Período reprodutivo

Os indivíduos reprodutivos (ED+DE) de *X. dincao*, corresponderam a 754 machos e 508 fêmeas ao longo do período de amostragem (Figura 13). No geral, os indivíduos reprodutivos foram mais abundantes durante os meses que compõem as estações do verão e outono. Um pico expressivo de fêmeas reprodutivas acompanhadas pelos machos

reprodutivos, foram observados nos meses de fevereiro a junho. Em seguida, houve um pequeno pico de agosto a setembro. Não houve diferença significativa na abundância de fêmeas reprodutivas de *X. dincao* entre os meses (Kruskal-Wallis, $p > 0,05$).

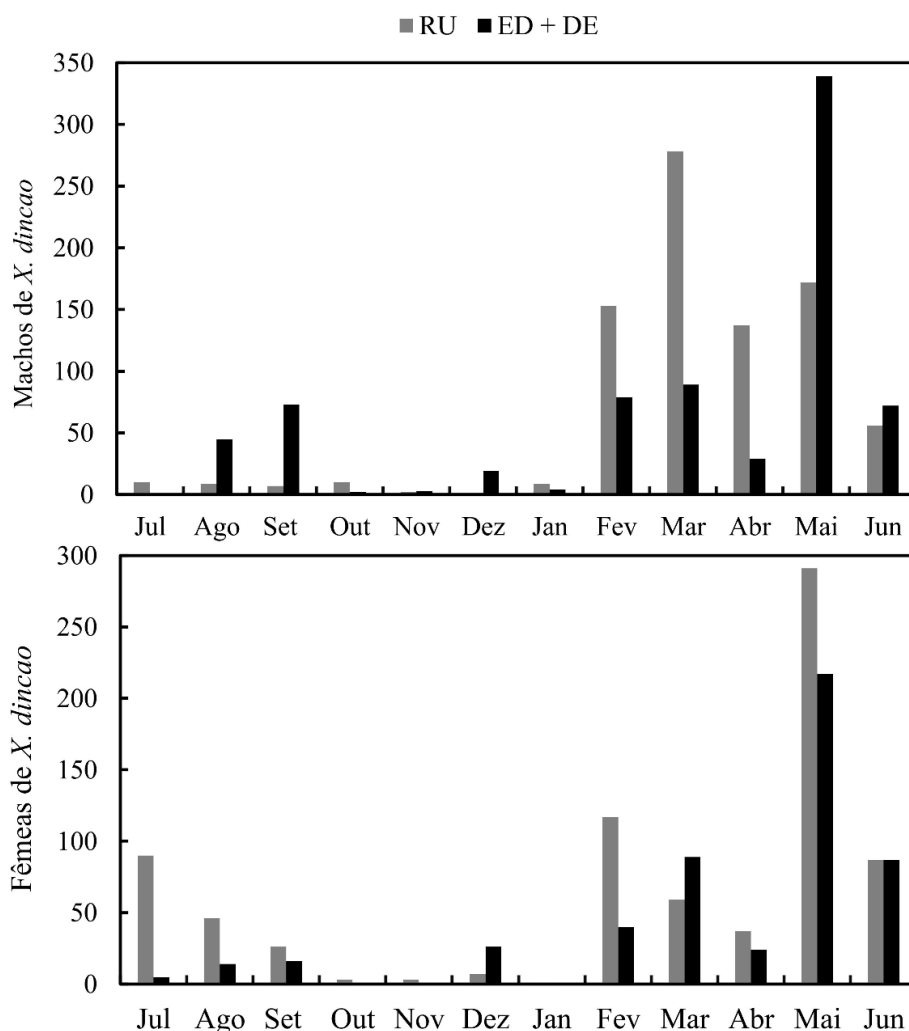


Figura 13. Número mensal de machos e fêmeas de *Xiphopenaeus dincao* Carvalho-Batista, Terossi, Zara, Mantelatto, Costa, 2020 em cada estágio de desenvolvimento gonadal, amostrados de jul/21 a jun/22 na Baía de Ubatuba, São Paulo. (RU: rudimentar; ED+DE: em desenvolvimento e desenvolvido).

Foram amostrados 8.921 machos e 2.616 fêmeas reprodutivas de *X. kroyeri* (Figura 14). No geral, os indivíduos reprodutivos de ambos os sexos foram mais abundantes nos meses que compõem o inverno e a primavera. Os machos foram mais abundantes nos meses de julho, agosto, setembro e novembro. Observou-se uma

diminuição ao longo dos meses seguintes, com menor abundância no mês de maio. As fêmeas reprodutivas apresentaram uma distribuição mais contínua ao longo do ano, sendo mais abundantes nos meses de julho e agosto, seguindo o mesmo padrão de flutuação dos machos até maio, quando foi registrada a menor abundância. A abundância das fêmeas reprodutivas de *X. kroyeri* não diferiram significativamente entre os meses (Kruskal-Wallis, $p > 0,05$).

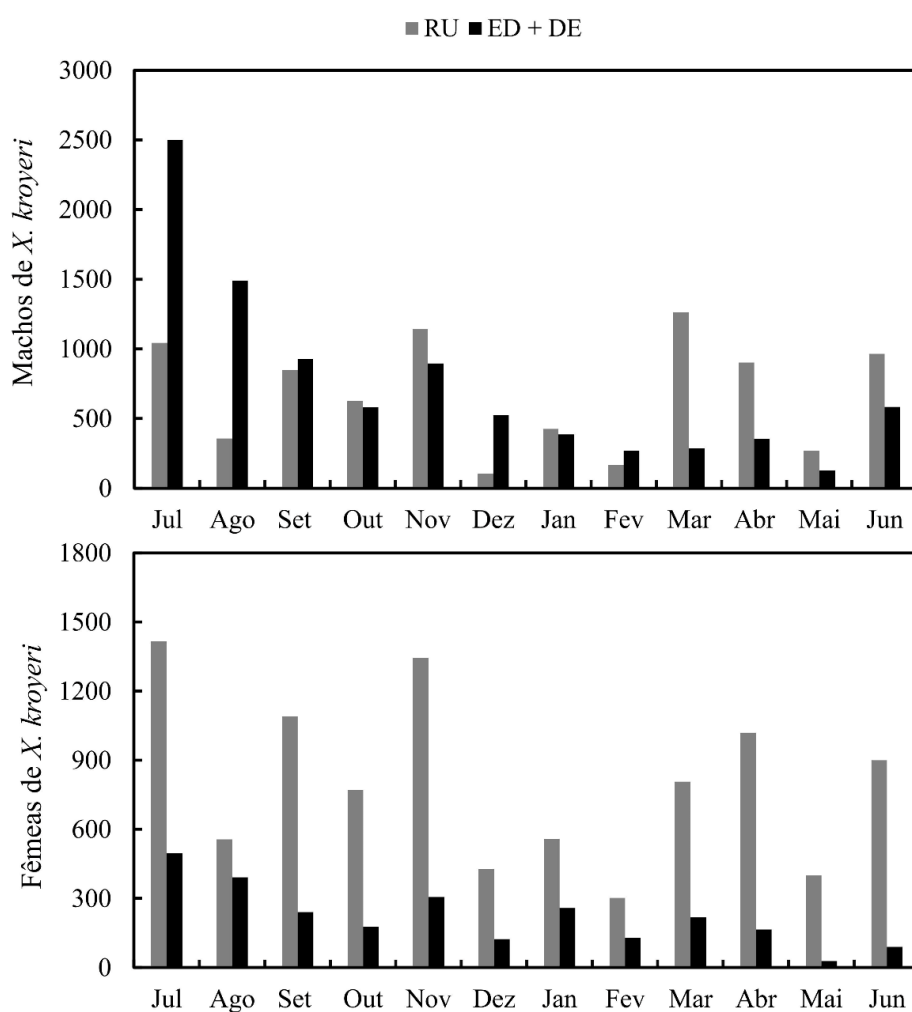


Figura 14. Número mensal de machos e fêmeas de *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) em cada estágio de desenvolvimento gonadal, amostrados de jul/21 a jun/22 na Baía de Ubatuba, São Paulo. (RU: rudimentar; ED+DE: em desenvolvimento e desenvolvido).

Sazonalmente, o esforço reprodutivo geral de *X. dincao* apresentou um aumento a partir do verão alcançando um pico no outono. Em contrapartida, *X. kroyeri*, apresentou maior esforço reprodutivo durante o inverno, seguido da primavera (Figura 15A).

Os machos das espécies seguiram o mesmo padrão geral de sazonalidade (Figura 15B). As fêmeas de *X. dincao* também seguiram o mesmo padrão sazonal da espécie, no entanto, não houve diferença significativa na abundância das fêmeas reprodutivas de *X. dincao* entre as estações (Kruskal-Wallis, $p > 0,05$). A abundância das fêmeas de *X. kroyeri* também não diferiram entre as estações (Kruskal-Wallis, $p > 0,05$), apresentando uma reprodução contínua ao longo das estações (Figura 15C). Durante o verão é possível observar valores similares no esforço reprodutivo entre as fêmeas das espécies, porém na estação seguinte (outono), ocorre uma queda no esforço reprodutivo das fêmeas de *X. kroyeri*.

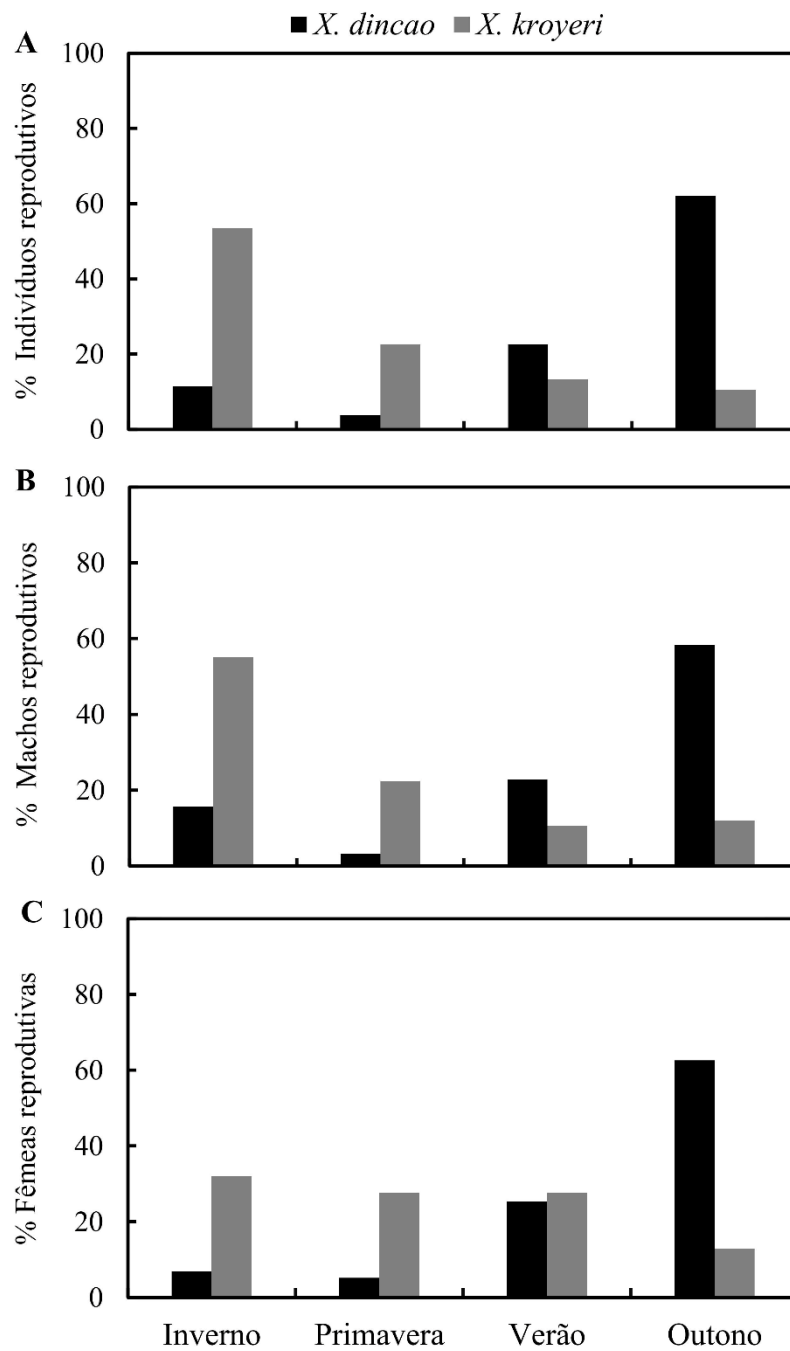


Figura 15. Porcentagem de indivíduos reprodutivos por estação em relação a população adulta de *Xiphopenaeus dincao* Carvalho-Batista, Terossi, Zara, Mantelatto, Costa, 2020 e *X. kroyeri* (Heller, 1862) [A] geral, [B] machos e [C] fêmeas, amostrados de jul/21 a jun/22 na Baía de Ubatuba, São Paulo.

O mesmo padrão de segregação geral entre as espécies foi observado ao avaliar espacialmente a distribuição dos indivíduos reprodutivos: *X. dincao* nas profundidades mais rasas e *X. kroyeri* nas mais profundas (Figura 16A). A maior proporção de machos de *X. dincao* ocorreu no transecto 1 (5 metros), seguido do transecto 3 (10,4 metros). Enquanto os machos de *X. kroyeri* foram predominantes no transecto 3 (10,4 metros) e 4 (15 metros) (Figura 16B).

As fêmeas reprodutivas de *X. dincao* ocorreram em maior abundância no transecto 1 (5 metros) e em seguida no transecto 3 (10,4 metros) (Figura 16C). A abundância das fêmeas reprodutivas de *X. dincao* no transecto 1, diferiu significativamente dos transectos 2 e 4 (Kruskal-Wallis, $H = 22,05$, $p < 0,01$). A maior proporção das fêmeas reprodutivas de *X. kroyeri* foi observada no transecto 4 (15 metros), seguido do transecto 1 (5 metros) (Figura 16C). Não houve diferença significativa na abundância das fêmeas de *X. kroyeri* entre os transectos (Kruskal-Wallis, $p > 0,05$).

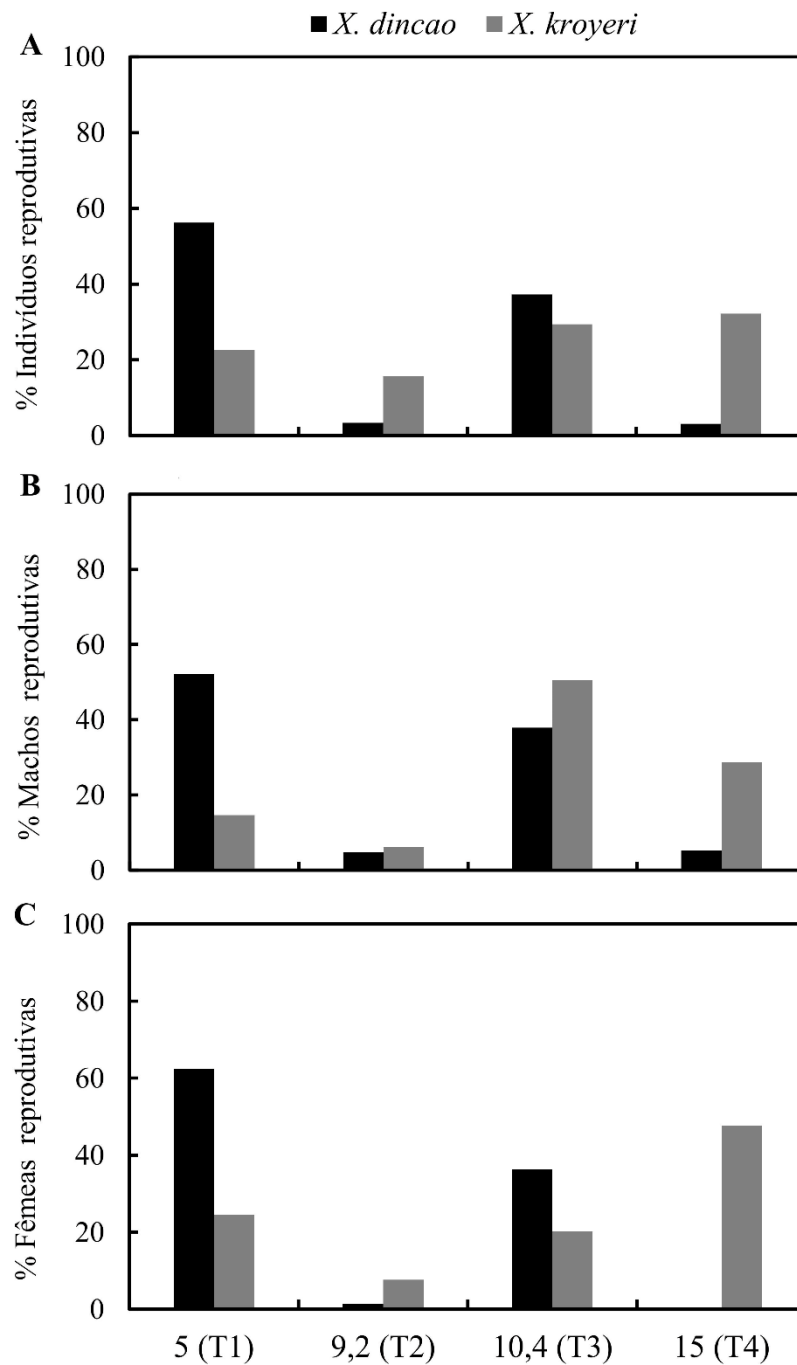


Figura 16. Porcentagem de indivíduos reprodutivos por transecto em relação a população adulta de *Xiphopenaeus dincao* Carvalho-Batista, Terossi, Zara, Mantelatto, Costa, 2020 e *X. kroyeri* (Heller, 1862) [A] machos e [B] fêmeas, amostrados de jul/21 a jun/22 na Baía de Ubatuba, São Paulo.

A abundância das fêmeas reprodutivas de *X. dincao* foi correlacionada positivamente com a temperatura da água de fundo dois meses após o tempo zero (Time Series, $p < 0,05$) (Figura 17A). Enquanto as fêmeas de *X. kroyeri*, correlacionaram-se negativamente com a granulometria do sedimento no tempo zero (Time Series, $p < 0,05$) (Figura 17B).

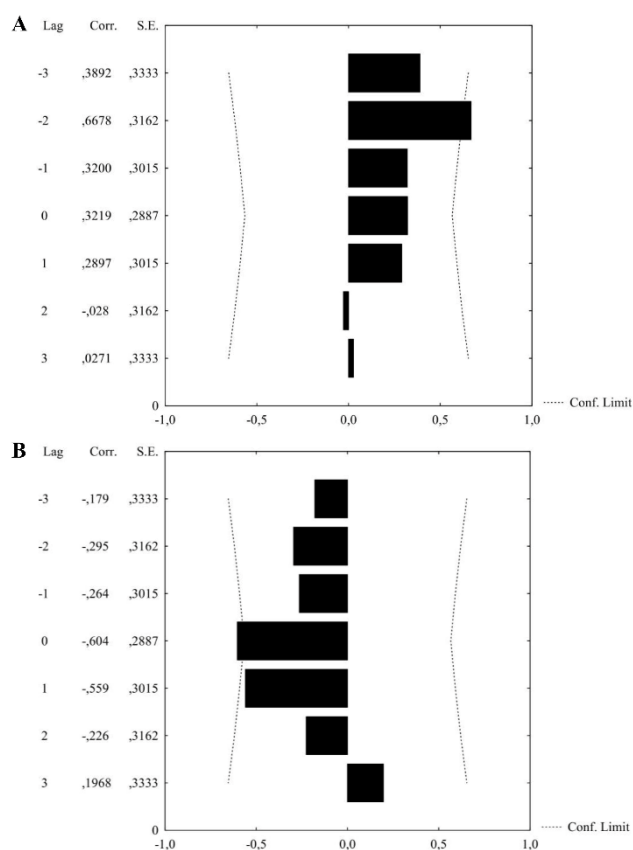


Figura 17. Análise de séries temporais [A] abundância de fêmeas reprodutivas de *X. dincao* e temperatura da água de fundo; [B] abundância de fêmeas reprodutivas de *X. kroyeri* e Phi amostrados de jul/21 a jun/22 na Baía de Ubatuba, São Paulo. Lag: tempo; Corr: valor da correlação; S.E.: erro padrão; Conf. Limit: limites de confiança.

3.6 Razão Sexual

A razão sexual de *X. dincao* foi desviada para os machos durante todo o período avaliado, diferindo significativamente nos meses de setembro, fevereiro, março e abril (Teste Binomial, $p < 0,05$; Figura 18A). Apenas nos meses de junho e julho o número de fêmeas foi significativamente maior (Teste Binomial, $p < 0,05$). Houve um desvio para

os machos de *X. dincao* nas menores classes, diferindo significativamente nas classes 14,5]15,5; 15,5]16,5; 17,5]18,5 e 19,5]20,5 mm (Teste Binomial, $p < 0,05$; Figura 18B). A partir da classe de tamanho 20,5]21,5 mm, a razão sexual apresentou um desvio para as fêmeas. As fêmeas de *X. dincao* corresponderam as maiores classes de tamanho com desvios significativos detectados da classe 22,5]23,5 a 29,5]30,5 mm (Teste Binomial, $p < 0,05$).

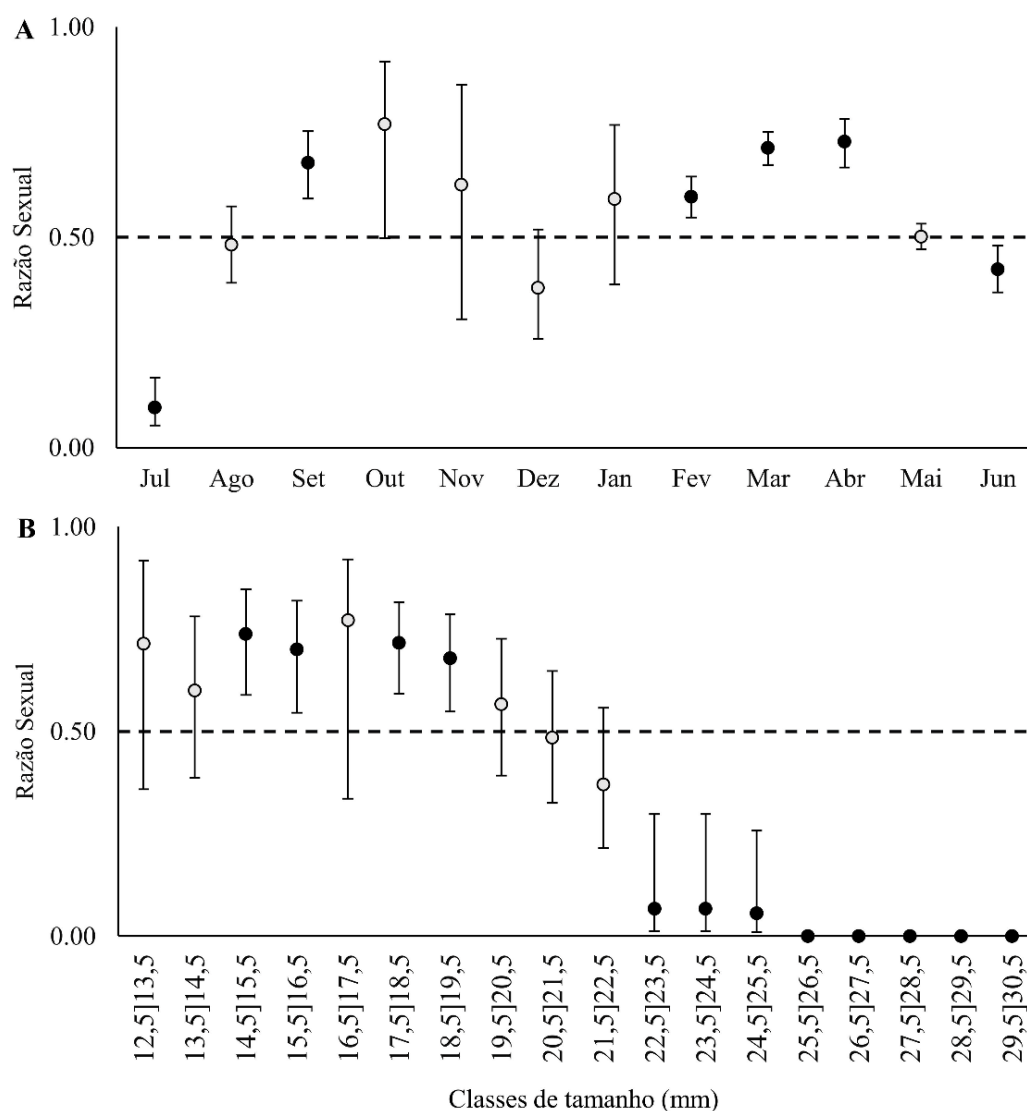


Figura 18. Razão sexual de machos e fêmeas de *Xiphopenaeus dincao* Carvalho-Batista, Terossi, Zara, Mantelatto, Costa, 2020 por mês [A] e classes de tamanho [B], amostrados de jul/21 a jun/22 na Baía de Ubatuba, São Paulo. Os círculos pretos indicam diferença estatística significativa (Testes binomial, $p < 0,05$), acima da linha tracejada indica nível de significância para os machos e abaixo para as fêmeas.

A razão sexual geral de *X. kroyeri* também foi desviada para os machos durante o período de estudo, diferindo significativamente de julho a novembro, março e junho (Teste Binomial, $p < 0,05$; Figura 19A). Os machos foram significativamente mais abundantes nas menores classes de tamanho, entre 14,5]15,5 a 18,5]19,5 (Figura 19B). A razão sexual foi significativamente desviada para as fêmeas nas maiores classes, entre 21,5]22,5 a 32,5]33,5 mm, exceto em 22,5]23,5 mm (Teste Binomial, $p < 0,05$).

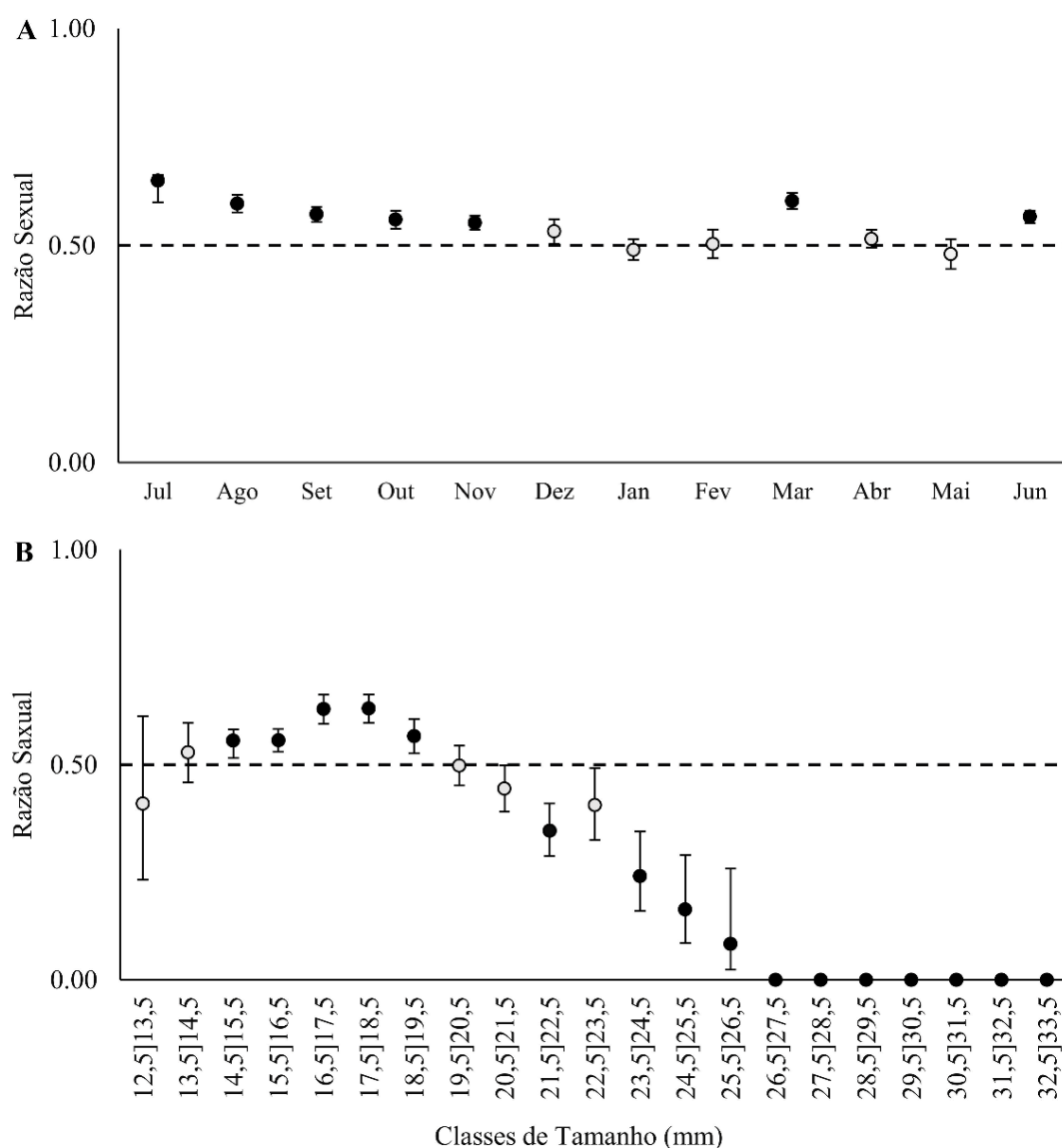


Figura 19. Razão sexual de machos e fêmeas de *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) por mês [A] e classes de tamanho [B], amostrados de jul/21 a ju/22 na Baía de Ubatuba, São Paulo. Os círculos pretos indicam diferença estatística significativa (Testes binomial, $p < 0,05$), acima da linha tracejada indica nível de significância para os machos e abaixo para as fêmeas.

3.7 Estrutura das populações

O comprimento médio geral da carapaça (CC mm) de *X. dincao* apresentou variação de 12,0 a 30,0 mm ($18,2 \pm 3,7$ mm), enquanto *X. kroyeri* alcançou tamanhos maiores entre 13,1 a 33,2 mm ($18,0 \pm 2,7$ mm; Tabela 6). Não houve diferença significativa no tamanho médio entre as espécies (Mann-Whitney, $Z = 0,49$, $p = 0,61$).

O tamanho médio dos machos diferiu significativamente entre as duas espécies (Mann-Whitney, $Z = -6,06$, $p < 0,05$) com os machos de *X. dincao* apresentando tamanho médio menor em relação aos machos de *X. kroyeri* ($16,7 \pm 2,0$ mm; $17,7 \pm 2,1$ mm, respectivamente). Em relação as fêmeas, o tamanho médio foi significativamente diferente entre as espécies (Mann-Whitney, $Z = 5,44$, $p < 0,05$), com as fêmeas de *X. dincao* apresentando tamanho médio maior em relação as fêmeas de *X. kroyeri* ($20,0 \pm 4,1$ mm; $18,6 \pm 3,0$ mm, respectivamente), embora a última espécie citada tenha alcançado uma amplitude maior de tamanho (Tabela 6)

Tabela 6. Valores médios, mínimos e máximos do tamanho da carapaça (CC mm), D.P.= desvio padrão de *X. dincao* e *X. kroyeri* da Baía de Ubatuba durante o período de jul/21 a jun/22.

Espécie		Média CC (mm)	D.P.	Mín. - Máx.
<i>X. dincao</i>	Geral	18,2	3,7	12,0 - 30,0
	Macho	16,7	2,0	12,8 - 23,7
	Fêmea	20,0	4,1	12,0 - 30,0
<i>X. kroyeri</i>	Geral	18,0	2,7	13,1 - 33,2
	Macho	17,7	2,1	13,4 - 25,8
	Fêmea	18,6	3,0	13,1 - 33,2

Fêmeas de *X. dincao* foram significativamente maiores que os machos (Mann-Whitney, $Z = 8,78$, $p < 0,05$), cujo comprimento da carapaça (CC mm) variou de 12,0 a 30,0 mm ($20,0 \pm 4,1$ mm). Os machos variaram de 12,8 a 23,7 mm ($16,7 \pm 2,2$ mm; Tabela 5). Ambos os sexos foram mais abundantes nas classes de tamanho de 15,5]16,5 mm a

17,5]18,5. As fêmeas foram detectadas até a classe de tamanho de 27,5]28,5 mm, ao passo que os machos não ocorreram nessas classes (Figura 20A).

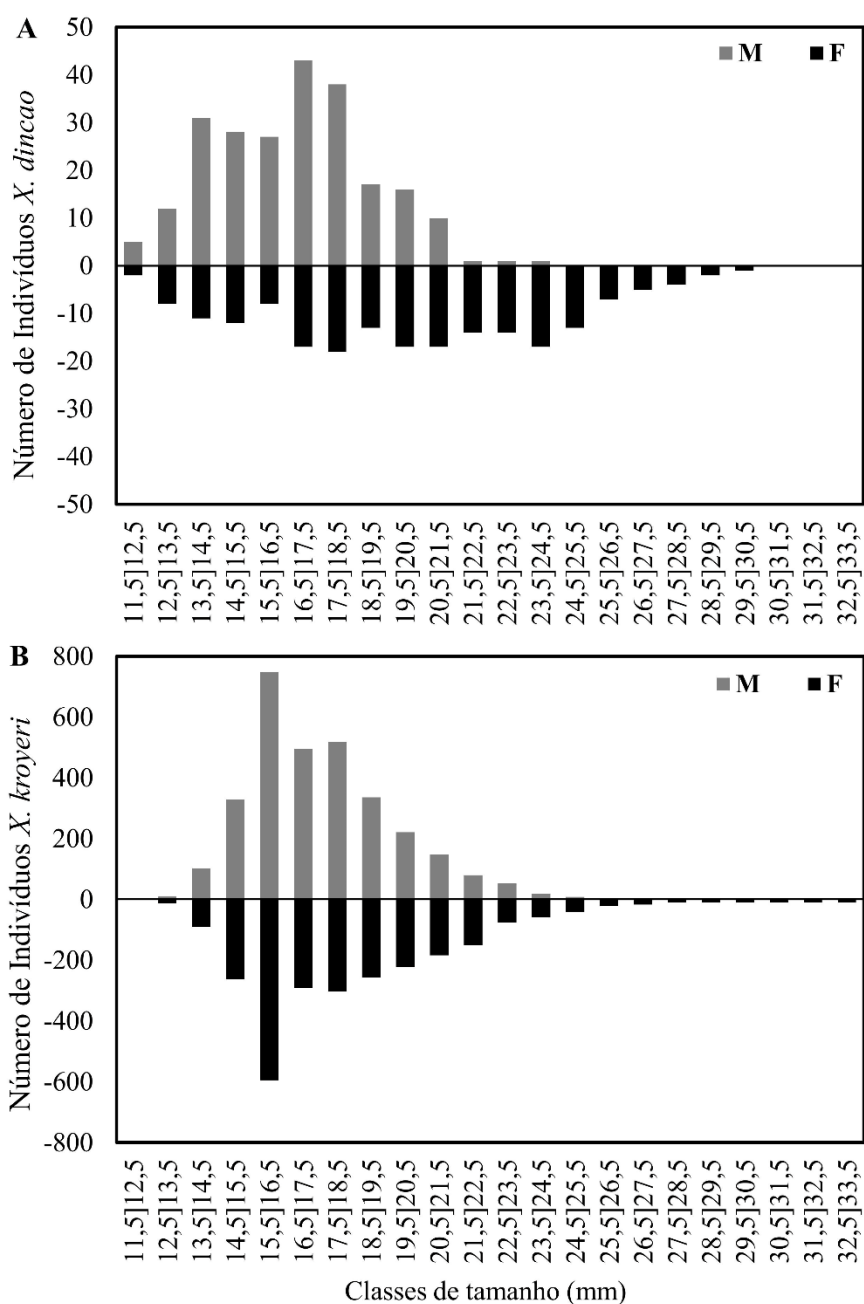


Figura 20. Distribuição da frequência em classes de tamanho de machos e fêmeas de [A] *Xiphopenaeus dincao* e [B] *X. kroyeri* amostrados de jul/21 a jun/22 na Baía de Ubatuba, São Paulo.

Fêmeas de *X. kroyeri* também apresentaram tamanhos significativamente maiores que os machos (Mann-Whitney, $Z = 8,54$, $p < 0,05$), com o comprimento da carapaça (CC

mm) variando de 13,1 a 33,2 ($18,6 \pm 3,0$). Os machos apresentaram variação de 13,4 a 25,8 mm ($17,68 \pm 2,14$) (Tabela 5), sendo mais abundantes nas classes de tamanho de 16,5]17,5 a 17,5]18,5 e ausentes a partir da classe 24,5]25,5. Em todas as classes de tamanho houve fêmeas, incluindo as maiores amplitudes, as quais foram mais abundantes na classe de tamanho 17,5]18,5 (Figura 20B).

4. Discussão

4.1 Abundância e distribuição das populações

Este estudo trouxe as primeiras informações ecológicas e a respeito da biologia populacional de duas espécies simpátricas de camarão sete-barbas, *X. dincao* e *X. kroyeri*, após a identificação do complexo *Xiphopenaeus* spp. Os resultados indicaram diferenciação temporal no pico de abundância entre as espécies. Estudos anteriores no sudeste brasileiro abrangendo *X. kroyeri sensu lato*, relataram a existência de dois picos de abundância ao longo do ano (Costa *et al.*, 2007; Simões *et al.*, 2010; Heckler *et al.*, 2013b; Kolling *et al.*, 2019; Bernardes *et al.*, 2022). Tais picos, provavelmente, correspondem ao pico principal de cada uma das espécies avaliadas no presente estudo.

A maior CPUE_n de *X. dincao* ocorreu durante o outono e de *X. kroyeri* no inverno. A evidência de segregação sazonal entre as espécies, explica a relação positiva que a CPUE_n de *X. dincao* apresentou com a temperatura e negativa com a salinidade na área de estudo. No outono foi registrado o menor valor de salinidade e o segundo maior valor de temperatura. Inversamente, a CPUE_n de *X. kroyeri* apresentou relação positiva com a salinidade e negativa com a temperatura. O inverno foi a estação com o maior valor de salinidade e o segundo menor valor de temperatura. Além disso, as maiores capturas de *Xiphopenaeus* spp. já foram registradas nessas estações, em temperatura acima de 21°C e de salinidade próximos a 35 (Costa *et al.*, 2007; Castilho *et al.*, 2008; Simões *et al.*, 2010; Bernardes *et al.*, 2022). Esses valores são similares aos encontrados no presente estudo.

Reduções acentuadas na abundância de *X. dincao* foram registradas na primavera e verão e de *X. kroyeri* no verão. Quedas no número de indivíduos de *Xiphopenaeus* spp. nessas estações já foram reportados em Ubatuba, coincidindo com a entrada da massa de água ACAS, a qual transporta águas mais frias na camada inferior sobre a plataforma continental, atingindo a área costeira com temperatura e salinidade abaixo de 20°C e 35,

respectivamente (Castilho *et al.* 2008; Castilho *et al.*, 2012; Heckler *et al.*, 2014a, Heckler *et al.*, 2014b). Contudo, as variáveis ambientais demonstraram que a intrusão da ACAS ocorreu com pouca intensidade no período avaliado. Assim, é importante salientar que após o período de defeso há uma intensa atividade pesqueira (a partir de julho), que pode estar associada a essas flutuações nas populações.

Os maiores valores de precipitação foram registrados no verão, corroborando o esperado para a região de Ubatuba (Pezzoli *et al.*, 2013). Ambas as espécies apresentaram relação negativa com a pluviosidade, uma vez que as estações de maior captura de indivíduos coincidiram com menores volumes de chuva. O ciclo de vida de *Xiphopenaeus* spp. ocorre inteiramente na costa de Ubatuba e em salinidades elevadas (Costa *et al.*, 2007). Esse cenário é diferente de outras espécies de peneídeos, como *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967), onde parte do seu ciclo de vida ocorre nos estuários e o volume de chuvas impacta positivamente na abundância de indivíduos juvenis na Baía (Perroca *et al.* 2022).

Foram registrados, majoritariamente, sedimentos finos (areia muito fina; silte e argila) ao longo das estações e transectos. Ambas as espécies demonstraram correlação positiva com Phi. Diversos trabalhos demonstraram efeito positivo do aumento do Phi sobre abundância de *Xiphopenaeus* spp. (Costa *et al.*, 2007; Almeida *et al.*, 2012; Miazaki *et al.*, 2016; Bernardes *et al.*, 2022). Sedimento mais finos facilitam a escavação em relação a sedimentos de maior granulometria, ocasionando um menor gasto energético durante a sua movimentação (Dall *et al.*, 1990; Freire *et al.*, 2011).

A CPUE_n de *X. kroyeri* apresentou relação negativa com a quantidade de matéria orgânica do sedimento, entretanto para *X. dincao*, essa variável não foi explicativa, sendo ausente no resultado de sua modelagem ecológica. Estudos abrangendo *X. kroyeri sensu lato*, apresentaram resultados semelhantes, nos quais os autores mencionaram que a

matéria orgânica pode não ser um fator fundamental para o estabelecimento dos indivíduos em um determinado local (Nakagaki e Negreiros-Fransozo, 1998; Costa *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2015). Embora substratos marinhos com altos níveis de silte e argila normalmente sejam relacionados a teores elevados de matéria orgânica (Castilho *et al.*, 2008), nossos resultados não corroboraram essa premissa.

A região de Ubatuba vem sofrendo um processo de sedimentação e diminuição da heterogeneidade do sedimento ao longo dos anos (Sousa *et al.*, 2020; Bernardes *et al.*, 2020; Bernardes *et al.*, 2022). Esse cenário é atribuído a atividades antrópicas, como a acelerada urbanização e o impacto das redes de arrasto sobre o substrato marinho (Burone e Pires-Vanin, 2006; Mantelatto *et al.*, 2016). Além disso, a hidrodinâmica e o aumento da vazão dos rios, também atuam na redistribuição do sedimento na plataforma continental (Mahiques *et al.*, 2010). Portanto, a quantidade de matéria orgânica pode ser independente aos teores de silte e argila presentes no sedimento, visto que esta pode ser proveniente de detritos biogênicos e da produção primária, sofrendo um aporte diferencial na Baía (Mantelatto *et al.* 2016). Sendo assim, o padrão sazonal de abundância das espécies e a baixa variação de O.M. encontrada ao longo das estações, podem explicar a ausência de relação significativa com a abundância de *X. dincao*, além do efeito negativo sobre *X. kroyeri*, uma vez que a última espécie citada está presente em locais que os teores de O.M. são mais baixos.

Apesar do presente estudo demonstrar que as espécies podem possuir diferentes limites de tolerância aos gradientes ambientais, esse não parece ser o fator central para a diferenciação temporal de abundância entre as populações. Partindo do princípio que os parâmetros ambientais atuam em conjunto e não isoladamente (Macneil e Dick 2014), o efeito das variáveis ambientais sobre as espécies pode ser uma condição adaptativa por

consequência das pressões competitivas por recursos (*i.e.* hábitat, abrigo ou alimento) (Brönmark e Malmqvist, 1982; Franke *et al.*, 2007; Bermann *et al.*, 2018).

Espécies que possuem sobreposição espacial em ampla escala geográfica, dependem de uma segregação parcial em menor escala (Schoener, 1986). Essa premissa refletiu nos nossos resultados. Os modelos espaciais demonstraram que *X. dincao* ocorreu, principalmente nos 5 metros de profundidade. A ocorrência de *Xiphopenaeus* sp. 2 (*X. dincao*) foi previamente registrada em estuários e regiões costeiras até 10 metros, ao longo da costa norte do Atlântico da América do Sul por Kerkhove *et al.* (2019). Contudo, não há registro de *Xiphopenaeus* spp. em estuários na região de Ubatuba, dado o pequeno porte desses estuários quando comparados aos do norte da América do Sul, tornando-os sujeitos a mudanças bruscas de salinidade (Costa *et al.*, 2007; Perroca *et al.*, 2022). Ainda assim, a maior abundância de *X. dincao* ocorre em menores profundidades, especificamente em áreas adjacentes aos estuários. Em contrapartida, *X. kroyeri* foi registrado em toda a Baía, porém em maior abundância nas profundidades de 10,2 a 15 metros. Em estudos anteriores, foram registrados indivíduos de *Xiphopenaeus* spp. até 30 metros de profundidade (Castilho *et al.*, 2015; Heckler *et al.*, 2013b). Considerando a segregação espacial entre as espécies, os indivíduos coletados nessas profundidades provavelmente eram *X. kroyeri*.

O padrão de distribuição batimétrico demonstrou que *X. kroyeri* é uma espécie generalista, visto que ocupa uma maior variedade de habitats e possui maior densidade populacional. Experimentos avaliando a aptidão competitiva em outras espécies de crustáceos, demonstraram que uma espécie generalista possui vantagem competitiva ao deslocar seu competidor para habitats mais restritos (Baumart *et al.*, 2015; Bermann *et al.*, 2018). Isso pode explicar a ocorrência de *X. dincao*, principalmente, em um hábitat mais especializado e a sua menor densidade populacional. Sendo assim, as diferentes

estratégias na utilização e seleção de hábitat pelas espécies, possibilitam a partição de hábitat e consequentemente, reduzem a competição interespecífica (Silva *et al.*, 2020; Borza *et al.*, 2021).

Interações que permitem o compartilhamento de hábitat já foram identificados em outras espécies de camarões peneídeos, como *F. brasilienses* e *F. paulensis* (Costa *et al.*, 2008), *F. subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) e *L. schmitti* (Burkenroad, 1936) (Santos *et al.*, 2020), *F. aztecus* (Ives 1891), *F. duorarum* (Burkenroad, 1939) e *L. setiferus* (Linnaeus, 1767) (Torres *et al.*, 2020). Dessa forma, tanto a segregação temporal e a partição de hábitat entre as espécies ocorrentes na região de Ubatuba, são fundamentais para a estabilidade da coexistência das populações (Franke *et al.*, 2007; Torres *et al.*, 2020).

4.2 Biologia reprodutiva

Os resultados demonstraram que *X. kroyeri* possui reprodução contínua, no qual a abundância das fêmeas com gônadas desenvolvidas não diferiu significativamente entre os meses. Apesar da abundância das fêmeas de *X. dincao* também não apresentar diferença significativa entre os meses, foi observado um período reprodutivo com tendência de sazonalidade, devido ao pico numericamente expressivo no outono. Estudos anteriores realizados na Baía de Ubatuba apresentaram resultados semelhantes, com uma reprodução contínua e picos reprodutivos coincidindo com a mesma época (fevereiro a junho) (Costa *et al.* 2007; Almeida *et al.*, 2012; Heckler *et al.* 2013b; Castilho *et al.* 2015). Provavelmente, essas variações encontradas nos picos de abundância correspondem a flutuações das fêmeas reprodutivas das duas espécies avaliadas.

O aumento da temperatura no verão pode ter contribuído para a maturação das gônadas das fêmeas de *X. dincao* até atingirem seu pico reprodutivo no outono, uma vez que a espécie apresentou correlação positiva com a temperatura após dois meses do seu aumento (Log, -2). Miazaki (2021a) também registrou uma maior abundância de fêmeas

reprodutivas de *X. dincao* durante o outono e levantou a hipótese sobre a tendência de sazonalidade para a espécie, que pode ser reforçada com os presentes resultados. Além disso, valores de temperatura mais altos modulam positivamente a maturação das fêmeas (Castilho *et al.* 2008; Heckler *et al.* 2013a).

A distribuição das fêmeas com gônadas desenvolvidas de *X. dincao* concentrou-se na profundidade de 5 e 10,2 metros, sem ocorrência de fêmeas no transecto de 15 metros. Em contrapartida, as fêmeas reprodutivas de *X. kroyeri* foram registradas em maior abundância nos 15 metros, além de ocorrerem em todas as profundidades avaliadas. A profundidade de 9,2 metros registrou a menor abundância de indivíduos reprodutivos de ambas as espécies, uma vez que apresentou o menor valor de phi e consequentemente, sedimentos mais grossos. Tal granulometria dificulta o estabelecimento dos camarões do gênero *Xiphopenaeus*, visto que são associados a altos valores de Phi (areia muito fina + silte e argila) devido ao comportamento de enterrar-se (Costa *et al.*, 2007; Castilho *et al.*, 2015). Em contraste, a abundância das fêmeas reprodutivas de *X. kroyeri* diminuiu nos maiores valores de Phi (Log, 0). Possivelmente, essa correlação ocorreu devido a partição de hábitat entre as espécies, já que no transecto com o maior valor de phi ocorreu a maior abundância de fêmeas de *X. dincao*. Assim, as fêmeas de *X. kroyeri* foram registradas em maior abundância no transecto com o segundo menor valor de phi. Durante esse estágio crítico da vida dos peneídeos, a segregação espacial é uma importante estratégia para reduzir a competição (Macia, 2004).

A abundância dos machos reprodutivos de *X. dincao* seguiu o mesmo padrão das fêmeas no período avaliado. Enquanto, os machos de *X. kroyeri* seguiu a tendência de sazonalidade da espécie, apresentando um pico reprodutivo no inverno. Em espécies de télico fechado, é comum os machos atingirem a maturidade gonadal antes que as fêmeas, uma vez que a cópula ocorre com a fêmea rudimentar e o desenvolvimento das gônadas

se inicia após a inseminação (Dall *et al.*, 1990; Bauer, 1991). Além disso, os machos necessitam de um menor custo energético para a produção de espermatozoides, quando comparado a produção de oócitos pelas fêmeas (Dall *et al.*, 1990; Reis *et al.*, 2019).

4.3 Razão sexual e estrutura populacional

A razão sexual de *X. dincao* demonstrou uma maior variação ao longo do ano, porém, assim como *X. kroyeri*, foi significativamente desviada a favor dos machos na maioria dos meses, corroborando resultados já existentes para *Xiphopenaeus* spp. (Lopes *et al.*, 2010, Reis *et al.*, 2019). Entretanto, outros trabalhos demonstraram razão sexual enviesada para as fêmeas (Heckler *et al.*, 2013a, 2013b; Grabowski *et al.*, 2014; Lopes *et al.*, 2014; Carvalho *et al.*, 2015). Alguns fatores relacionados à dinâmica populacional podem interferir na amostragem dos indivíduos e consequentemente, na razão sexual observada, como taxas de crescimento, longevidade maior para as fêmeas e mortalidade dos machos (Wenner, 1972; Miazaki *et al.*, 2021b). Além disso, estudos anteriores relataram a ocorrência de uma migração diferencial das fêmeas de *Xiphopenaeus* spp. durante o período de desova, em profundidades superiores do que as analisadas no presente estudo (Castro *et al.*, 2005; Heckler *et al.*, 2013b). É possível que a razão sexual significativa para os machos também possa ser atribuída à falta de amostragem de fêmeas em profundidades maiores que 15 metros.

Comumente as fêmeas de camarões peneídeos apresentam maior tamanho corporal em relação aos machos, como já reportado para *Xiphopenaeus* spp. (Miazaki *et al.*, 2021), *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888 (Carvalho-Batista *et al.*, 2019a), *Farfantepenaeus* spp. (Leite & Petrere, 2006) e *Pleoticus muelleri* (Spence Bate, 1888) (Sancinetti *et al.*, 2019). Os estudos mencionados afirmam que esse dimorfismo sexual é uma estratégia reprodutiva desse grupo, visto que quanto maior o cefalotórax das fêmeas,

maior a produção de oócitos. O mesmo cenário foi observado nos resultados, no qual as fêmeas de ambas as espécies foram mais abundantes do que os machos nas maiores classes de tamanho, além de apresentarem um tamanho significativamente maior.

Não houve diferença significativa no tamanho entre as espécies de camarão sete-barbas. Apesar das fêmeas de *X. kroyeri* alcançarem classes de tamanhos maiores, as fêmeas de *X. dincao* apresentaram tamanho médio maior. Provavelmente isso se deu pela obtenção de uma maior quantidade de fêmeas de *X. kroyeri* nas menores classes de tamanho, tendenciando a média de tamanho para menos. Tamanhos maiores já foram registrados para fêmeas de *X. kroyeri* em comparação a *X. dincao* e foram associados a diferentes taxas de fecundidade (Miazaki, 2021a). Os machos de *X. kroyeri* alcançaram tamanhos maiores que *X. dincao*, bem como uma média de tamanho maior. Em espécies simpátricas, o tamanho corporal diferencial pode atuar como um reflexo do nicho ecológico, visto que refletem o consumo alimentar e o gasto energético dos organismos (Peroni & Hernández, 2011).

4.4 Período de defeso

Discussões sobre a efetividade do defeso foram amplamente pautadas no período anterior ao vigente (01 de março a 31 de maio) e havia indícios que este beneficiava *X. kroyeri sensu lato*, ao proteger parcialmente sua reprodução e recrutamento (Miazaki *et al.*, 2016; Bernardes *et al.*, 2022). Considerando nossa avaliação dos indivíduos adultos de cada população, o período de defeso mencionado, protegeria o pico reprodutivo de *X. dincao* durante o outono, corroborando o proposto por Miazaki (2021a). No entanto, o atual período de defeso em 2023 (28 de janeiro a 30 de abril) abrange somente o início do pico reprodutivo. Para *X. dincao* é importante que o defeso proteja seu pico reprodutivo, ou o início dele, uma vez que sua densidade populacional é baixa. Embora

X. kroyeri não tenha um pico reprodutivo evidente, o defeso é fundamental para a recuperação da sua população, visto que sua abundância geral aumentou nos meses seguintes ao defeso.

Na perspectiva da distribuição espacial, a maior abundância de *X. dincao* até 5 metros de profundidade possibilita uma menor pressão pesqueira a espécie, uma vez que a pesca de arrasto não é permitida dentro desta área (SUDEPE N-54). Contudo, *X. kroyeri* se mantém exposta à pesca excessiva, pela sua distribuição ser predominante em regiões mais profundas, mesmo possuindo vantagem por ter uma maior densidade populacional.

5. Conclusão

Os resultados indicam que a abundância e a distribuição da população adulta de *X. dincao* e *X. kroyeri* são moduladas pelas pressões competitivas. A hipótese inicial de que as espécies possuem segregação temporal e espacial foi confirmada, demonstrando diferentes estratégias de utilização dos recursos afim de reduzir os níveis de concorrência. Além disso, as populações relacionaram-se de forma distinta com as variáveis ambientais, apresentando um padrão de sazonalidade.

O período reprodutivo demonstra ser diferencial para cada espécie, com ambas as espécies apresentando reprodução contínua, porém com *X. dincao* apresentando uma tendência sazonal. A partir desse conhecimento, o defeso se torna ainda mais essencial para manter a população dos indivíduos adultos e reprodutivos. Por fim, os dados gerados no presente estudo, analisando duas espécies de camarão sete-barbas separadamente, auxiliam no entendimento sobre a história de vida desses indivíduos altamente explorados pela atividade pesqueira.

Considerando o interesse econômico sobre as espécies, é importante ressaltar a realização de outros estudos como este ao longo do litoral brasileiro, seguindo as particularidades ambientais de cada região. Ademais, a caracterização futura dos

indivíduos juvenis e do período de recrutamento de cada espécie, são fundamentais para a elaboração de um período de defeso mais adequado para a conservação das populações a longo prazo.

6. Referências

ALMEIDA, A.C.; BAEZA, J.A.; FRANSOZO, V.; CASTILHO, A.L.; FRANSOZO, A. Reproductive biology and recruitment of *Xiphopenaeus kroyeri* in a marine protected area in the western atlantic: Implications for resource management. **Aquatic Biology**, v.17, n. 1, p. 57-69, 2012.

ÁVILA-DA-SILVA, A.O. Relatório Técnico Semestral PMAP-SP: janeiro a junho de 2022. **Relatórios Semestrais e Finais do PMAP-SP**. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.propesq.pesca.sp.gov.br/arquivos/pagina/1685689185_221125_RTS_PMAP-SP_1922_Rev_00.pdf. Acesso em 20 Mar 2023.

ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; CARNEIRO, M.H.; MENDONÇA, J.T.; BASTOS, G.C.; MIRANDA, L.V.; Ribeiro, W.R.; Santos, S. Produção pesqueira marinha e estuarina do estado de São Paulo: julho a setembro 2019. **Informe Pesqueiro de São Paulo**.www.propesq.pesca.sp.gov.br/arquivos/pagina/1601495743_InfoPesqSP111_InformePMAP1902.pdf. Acesso em 20 Mar 2023.

BANKS, R. & MACFADYEN, G. **Sustainability: A Blueprint for moving toward sustainable tropical shrimp trawl fisheries**. Commissioned report prepared by poseidon aquatic resource management LDT, EEUU Word Wildlife Fund, 2011.

BARTON, K. **MuMIn: multi-model inference**. R package version 1. 0. 0. <http://r-forge.r-project.org/projects/mumin/>, 2009.

BAUER, R.T. & LIN, J. Temporal patterns of reproduction and recruitment in populations of the penaeid shrimps *Trachypenaeus similis* (Smith) and *T. constrictus* (Stimpson) (Crustacea: Decapoda) from the Northcentral Gulf of Mexico. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.182, n. 2, p. 205-222, 1994.

BAUER, R.T. Phylogenetic trends in sperm transfer and storage complexity in decapod crustaceans. **Journal of Crustacean Biology**, v. 6, n. 3, p. 313-325, 1986.

BAUER, R.T. **Remarkable shrimps: adaptations and natural history of the carideans**. University of Oklahoma Press, p. 151-155, 2004.

BAUER, R.T. **Sperm Transfer and Storage Structures in Penaeoid Shrimps: A Functional and Phylogenetic Perspective**. Crustacean sexual biology, Columbia University Press, p. 183-207, 1991.

BAUMART, J.S.; DALOSTO, M.M.; GONÇALVES, A.S.; PALAORO, A.V.; SANTOS, S. How to deal with a bad neighbor? Strategies of sympatric freshwater decapods (Crustacea) for coexistence. **Hydrobiologia**, v. 762, n. 1, p. 29-39, 2015.

BERMANN, J.; BOOS, K.; GUTOW, L.; BOERSMA, M.; PERALTA, A.C. Combined effects of predator cues and competition define habitat choice and food consumption of amphipod mesograzers. **Oecologia**, v. 186, n. 3, p. 645-654, 2018.

BERNARDES, V.P.; DE OLIVEIRA MARQUES, A.; FRANSOZO, V.; COSTA, R.C.; TEIXEIRA, G.M.; FREIRE, F.A.M.; FRANSOZO, A. Spatio-temporal dynamics of the commercial seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) and physico-chemical parameters in a marine protected area: Changes in abundance and distribution after 20 years. **Regional Studies in Marine Science**, v. 52, 102241, 2022.

BERNARDES, V.P.; SOUSA, A.N.; BERNARDO, C.H.; TEIXEIRA, G.M.; COSTA, R.C.; MANTELATTO, F.L.; FRANSOZO, A. 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**, v. 41, n. 5, e12605, 2020.

BOCHINI, G.L.; STANSKI, G.; CASTILHO, A.L.; da COSTA, R. C. 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**, v. 31, 100799, 2019.

BOLTOVSKOY, D.; GIBBONS, M.; HUTCHINGS, L.; BINET, D. General biological features of the South Atlantic. **South Atlantic Zooplankton**, v. 1, p. 1–42, 1999.

BOOS, H.; COSTA, R.C.; SANTOS, R.A.F.; DIAS-NETO, J.; SEVERINO RODRIGUES, E.; RODRIGUES, L.F.; D'INCAO, F.; IVO, C.T.C.; COELHO, P.A. Avaliação dos Camarões Peneídeos (Decapoda: Penaeidae). **Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014**. Porto Alegre, RS, Sociedade Brasileira de Carcinologia - SBC, p. 300-317, 2016.

BORZA, P.; ARBAČIAUSKAS, K.; ZETTLER, M.L. Multidimensional niche differentiation might buffer invasion impacts: the case of oligohaline corophiids (Crustacea: Amphipoda) in the Baltic Sea. **Biological Invasions**, v. 23, n. 6, p. 1891-1900, 2021.

BRANDINI, F. Planctonologia na plataforma continental do Brasil: diagnose e revisão bibliográfica. CEMAR/MMA/CIRM/FEMAR, 1997.

BREHENY, P. & BURCHETT, W. Visualization of regression models using visreg. **The R Journal**, v. 9, n. 2, p. 56, 2017.

BRENNAN, P.L.R., PRUM, R.O., MC CRACKEN, K.G., SORENSON, M.D., WILSON, R.E., BIRKHEAD, T.R. Coevolution of male and female genital morphology in waterfowl. **PLoS One**, v. 2, n. 5, e418, 2007.

BRÖNMARK, C. & MALMQVIST, B. Resource partitioning between unionid mussels in a Swedish lake outlet. **Ecography**, v. 5, n. 4, p. 389-395, 1982.

BURNHAM, K.P. & ANDERSON, D.R. **Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach**. Springer, New York, NY. 2002.

CARVALHO, A.S.S.; MARTINELLI-LEMOES, J.M.; NEVIS, A.B.; ISAAC, V. Populational biology of three penaeidae shrimps (Decapoda) in the Curuçá Estuary on the northern coast of Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 41, p. 975-986, 2015.

CARVALHO-BATISTA, A.; PANTALEÃO, J.A.F.; CASTILHO, A.L.; COSTA, R.C. The Cabo Frio upwelling overrides geographical patterns in the population dynamics of the shrimp *Artemesia longinaris* Spence Bate, 1888 (Decapoda: Penaeidae). **Marine Ecology**, v. 40, n. 2, e12534, 2019a.

CARVALHO-BATISTA, A.; TEROSSI, M.; ZARA, F.J.; MANTELATTO, F.L.; COSTA, R.C. A multigene and morphological analysis expands the diversity of the seabod shrimp *Xiphopenaeus* Smith, 1869 (Decapoda: Penaeidae), with descriptions of two new species. **Scientific Reports**, 9:e15281, 2019b.

CASTILHO, A.L.; BAUER, R.T.; FREIRE, F.A.; FRANSOZO, V.; COSTA, R.C.; GRABOWSKI, R.C.; FRANSOZO, A. Lifespan and reproductive dynamics of the commercially important sea bob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Penaeoidea): synthesis of a 5-year study. **Journal of Crustacean Biology**, v. 35, n. 1, p. 30-40, 2015.

CASTILHO, A.L.; GAVIO, M.A.; COSTA, R.C.; BOSCHI, E.E.; BAUER, R.T.; FRANSOZO, A. Latitudinal variation in population structure and reproductive pattern of the endemic South American shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea). **Journal of Crustacean Biology**, v. 27, n. 4, p. 548–552, 2007.

CASTILHO, A.L.; FURLAN, M.; COSTA, R.C.; FRANSOZO, V. Reproductive biology of the rock shrimp *Sicyonia dorsalis* (Decapoda: Penaeoidea) from the southeastern coast of Brazil. **Invertebrate Reproduction and Development**, v.58, n. 1-2, p. 59-68, 2008a.

CASTILHO, A.L.; PIE, M.R.; FRANSOZO, A.; PINHEIRO, A.P.; COSTA, R.C. The relationship between environmental variation and species abundance in shrimp community (Crustacea: Decapoda: Penaeoidea) in south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 88, n. 1, p. 119-123, 2008b.

CASTRO, R.H.; COSTA, R.C.D.; FRANSOZO, A.; MANTELATTO, F.L. Population structure of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Penaeoidea) in the littoral of São Paulo, Brazil. **Scientia Marina**, v. 69, n.1, p. 105-112, 2005.

CASTRO-FILHO, B.M.D.; MIRANDA, L.B.D.; MIYAO, S.Y. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 35, n. 2, p. 135-151, 1987.

CASTRO-FILHO, B.M. & MIRANDA, L.B. Physical oceanography of the western atlantic continental shelf located between 4 graus N and 34 graus S: Coastal segment (4, W). **The Sea**, v. 1, p. 209–251, 1998.

COSTA, R.C. & FRANSOZO, A. A nursey ground for two tropical pink-shrimp *Penaeus* species: Ubatuba bay, northern coast of São Paulo, Brazil. **Nauplius**, v. 7, p. 73–81, 1999.

COSTA, R.C. & FRANSOZO, A. Reproductive biology of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Decapoda, Penaeidae) in the Ubatuba Region of Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, v. 24, n. 2, p. 274-281, 2004.

COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; CASTILHO, A.L.; FREIRE, F.A.M. Annual, seasonal and spatial variation of abundance of the shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea) in south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 85, n. 1, p. 107-112, 2005.

COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; FREIRE, F.A.; CASTILHO, A.L. 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**, v. 19, n. 1, p. 33-41, 2007.

COSTA, R.C.; LOPES, M.; CASTILHO, A.L.; FRANSOZO, A.; SIMÕES, S.M. Abundance and distribution of juvenile pink shrimps *Farfantepenaeus* spp. in a mangrove estuary and adjacent bay on the northern shore of São Paulo State, southeastern Brazil. **Invertebrate Reproduction & Development**, v. 52, n. 1-2, p. 51-58, 2008

DALL, W.; HILL, B.J.; ROTH LISBERG, P.C.; SHARPLES, D.J. **The biology of the Penaeidae**. Academic Press, London, 1990.

DIAS-NETO, J. & DIAS, J.D.F. **O uso da biodiversidade aquática no Brasil: uma avaliação com foco na pesca**. Brasília, IBAMA, p. 288, 2015.

DE GRAVE, S. & FRANSEN, C.H. Carideorum Catalogus: The Recent Species of the Dendrobranchiate, Stenopodidean, Procarididean and Caridean Shrimps (Crustacea: Decapoda). **Zoologische Mededelingen**, v. 85, 195-588, 2011.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture - SOFIA 2022. Towards Blue Transformation**. Rome, 2022.

FERNANDES, L.P.; KEUNECKE, K.A.; DI BENEDITTO, A.P.M. Analysis of mortality and exploitation of a stock of shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* in the Southwestern Atlantic Ocean. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v. 2, n. 1, p. 57-64, 2014.

FRANKE, H.D.; GUTOW, L.; JANKE, M. Flexible habitat selection and interactive habitat segregation in the marine congeners *Idotea baltica* and *Idotea emarginata* (Crustacea, Isopoda). **Marine Biology**, v. 150, n. 5, p. 929-939, 2007.

FREIRE, F.A.; LUCHIARI, A.C.; FRANSOZO, V. Environmental substrate selection and daily habitual activity in *Xiphopenaeus kroyeri* shrimp (Heller, 1862) (Crustacea: Penaeioidea), **Indian Journal of Geo-Marine Sciences**, v. 40, n. 3, p. 325-330, 2011.

GILLET, R. Global study of shrimp fisheries. **FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper**, v. 475, p. 25-29, 2008.

GRABOWSKI, R.C.; NEGREIROS-FRANSOZO, M.L.; CASTILHO, A.L. Reproductive ecology of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) in a coastal area of Southern Brazil. **Chinese Journal of Oceanology and Limnology**, v. 34, n. 1, p. 125-135, 2016.

GRABOWSKI, R.C.; SIMÕES, S.M.; CASTILHO, A.L. Population structure, sex ratio and growth of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Decapoda, Penaeidae) from coastal waters of southern Brazil. **Zookeys**, v. 457, p. 253-269, 2014.

GUSMÃO, J.; LAZOSKI, C.; MONTEIRO, F.A.; SOLÉ-CAVA, A.M. Cryptic species and population structuring of the Atlantic and Pacific seabob shrimp species, *Xiphopenaeus kroyeri* and *Xiphopenaeus riveti*. **Marine Biology**, v. 149, n. 3, p. 491-502, 2006.

HECKLER, G.S.; COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; ROSSO, S.; SHIMIZU, R.M. Longterm patterns of spatial and temporal distribution in the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Decapoda: Penaeidae) population in southeastern Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, v. 34, n. 3, p. 326-333, 2014a.

HECKLER, G.S.; LOPES, M.; SIMÕES, S.M.; SHIMIZU, R.M.; COSTA, R.C. Annual, seasonal and spatial abundance of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri*

(Decapoda, Penaeidae) off the Southeastern coast of Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, n. 3, p. 1337-1346, 2014b.

HECKLER, G.S.; SIMÕES, S.M.; LOPES, M.; ZARA, F.J.; COSTA, R.C. Biologia populacional e reprodutiva do camarão sete-barbas na Baía de Santos, São Paulo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 39, n. 3, p. 283-297, 2013a.

HECKLER, G.S.; SIMÕES, S.M.; SANTOS, A.P.F.; FRANZOZO, A.; COSTA, R.C. Population dynamics of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Dendrobranchiata, Penaeidae) in south-eastern Brazil. **African Journal of Marine Science**, v. 35, n. 1, p. 17-24, 2013b.

IBAMA. Instrução Normativa N°189. Diário Oficial da União, Brasil: Processo IBAMA/SC, 23 de setembro de 2008.

INAPESCA. Instituto Nacional De La Pesca. Dictamen Técnico: N° Oficio RJL/INAPESCA/DIPA/355/2022. Instituto Nacional de la Pesca, 2022.

KERKHOVE, T.R.; BOYEN, J.; DE BACKER, A.; MOL, J.H.; VOLCKAERT, F.A.; LELIAERT, F.; DE TROCH, M. Multilocus data reveal cryptic species in the Atlantic seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea: Decapoda). **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 127, n. 4, p. 847-862, 2019.

KOLLING, J.A., AVILA-DA-SILVA, A.O. & QUINTANILHA, J.A. Spatiotemporal evaluation of *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) abundance in a region of the Southwest Atlantic shelf. **Continental Shelf Research**, v. 177, p. 50-58, 2019.

LIRA, A.S.; LUCENA-FREDOU, F.; LE LOC'H, F. How the fishing effort control and environmental changes affect the sustainability of a tropical shrimp small scale fishery. **Fisheries Research**, v. 235, 105824, 2021.

LOPES D.F.C.; PEIXOTO S.R.M.; FRE´DOU F.L.; SILVA E.F.B. Population biology of seabob-shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) captured on the south coast of Pernambuco State, northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 62, p. 331-340, 2014.

LOPES, J.B.B.S.; VASQUES, R.O.'R.; GUIMARˆES, F.J.; CETRA, M.; COUTO, E.C.G. Propor˜o sexual do camar˜o sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* na costa de Ilhéus, Bahia, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36, n. 4, p. 251–262, 2010.

MACIA, A. Juvenile penaeid shrimp density, spatial distribution and size composition in four adjacent habitats within a mangrove-fringed bay on Inhaca Island, Mozambique. **Western Indian Ocean Journal of Marine Science**, v. 3, n. 2, p. 163-178, 2004.

MACNEIL, C. & DICK, J.T.A. Physicochemical tolerance, habitat use and predation are drivers of patterns of coexistence and exclusion among invasive and resident amphipods. **Freshwater Biology**, v. 59, n. 9, p. 1956-1969, 2014.

MANTELATTO, F.L. & FRANSOZO, A. Characterization of the physical and Chemical parameters of Ubatuba Bay, Northern Coast of São Paulo State, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, p. 23–31, 1999.

MIAZAKI, L.F. **Parâmetros reprodutivos e populacionais dos camarões sete-barbas *Xiphopenaeus* spp. (Decapoda: Penaeidae) na região sudeste do Brasil: uma abordagem interdisciplinar**. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo, 2021a.

MIAZAKI, L.F.; HECKLER, G.S.; SANTOS, A.P.F.; CASTILHO, A.L.; PESGINELLI, R.A.; COSTA, R.C. Growth parameters, longevity, and mortality of the

seabob shrimp *Xiphopenaeus* spp. (Decapoda: Penaeidae) in four important fishing regions of southeastern Brazil. **Fisheries Oceanography**, v. 30, n. 5, p. 499-514, 2021b.

MIAZAKI, L.F.; SANTOS, A.P.F.; SALVATI, D.D.S.; ALVES-COSTA, F.A.; COSTA, R.C. Temporal variations in biomass and size of seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda: Penaeoidea) on the southern coast of São Paulo state, Brazil. **Nauplius**, v. 24, e2016025, 2016.

NAKAGAKI, J.M. & NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. Population biology of *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller 1862) (Decapoda: Penaeidae) from Ubatuba Bay, São Paulo Brazil. **Journal of Shellfish Research**, v. 17, p. 931–935, 1998.

NEGREIROS-FRANSOZO, M.L.; FRANSOZO, A.; PINHEIRO, M.A.; MANTELATTO, F.L.; SANTOS, S. Caracterização física e química da Enseada de Fortaleza, Ubatuba, SP. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 21, n. 2, p. 114-120, 1991.

OYINLOLA, M.A.; REYGONDEAU, G.; WABNITZ, C.C.C.; TROELL, M.; CHEUNG, W.W.L. Global estimation of areas with suitable environmental conditions for mariculture species. **PLoS One**, v. 13, n. 1, e0191086, 2018.

PERONI, H. & NIVALDO, M.I.M. **Ecologia de populações e comunidades**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis: CCB/EAD/UFSC, 2011.

PERROCA, J.F.; RODRIGUES FILHO, J.L.; FRANSOZO, A.; COSTA, R.C. Variations in pink-shrimps *Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis* juvenile abundance: clarifying ecological patterns and providing subsidies to management in shallow marine ecosystems. **Fisheries Research**, v. 256, 106482, 2022.

PEZZOLI, A.; CARTACHO, D.L.; ARASAKI, E.; ALFREDINI, P.; SAKAI, R.O. Extreme events assessment methodology coupling rainfall and tidal levels in the

coastal flood plain of the São Paulo North Coast (Brazil) for engineering projects purposes. **Journal of Climatology & Weather Forecasting**, v. 1, n. 103, p. 2, 2013.

REIS, J.; FREIRE, K.; DA ROSA, L.; BARRETO, T.; PAULY, D. Population dynamics of Atlantic seabob *Xiphopenaeus kroyeri* (Decapoda: Penaeidae) off the state of Sergipe, north-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 99, n. 1, p. 143-153, 2019.

RICHARDSON, S.A.; WOODS, P.J.; JÓNSDÓTTIR, I.G. Sustainable Management of Guyana's Seabob (*Xiphopenaeus kroyeri*) Trawl Fishery, 2018.

SANCINETTI, G.S.; CASTILHO, A.L.; WOLF, M.R.; COSTA, R.C.; AZEVEDO, A.; FRANSOZO, A. Population dynamics of shrimp *Pleoticus muelleri* in an upwelling region and new implications for latitudinal gradient theories. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 99, n. 8, p. 1807-1815, 2019.

SANTOS, R.C.; PERROCA, J.F.; COSTA, R.C.; HIROSE, G.L. Population dynamics of *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) and *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Decapoda: Penaeidae) and evidence of habitat partitioning in the northeast of Brazil. **Regional Studies in Marine Science**, v. 35:e101218, 2020.

SAP/MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Portaria nº 656, 30 Mar 2022.

SCHOENER, T.W. **Resource partitioning**. Em: Kikkawa, J.; Anderson, D.J. Community ecology: pattern and process. Blackwell, Oxford, p. 91-126, 1986.

SILVA, E.P.; BORBA, G.C.; MAGALHÃES, C.; ZUANON, J.; MAGNUSSON, W.E. Habitat segregation among freshwater shrimp species in an Amazonian rainforest stream system. **Freshwater Biology**, v. 65, n. 4, p. 674-687, 2020.

SILVA, E.R.; SANCINETTI, G.S.; FRANSOZO, A.; AZEVEDO, A.; COSTA, R.C. Abundance and spatial-temporal distribution of the shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Decapoda: Penaeidae): an exploited species in southeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 76, n. 3, p. 764-773, 2016.

SILVA, E.R.D.; SANCINETTI, G.S.; FRANSOZO, A.; AZEVEDO, A.; COSTA, R.C. Reproduction and recruitment of the seabob shrimp: a threatened exploitation species in southeastern of Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 41, n. 1, p. 157-172, 2015.

SILVA, S.L.R.; SANTOS, R.D.C.; COSTA, R.C.; HIROSE, G.L. Growth and population structure of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Decapoda: Penaeidae) on the continental shelf of Sergipe, Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 99, n. 1, p. 81-92, 2019.

SIMÕES, S.M.; COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; CASTILHO, A.L. Diel variation in abundance and size of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea, Penaeoidea) in the Ubatuba region, Southeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 82, p. 369-378, 2010.

STURGES, H.A. The choice of a class interval. **Journal of the american statistical association**, v. 2, n. 153, p. 65-66, 1926.

SUGIURA, N. Further analysts of the data by akaike's information criterion and the finite corrections: Further analysts of the data by akaike's. **Communications in Statistics-theory and Methods**, v. 7, n. 1, p. 13-26, 1978.

SUGUIO, K. **Introdução a Sedimentologia**. São Paulo, Edgard Blucher, Ed. Da Universidade de São Paulo, 1973.

TAVARES, C. & GUSMÃO, J. Description of a new Penaeidae (Decapoda: Dendrobranchiata) species, *Farfantepenaeus isabelae* sp. nov. **Zootaxa**, v. 4171, n. 3, p. 505–516, 2016.

TEODORO, S.S.; TEROSSI, M.; MANTELATTO, F.L.; COSTA, R.C. Discordance in the identification of juvenile pink shrimp (*Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis*: Family Penaeidae): An integrative approach using morphology, morphometry and barcoding. **Fisheries Research**, v. 183, p. 244-253, 2016.

TORRES, J.R.; SÁNCHEZ, A.J.; BARBA, E. Spatial and temporal habitat use by penaeid shrimp (Decapoda: Penaeidae) in a coastal lagoon of the southwestern Gulf of Mexico. **Regional Studies in Marine Science**, v. 34, 101052, 2020.

TUCKER, M. **Techniques in sedimentology**. Blackwell Scientific Publications, Boston, 1988.

VIOLLE, C.; NEMERGUT, D.R.; PU, Z.; JIANG, L. Phylogenetic limiting similarity and competitive exclusion. **Ecology letters**, v. 14, n. 8, p. 782-787, 2011.

WENNER, A.M. Sex-ratio as a function of size in marine Crustacea. **The American Naturalist**, v. 106, n. 949, p. 321–350, 1972.

WENTWORTH, C.K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. **The Journal of Geology**, v. 30, n. 5, p. 377-392, 1922.

WICKHAM, H. **ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis**. Springer-Verlag New York, p. 189-201, 2016.

WILLEMS, T.; DE BACKER, A.; YOU, K.W.T.; VINCX, M.; HOSTENS, K. Spatio-temporal distribution patterns of the epibenthic community in the coastal waters of Suriname. **Continental Shelf Research**, v. 108, p. 25-40, 2015.

WOOD, S.N. **Generalized Additive Models: An Introduction with R.** Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, Florida, 2017.

ZUUR, A.F.; IENO, E.N.; WALKER, N.J.; SAVELIEV, A.A.; SMITH, G.M. **Mixed effects models and extensions in ecology with R.** Springer, New York: v. 574, 2009.

7. Material Suplementar

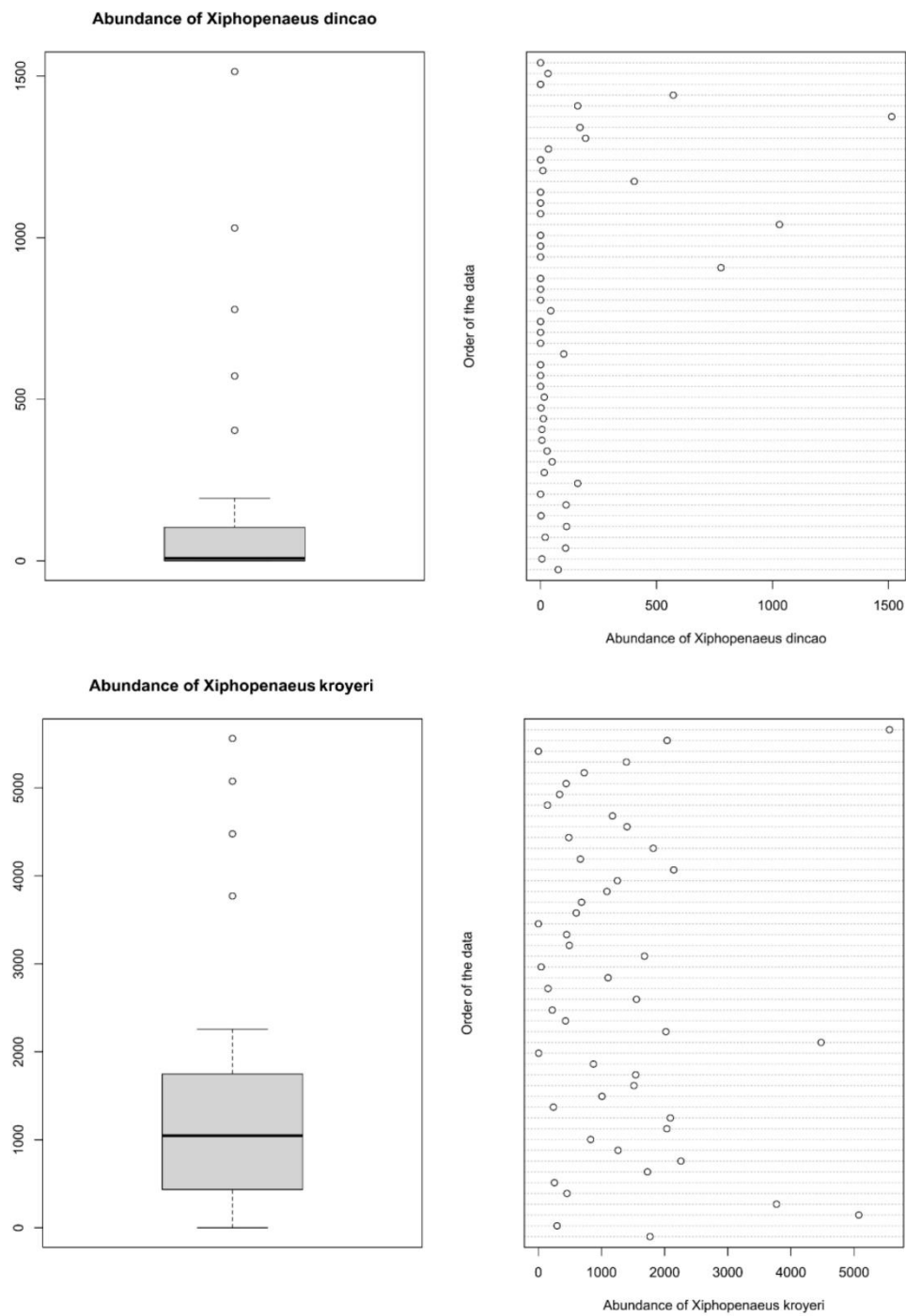


Figura 1. Verificando outliers nos dados de *X. dincao* (acima) e *X. kroyeri* (abaixo) através de gráficos de dispersão.

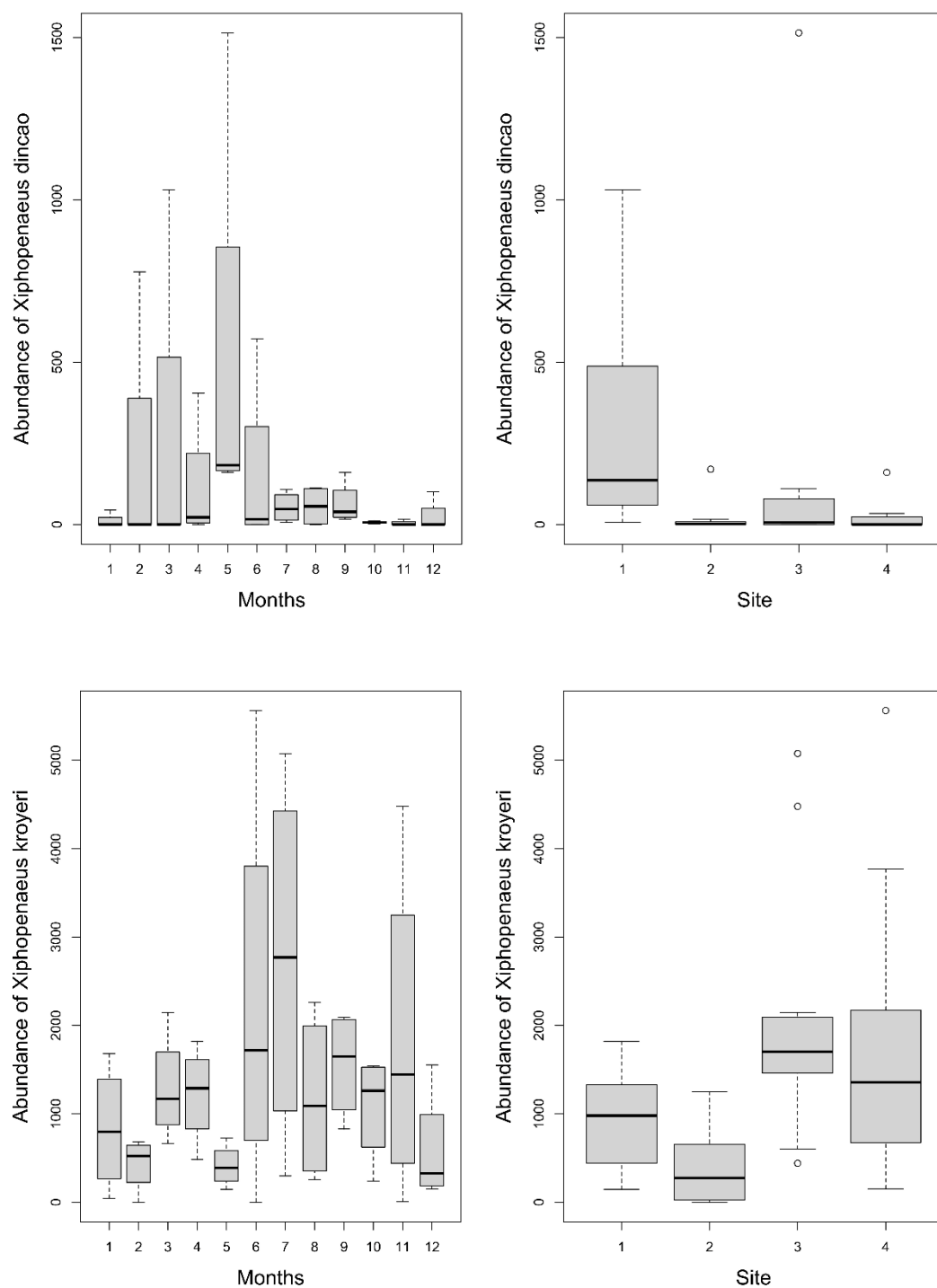


Figura 2. Análise de homogeneidade dos dados ao longo dos meses e por transecto de *X. dincaoi* (acima) e *X. kroyeri* (abaixo).

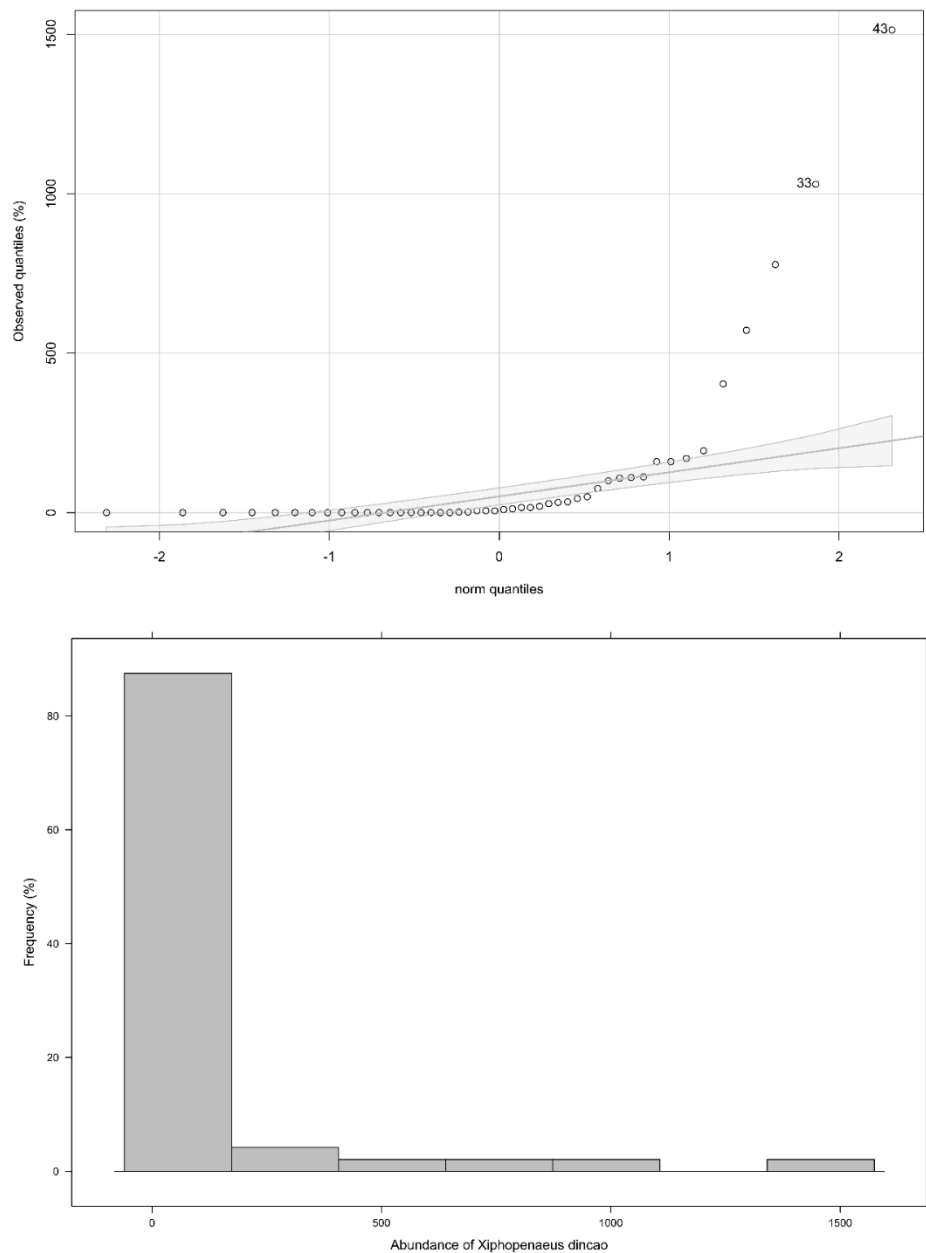


Figura 3. Análise de normalidade dos dados de *X. dincao*.

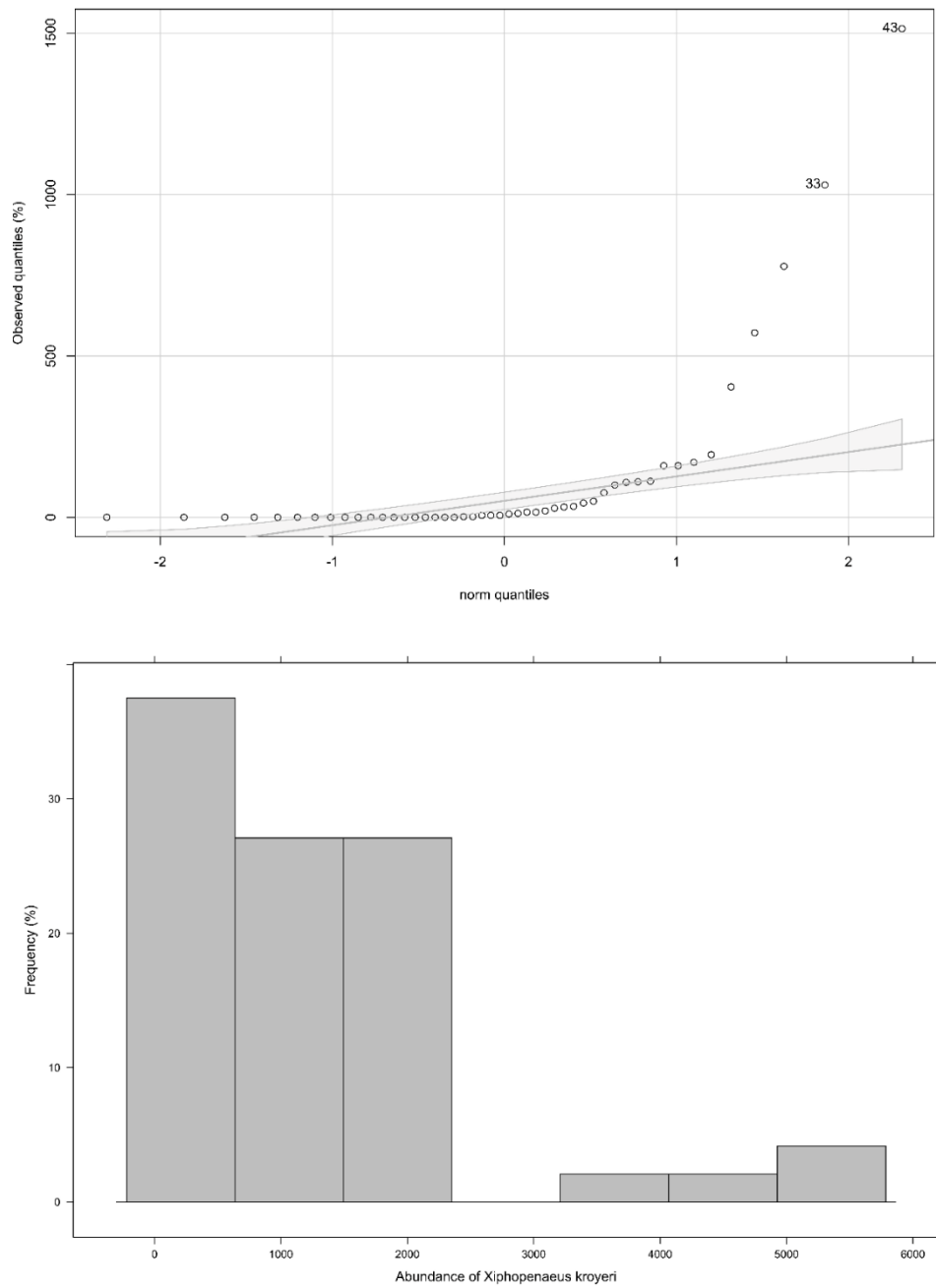


Figura 4. Análise de normalidade dos dados de *X. kroyeri*.

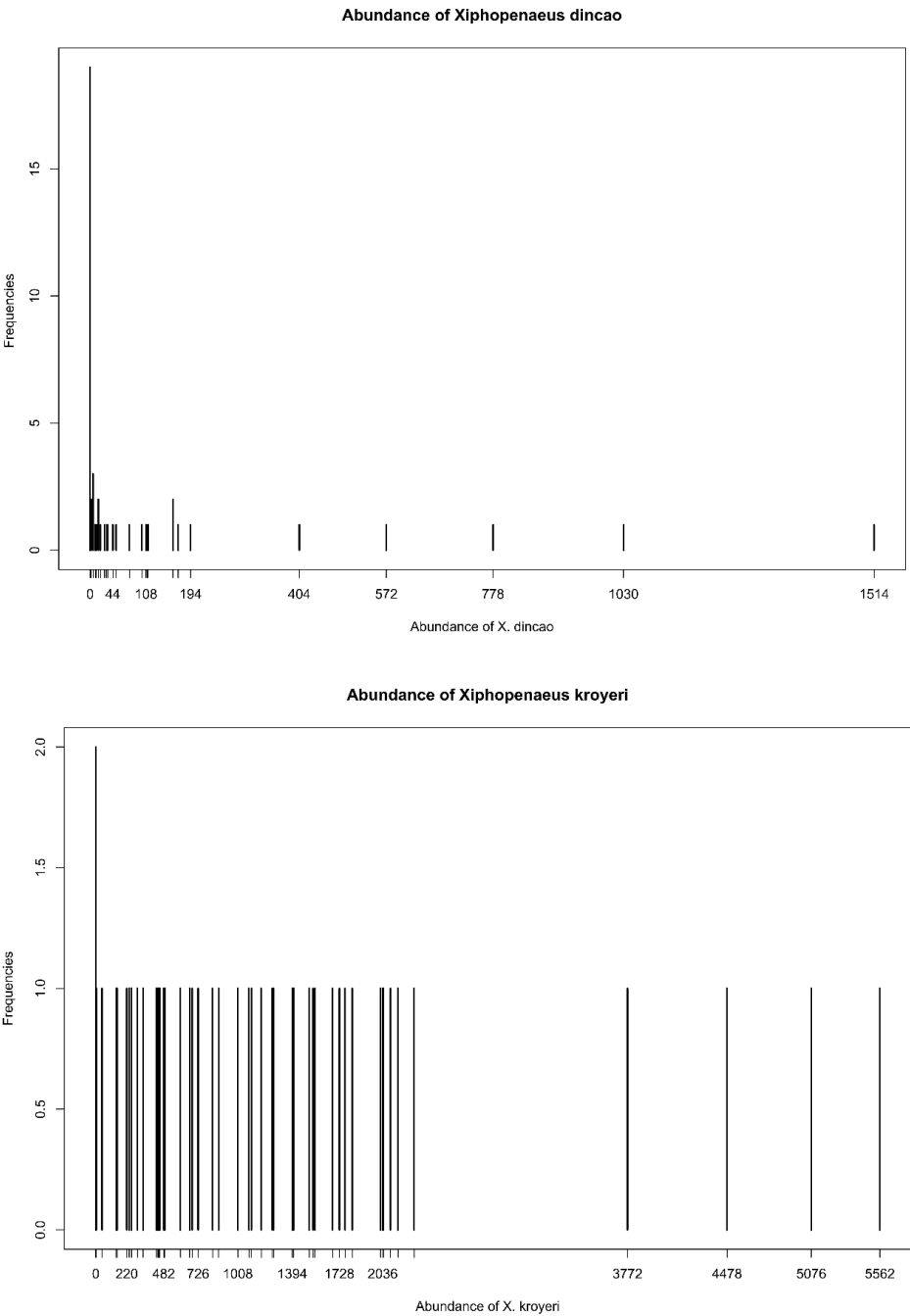


Figura 5. Análise de quantidade de zeros nos dados para aplicação de modelo específico de [A] *X. dincao* e [B] *X. kroyeri*.

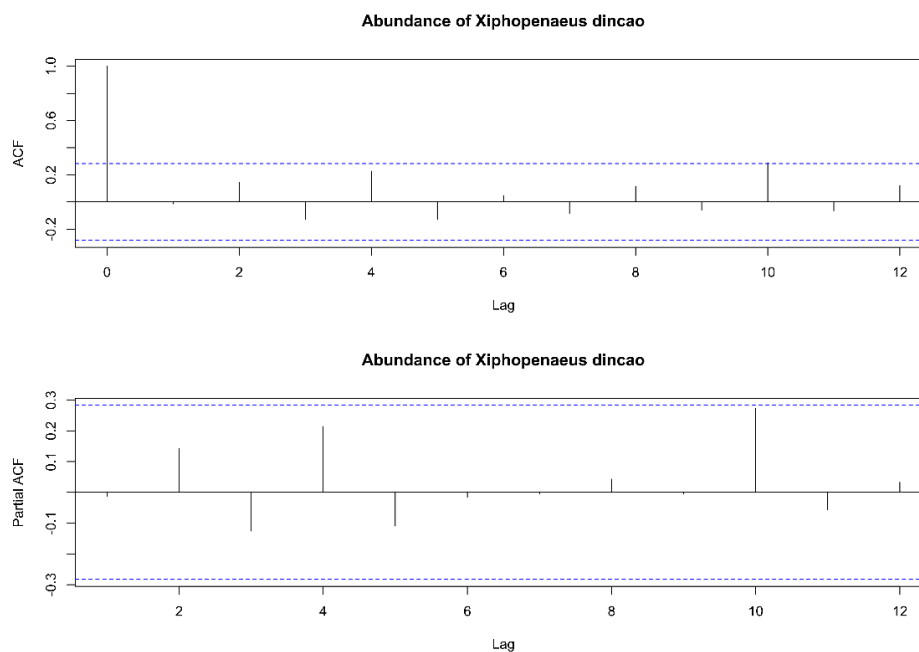


Figura 6. Verificação de correlação temporal em variáveis de resposta usando a função de autocorrelação para *X. dincao*.

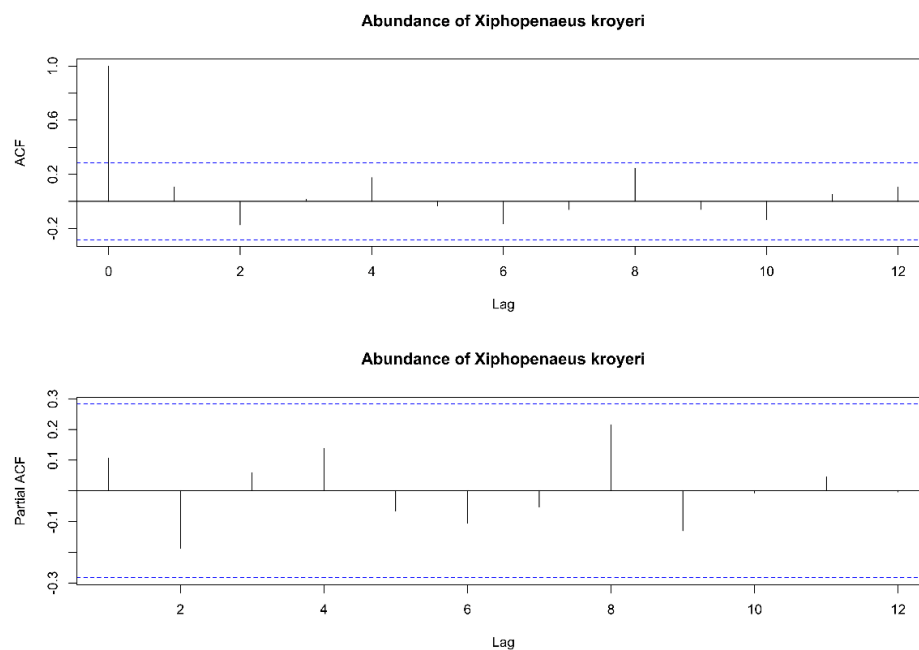


Figura 7. Verificação de correlação temporal em variáveis de resposta usando a função de autocorrelação para *X. kroyeri*.

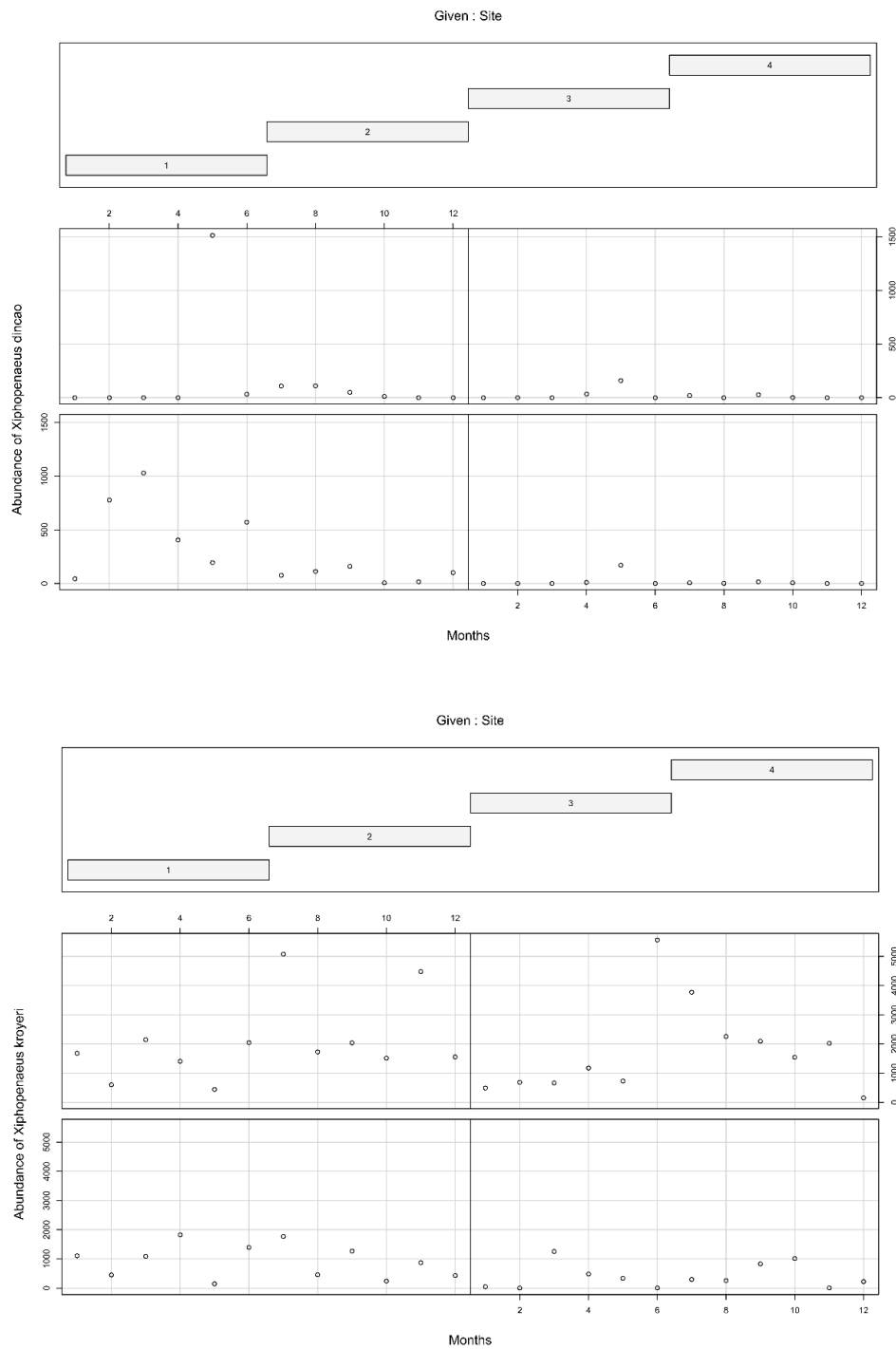


Figura 8. Coplot para as variáveis de resposta: *X. dincao* CPUE_n (acima) e *X. kroyeri* CPUE_n (abaixo). O painel inferior mostra um gráfico de dispersão entre a variável de resposta e ano e o painel superior os transectos.