

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

FACULDADE DE CIÊNCIAS - Bauru

Pós-graduação em Biociências Interunidades (Assis/Bauru)

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Dinâmica populacional e abundância do siri *Callinectes ornatus* Ordway, 1863
(Decapoda, Brachyura, Portunidae): Uma análise multidecadal na Enseada de
Ubatuba, São Paulo, Brasil

Aluno: Gabriel de Lucca

Orientador: Prof. Dr. Rogerio Caetano da Costa

Co-orientador: Prof. Dr. Fúlvio Aurélio de Moraes Freire

Bauru - SP

2023

Gabriel de Lucca

**Dinâmica populacional e abundância do siri *Callinectes ornatus* Ordway, 1863
(Decapoda, Brachyura, Portunidae): Uma análise multidecadal na Enseada de
Ubatuba, São Paulo, Brasil**

Versão para defesa da dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Biociências da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Assis e Bauru, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Biociências.

Orientador: Prof. Dr. Rogerio Caetano da Costa

Co-orientador: Prof. Dr. Fúlvio Aurélio de Moraes Freire

Bolsista: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal e Nível Superior – Brasil (CAPES) - 88882.461710/2019-01

Bauru - SP

2023

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

Aos 24 dias do mês de março do ano de 2023, às 09:00 horas, no(a) Espaço DCB, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de GABRIEL DE LUCCA, intitulada **Dinâmica populacional e abundância do siri *Callinectes ornatus Ordway, 1863* (Decapoda, Brachyura, Portunidae): Uma análise multidecadal na Enseada de Ubatuba, São Paulo, Brasil**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Prof. Dr. ROGERIO CAETANO DA COSTA (Orientador(a) - Participação Presencial) do(a) Departamento de Ciências Biológicas / Faculdade de Ciências - Unesp/Câmpus de Bauru, Prof. Dr. ALEXANDRE RIBEIRO DA SILVA (Participação Presencial) do(a) Museu de Zoologia - USP, Prof. Dr. ABNER CARVALHO BATISTA (Participação Presencial) do(a) UNESP – Bauru. Após a exposição pelo mestrando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o 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

De Lucca, Gabriel.
Dinâmica populacional e abundância do siri
Callinectes ornatus Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura,
Portunidae): Uma análise multidecadal na Enseada de
Ubatuba, São Paulo, Brasil / Gabriel de Lucca, 2023

Orientadora: Prof. Dr. Rogerio Caetano da Costa

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

1. Biologia. 2. Ecologia. 3. Pesca. I.
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências.
II. Título.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo FAPESP, pelos recursos financeiros concedidos para o projeto Temático BIOTA INTERCRUSTA (Proc. 2018/13685-5) que subsidiaram as coletas e materiais necessários para a realização desse trabalho. Ao Prof. Dr. Fernando L. M. Mantelatto juntamente com o Prof. Dr. Fernando José Zara, Prof. Dr. Sérgio Bueno e Prof. Dr. Rogerio Caetano Costa por coordenarem esse projeto temático da melhor forma possível.

Ao programa de pós graduação em Biociências Assis/Bauru por todo o apoio e ajuda.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos número: 88882.461710/2019-01.

A Deus por todas as suas bençãos e por me proporcionar viver esta vida.

A meus pais por sempre apoiarem e me incentivarem independente das minhas escolhas e desejos. Mesmo sendo muito pequeno na época, lembro de todos os esforços e sacrifícios para que eu pudesse estudar em uma escola particular e ter uma vida melhor do que tiveram. Jamais poderei dizer em palavras e agradecer o suficiente tudo que fizeram por mim. Sou muito grato por tudo, amo vocês.

Ao meu irmão que sempre foi um grande companheiro, me apoiando e ajudando, principalmente nos momentos difíceis que tive na vida pessoal, com crises de ansiedade no período de pandemia e na vida acadêmica. Amo muito você.

Aos meus avós, tios e tias, que sempre estiveram ao meu lado desde pequeno, seja em momentos bons e ruins, me aconselhando, me recebendo e suas casas e me tratando como um filho, amo vocês.

Aos meus primos e primas no qual crescemos e ainda estamos crescendo juntos, por sempre me tratarem como um irmão. A Gabi e o Willian por me receberem em Bauru quando sai de casa pela primeira vez e me ajudarem a crescer e me virar em um local totalmente novo para mim, além de serem os melhores companheiros de AP possíveis.

Ao Prof. Dr. Rogerio Caetano da Costa por ter aberto as portas do LABCAM para mim ainda na graduação e ter me dado a oportunidade de estudar uma espécie que peguei muito gosto e vivenciar a biologia marinha de outra perspectiva. Agradeço pela paciência e persistência com a minha pessoa e por todos os ensinamentos que o senhor me proporcionou e por tudo que o senhor fez por mim.

Ao Oseas e Passarinho pela ajuda com o barco e todo o auxílio nas coletas. Muito obrigado por toda a ajuda, por nos transmitirem um pouco de conhecimento e cultura da região.

A todos do LABCAM que foram meus companheiros em todos esses anos, em especial a Milena, Gois, Júlia, Caio, Rafa, Régis, Nádia, Leo, Sene e Sara. Muito obrigado por toda a ajuda que proporcionaram, sejam nas coletas, sejam na convivência do laboratório. Aprendi muito com cada um de vocês.

A Milena e Gois por compartilharem momentos e emoções nessa jornada do mestrado, seja quando entramos, seja nas coletas. Muito obrigado por toda ajuda e paciência comigo.

A Júlia por toda a ajuda que você sempre me deu desde a iniciação científica. Sou muito grato por tudo que você me ensinou, por ter corrido atrás de informações e

sempre corrigir todos meus trabalhos e pela sua amizade. Serei sempre grato de coração.

Ao Prof. Dr Fúlvio Aurélio de Moraes Freire pela coorientação e por me ensinar e me apresentar a novas áreas que a biologia pode se inserir. Muito obrigado por toda a ajuda com as análises e com o programa R.

Aos meus amigos que Bauru me deu e que levarei pelo resto da vida: Bruna, Lavinia, Olly e Lucas, obrigado por todo o companheirismo, amizade, aconselhamentos e parceria em todos esses anos.

“É muito melhor lançar-se à luta em busca do triunfo, mesmo expondo-se ao insucesso, do que estar na fila dos pobres de espírito que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem nessa penumbra cinzenta que não conhece vitória nem derrota.”

Franklin D. Roosevelt

Sumário

AGRADECIMENTOS.....	5
1. RESUMO	10
2. ABSTRACT	11
3. INTRODUÇÃO GERAL.....	12
4. REFERÊNCIAS	17
5. INTRODUÇÃO	20
6. MATERIAIS E MÉTODOS	23
5.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	23
5.2. AMOSTRAGEM DO MATERIAL BIOLÓGICO	24
6. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	26
6.1. VARIAÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL DA ABUNDÂNCIA.....	26
6.2. MATURIDADE SEXUAL GONADAL.....	26
6.3. CRESCIMENTO E LONGEVIDADE	27
6.4. MORTALIDADE	28
7. RESULTADOS	29
7.1. ESTRUTURA DA POPULAÇÃO	29
7.2. VARIAÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL DA ABUNDÂNCIA.....	32
7.3. MATURIDADE SEXUAL GONADAL.....	32
7.4. CRESCIMENTO E LONGEVIDADE	35
7.5. MORTALIDADE	36
8. DISCUSSÃO	38
9. CONCLUSÕES.....	43
10. REFERÊNCIAS.....	45

Dinâmica populacional e abundância do siri *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae): Uma análise multidecadal na Enseada de Ubatuba, São Paulo, Brasil

1. RESUMO

Tendo em vista que muitas espécies sofrem com a pesca accidental, o objetivo deste estudo foi verificar a variação temporal e espacial da abundância, maturidade sexual gonadal e crescimento do siri *Callinectes ornatus* em 4 períodos ao longo de 24 anos na Enseada de Ubatuba. As coletas foram realizadas nos anos de 1998,1999 (Período I), 2013/2014 (Período II), 2016/2017 (Período III) e 2021/2022 (Período IV) em 4 pontos estabelecidos mensalmente. Os indivíduos obtidos foram mensurados de acordo com sua largura da carapaça (LC), separados por sexo e estágio gonadal. Os resultados mostraram que a abundância total de indivíduos sofreu uma queda brusca com o passar dos anos (Período I – 6.455 e Período IV - 2.974). O período IV também apresentou uma diferença significativa com a diminuição da maturidade sexual gonadal para machos (43,09 mm), onde os valores variaram de 49,72 mm até 52,37 mm entre os outros períodos. As fêmeas não apresentaram diferença estatística. Em relação ao crescimento, os machos do período I apresentaram um valor de L_{∞} menor (L_{∞} : 7.58) em comparação a os outros períodos (8.05 até 8.29). Para mortalidade, tanto machos como fêmeas não apresentaram alterações quando comparados os períodos. Estes resultados podem vir a ser fruto de alterações na população através da pesca de arrasto, muito forte nessa localidade, e alterando principalmente a abundância e a diminuição da maturidade sexual ao longo do período estudado.

Keywords: Bycatch, Ecologia e Siri-Azul.

Population dynamics and abundance of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae): A multidecadal analysis in the Ubatuba Inlet, São Paulo, Brazil

2. ABSTRACT

Considering that many species suffer from incidental fishing, the objective of this study was to verify the temporal and spatial variation of abundance, gonadal sexual maturity, and growth of the crab *Callinectes ornatus* in 4 periods over 24 years in the Ubatuba Inlet. Collections were made in 1998, 1999 (Period I), 2013/2014 (Period II), 2016/2017 (Period III), and 2021/2022 (Period IV) at 4 established monthly points. The individuals obtained were measured according to their carapace width (LC), separated by sex and gonadal stage. The results showed that the total abundance of individuals suffered a sharp decline over the years (Period I - 6,455 and Period IV - 2,974). Period IV also showed a significant difference with the decrease in gonadal sexual maturity for males (43.09 mm), where values varied from 49.72 mm to 52.37 mm among the other periods. Females showed no statistical difference. Regarding growth, males from the period I showed a lower L_{∞} value (L_{∞} : 7.58) compared to the other periods (8.05 to 8.29). For mortality, both males and females showed no change when comparing the periods. These results may be the result of changes in the population through trawling, which is very strong in this locality, and changing mainly the abundance and the decrease in sexual maturity throughout the studied period.

Keywords: Bycatch, Blue-Crab e Ecology.

3. INTRODUÇÃO GERAL

A Ordem Decapoda pertencente ao subfilo Crustacea é um dos táxons mais diversos e abundantes com cerca de 175 famílias e aproximadamente 32 mil espécies identificadas (Toon et al., 2009; Hebling et al., 2018). Nesta Ordem estão presentes as famílias de camarões, caranguejos, siris e lagostas, sendo estes importantes recursos pesqueiros (Martin e Davis, 2001).

Decapoda é composta por duas subordens, Dendrobranchiata e Pleocyemata. Dentre algumas diferenças, as fêmeas dos Pleocyemata incubam os ovos nas cerdas pleopodiais, enquanto os Dendrobranchiata os liberam diretamente na água. Pleocyemata apresenta como infraordens: Stenopodidea, Caridea, Astacidea, Glypheidea, Axiidea, Gebiidea, Achelata, Polychelida, Anomura e Brachyura (De Grave et al., 2009).

A Infraordem Brachyura (caranguejos verdadeiros) é considerada uma das mais importantes dentre a comunidade bentônica marinha, devido à sua alta riqueza de espécies, por serem mais abundantes em comparação aos outros grupos de invertebrados (Bertini e Fransozo, 2004) e por se fazerem presentes em praticamente todos os habitats aquáticos e terrestres que envolvem a costa litorânea (Ng et al. 2008). Dentre as 7.260 espécies descritas mundialmente, 168 ocorrem no estado de São Paulo (Mantellato et al., 2020). Para o gênero *Callinectes* Stimpson, 1860, o qual é um dos mais abundantes nas águas costeiras das Américas, seis espécies ocorrem em território brasileiro, a saber: *C. bocourti* A. Milne Edwards, 1879, *C. danae* Smith, 1869, *C. exasperatus* (Gerstaecker, 1856), *C. larvatus* Ordway, 1863, *C. ornatus* Ordway, 1863 e *C. sapidus* Rathbun, 1896 (Fischer e Wolf, 2006, Mantelatto et al., 2020).

A espécie do presente estudo, *Callinectes ornatus*, distribui-se desde a Virginia até a Flórida, Golfo do México, Antilhas, Colômbia, Venezuela, Guianas e Brasil (Amapá até o Rio Grande do Sul, com exceção do Piauí) (Mantellato et al., 2020). Em seu habitat, é encontrado desde áreas mais rasas e costeiras até profundidades de 75 metros, em locais que apresentam um sedimento arenoso ou lama, além de preferirem salinidades elevadas dentro da variação de 18 a 35 ppt (Melo, 1996).

O *C. ornatus* pode ser considerado de grande importância ecológica (Branco et al., 2002; Lipcius e Stockhausen, 2002; Herrera e Costa, 2022), atuando como predador nos ecossistemas estuarinos e marinhos, além de ser um importante recurso alimentar para outras espécies, como peixes e aves. Também, desempenham um papel significativo na reciclagem de nutrientes, fazendo com que as fontes energéticas presentes em regiões basais da cadeia trófica possam chegar as regiões de topo (Haefner, 1990; Mantelatto e Fransozo, 1997; Kamalakkannan, 2015).

Indivíduos de *C. ornatus* quando juvenis habitam regiões mais próximas à costa ou sob fortes influências estuarinas, uma vez que preferem salinidades menores e temperaturas mais elevadas, características essas que podem propiciar um crescimento rápido destes indivíduos (Posey et al., 2005). Após sua maturidade sexual, os machos ainda permanecem em regiões de baixa profundidade enquanto as fêmeas após a cópula, comumente migram para áreas mais profundas onde as salinidades são mais elevadas e facilitam a flutuação e dispersão das lavas que serão eclodidas (Mantellato, 2000; Santos et al., 2000).

Um dos locais onde a espécie *C. ornatus* é encontrada é o litoral norte do estado de São Paulo. Presente nesta região, Ubatuba se destaca tanto por possuir uma atividade pesqueira muito forte e consolidada, quanto uma forte indústria

turística, afetando não só os habitats costeiros, mas também os mais distantes através do despejo de matéria orgânica e inorgânica no ambiente (Mantelatto e Fransozo, 1999). Destaca-se ainda que, muitos projetos foram desenvolvidos na região de Ubatuba pelo grupo de pesquisa o qual o presente laboratório (Laboratório de Biologia de Camarões Marinhos e de Água Doce - LABCAM) está vinculado, principalmente desde 1995, por meio de coletas mensais que permitiram averiguar o monitoramento das capturas em escala temporal dos decápodes.

Segundo Melo (1996), esta região compreende a Província Biogeográfica do Estado de São Paulo, caracterizada por ser um local de transição faunística e por possuir complexas variações ambientais sazonais, que por consequência, dão origem a uma característica fauna endêmica. Entre as espécies que habitam as camadas bentônicas dessa região, os caranguejos apresentam uma parcela significativa, correspondendo cerca de 66% a 90% do total de espécies encontradas, conforme observado por Pires (1992).

Estudos voltados a compreender a distribuição, abundância e reprodução desta espécie já foram desenvolvidos por Negreiros-Fransozo et. al. (1999), Mantelatto (2000), Andrade et al., (2011) e Herrera e Costa (2022). Contudo, tais estudos foram por meio de amostragens entre um a dois anos seguidos, no máximo. Por outro lado, estudos relacionados a longevidade e mortalidade de *C. ornatus* ainda são escassos, principalmente para o litoral sudeste. A partir de estudos já realizados com outras espécies de decápodes na mesma região como de Teles (2019) com o caranguejo *Hepatus pudibundus* (Herbest, 1758), Perroca et al. (2022) com os juvenis de *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) e *F. paulensis* (Pérez Farfante, 1967) e de Heckler et al. (2014) com o camarão sete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller,

1862) pode-se esperar alterações na estrutura e dinâmica populacional em decorrência da pesca e alterações nos fatores ambientais ao longo dos anos, já que assim como estas espécies, o *C. ornatus* é muito abundante na região.

Para que os efeitos da pesca de arrasto dos camarões possam ser menos invasivos e compensar o número de espécies mortas, foi adotada uma medida de proteção a pesca denominada defeso. Durante o período amostral do presente estudo, o defeso ocorreu de 1º de março a 31 de maio de cada ano e proíbe a pesca de arrasto dos camarões nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (ICMBio - <https://www.icmbio.gov.br>) e desde 2002 toda sua fauna acompanhante. O defeso foi elaborado inicialmente a fim de proteger os indivíduos juvenis dos camarões-rosa (*Farfantepenaeus* spp) durante sua migração para o alto mar com a expectativa de atingirem o tamanho ou idade adequadas para a primeira reprodução. Apesar desta medida ser tomada em decorrência da pesca camaroeira destinada especificamente aos camarões-rosa, muitas espécies que estão associadas a estes indivíduos, tanto por habitats quanto por hábitos de vida, acabam se beneficiando, já que não são pescados por acidente (bycatch) (Dias Neto, 2011). A partir de 2023, haverá uma modificação no período de defeso, começando no dia 28 de janeiro a 30 de abril (Portaria SAP/MAPA nº 656, de 30/03/2022).

Associados a estas medidas, foi promulgada um decreto em 1984 que proíbe a pesca de arrasto em locais que estão a 1,5 milhas da costa por embarcações maiores que 10 toneladas (Portaria SUDEPE N° N-54 - <http://www.icmbio.gov.br>). Também foi promulgado um decreto estadual em 2008 criando a Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte que proíbe a pesca de arrasto ou comercial,

assegurando que apenas a pesca familiar ou de subsistência seja garantida (Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo - <https://www.al.sp.gov.br>).

Estudos ecológicos e populacionais em escalas temporais sobre espécies que habitam estes locais e o efeito da pesca de arrasto se fazem necessários para que se possa compreender todos os efeitos e impactos que esta prática causa em micro e macro escala (Herrera, 2017). Ademais, estudos sobre *C. ornatus* podem ajudar a compreender quais são os efeitos positivos, caso tenham acontecido, da criação dos decretos e leis que colaboram para a preservação destas áreas costeiras em Ubatuba, possibilitando entender qual foi o comportamento da espécie no decorrer das décadas até presente o momento.

Diante do exposto, o presente estudo objetiva verificar as variações na abundância, maturidade sexual, crescimento e mortalidade de *C. ornatus* em um intervalo de 24 anos na Enseada de Ubatuba, litoral norte de São Paulo.

4. REFERÊNCIAS

Andrade, S.F.; Matos, T.B.; Carvalho, C.E.V. 2011. Seasonal variation of heavy metals in muscles of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 from a tropical coastal lagoon, Brazil. *Revista Virtual de Química*, 3(2): 129–137.

Branco, J.O.; Lunardon-Branco, M.J.; Verani, J.R.; Schweitzer, R.; Souto, F.X.; Vale, W.G. 2002. Natural diet of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) in the Itapocoroy Inlet, Penha, SC, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 45(1): 35–40.

Bertini, G.; Fransozo, A. 2004. Bathymetric distribution of brachyurans (Crustacea, Decapoda) communities in soft bottom from southeastern Brazil. *Marine Ecology Progress Series*, 279: 193–200.

De Grave, S.; Pentcheff, N. D.; Ahyong, S. T.; Chan, T. Y.; Crandall, K. A.; Dworschak, P. C.; Felder, D. L.; Feldmann, R. M.; Fransen, C. H. J. M.; Goulding, L. Y. D.; Lemaitre, R.; Low, M. E. Y.; Martin, J. W.; Ng, P. K. L.; Schweitzer, C. E.; Tan, S. H.; Tshudy, D.; Wetzer, R. 2009. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *Raffles Bulletin of Zoology, Supplement*, 21: 1–109.

Dias Neto, J. 2011. Proposta de Plano nacional de Gestão para uso sustentável de Camarões marinhos do Brasil.

Fischer, S.; Wolff, M. 2006. Fisheries assessment of *Callinectes arcuatus* (Brachyura, Portunidae) in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Fisheries Research*, 77: 301–311.

Hebling, N. J., Mantelatto, F. L. M., Negreiros-Fransozo, M. L.; Fransozo, a. 2018. Levantamento e distribuição de braquiúrus e anomuros (crustacea, decapoda) dos sedimentos sublitorais da região da ilha Anchieta, Ubatuba, (SP). *Boletim do Instituto de Pesca*, 21(único), 1-9.

Heckler, G. S.; Lopes, M., Simoes, S. M.; Shimizu, R. M.; COSTA, R. C. 2014. 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*, 86(3), 1337-1346.

Haefner, P.A.Jr. 1990. Morphometry and size at maturity of *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) in Bermuda. *Bulletin of Marine Science*, 46(2): 274–286.

Herrera, D. R. 2017. Distribuição, estrutura populacional, reprodução e crescimento de *Callinectes danae* Smith, 1869 e *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) na região de Cananéia, Litoral Sul Paulista.

Herrera, D. R.; Costa, R. C. D. 2022. Distributional patterns of two sympatric blue crabs (*Callinectes*) and the implications for conservation management at the South-west Atlantic subtropical shelf. *Marine Biology Research*, 1-11.

Kamalakkannan, P. 2015. Studies on habitat distribution and diversity of brachyuran crabs in Pondicherry mangrove environments, southeast coast of India. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 2(4): 370– 373.

Lipcius, R.N.; Stockhausen, W.T. 2002. Concurrent decline of the spawning stock, recruitment, larval abundance, and size of the blue crab *Callinectes sapidus* in Chesapeake Bay. *Marine Ecology Progress Series*, 226: 45–61.

Mantelatto, F.L.M.; Fransozo, A. 1997. Fecundity of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Crustaceana*, 70: 214–226.

Mantelatto, F.L.M.; Fransozo, A. 1999. Reproductive biology and moulting cycle of the crab *Callinectes ornatus* (Decapoda, Portunidae) from the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Crustaceana*, 72(1), 63-76.

Mantelatto, F.L.M.; Fransozo, A. 2000. Brachyuran community in Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo state, Brazil. *Journal of Shellfish Research*, 19:701–709

Mantelatto, F. L.; Tamburus, A. F.; Magalhães, T.; Buranelli, R. C.; Terossi, M.; Negri, M.; Zara, F. J. 2020. Checklist of decapod crustaceans from the coast of the São Paulo state (Brazil) supported by integrative molecular and morphological data: III. Infraorder Brachyura Latreille, 1802. *Zootaxa*, 4872(1), 1-108.

Martin, J.; Davis, G. E. 2001. An Updated Classification of the Recent Crustacea. *Natural History Museum of Los Angeles Country, Science Series*, 39: 1–124.

Melo, G.A.S. 1996. Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro. São Paulo: Editorial Plêiade.

Melo, G. A. S. 1996. Endemism in the Brazilian Atlantic Forest: Biogeographic patterns, conservation status, and implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*, 5(6), 785-797

Negreiros-Fransozo, M. L.; Mantelatto, F. L.; Fransozo, A. 1999. Population biology of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) from Ubatuba (SP), Brazil. *Scientia Marina*, 157-163.

Ng, P.K.L; Guinot, D.; Davie, P.J F. 2008. Systema Brachyurorum, Part I. An Annotated Checklist of Extant Brachyuran Crabs of the World. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 17:1–286.

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

Perroca, J. F., Rodrigues Filho, J. L., Fransozo, A., & da Costa, R. C. (2022). Variations in pink-shrimps *Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis* juvenile abundance: clarifying ecological patterns and providing subsidies to management in shallow marine ecosystems. Fisheries Research, 256, 106482.

Pires, A. M. S. 1992. Structure and dynamics of benthic megafauna on the continental shelf offshore of Ubatuba, southeastern Brazil. Marine Ecology Progress Series, 86: 63-76.

Posey, M. H.; Alphin, T. D.; Harwell, H.; Allen, B. 2005. Importance of low salinity areas for juvenile blue crabs, *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896, in the river dominated estuaries of southeastern United States. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 319:81-100.

Santos, S.; Rieger, P. J.; Vieira, R. R. R.; & Barutot, R. A. 2000. Composição e distribuição dos Crustacea (Decapoda) na Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, 17, 213-223.

Teles, J. N. 2019. Dinâmica populacional do caranguejo baú *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1758) (Decapoda: Aethroidea) numa área de pesca intensa: comparação num intervalo de 20 anos

Toon, A.; Finley, M.; Staples, J.; Crandall, K. A. 2009. Decapod Phylogenetics and molecular evolution. In: Martin, J. W.; Crandall, K. A. & Felder, D. L. (Eds.). Decapod Crustacean Phylogenetics. London, New York, CRC Press, 15–29.

5. INTRODUÇÃO

Presente em praticamente todo continente americano (EUA até Argentina) e algumas partes do mundo (costa europeia, costa africana e costa asiática), o gênero *Callinectes* Stimpson, 1860 apresenta uma grande importância socioeconômica e biológica para as regiões em que ocorre (Fischer e Wolf, 2006; López-Martínez et al., 2014; F Mehanna et al., 2019; Mantelatto et al., 2020).

As espécies de *Callinectes* apresentam uma grande importância nestes ambientes em que se encontram pois podem ser bioindicadores da qualidade de água (Mantelatto e Fransozo 1997) e importantes recursos alimentares (Haefner 1990). Como predadores, atuam na reciclagem de nutrientes e energia, fazendo com que estes recursos possam chegar a regiões mais altas da cadeia trófica (Skaggs e Henry, 2002; Kamalakkannan, 2015).

No mundo, *Callinectes* spp. também é considerado um importante recurso pesqueiro, como em algumas regiões do México (Rivera-Velázquez et al. 2018), Espanha (Salvat-Leal 2020) e dos EUA, em especial a Flórida, local onde o consumo deste gênero é grande (Walters et al. 2022). Em 2020, cerca de 2580 toneladas da espécie *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1896) foram pescados na Flórida, gerando um total de 11,4 milhões (USD) (Florida Fish and Wildlife Fisheries Information System 2020, Walters et al. 2022).

No Brasil, são encontradas cerca de seis espécies: *C. bocourti* A. Milne Edwards, 1879, *C. danae* Smith, 1869, *C. exasperatus* (Gerstaecker, 1856), *C. larvatus* Ordway, 1863, *C. ornatus* Ordway, 1863 e *C. sapidus* Rathbun, 1896 (Fischer e Wolf, 2006, Mantelatto et al., 2020). Grande parte destas espécies são utilizadas como fonte

alimentar em grande parte da costa brasileira, através da pesca artesanal (Santos et al., 2010; Pestana et al., 2020; Jomar, 2021).

Pode-se destacar, entre as espécies do gênero encontradas no Brasil, o *Callinectes ornatus* Ordway, 1863. Este se distribui desde a Virginia até a Flórida, Golfo do México, Antilhas, Colômbia, Venezuela, Guianas e Brasil (Amapá até o Rio Grande do Sul, com exceção do Piauí) (Mantellato e al., 2020). É uma espécie que desperta certos interesses comerciais em vários locais do Brasil, por serem pescados para consumo local ou para exportação para outros estados (Righi et al. 2022). Entretanto, é considerada rejeito de pesca comercial no estado de São Paulo e em especial, Ubatuba, local onde a pesca é forte e consolidada (Severino-Rodrigues et al., 2001; Sforza et al., 2010).

A pesca de arrasto em si, vem trazendo e causando uma série de preocupações devido ao seu elevado impacto nos ecossistemas costeiros e marinhos, além de preocupações sociais, já que a sociedade de maneira geral, necessita destes recursos como alimento e renda (Herrera, 2017). Os efeitos que a pesca de arrasto causa no ecossistema, incluem mudanças na estrutura de cadeia alimentar, efeitos sobre a abundância e distribuição das espécies, diminuição no tamanho dos indivíduos, seleção genética, redução do recrutamento juvenil, diminuição no número de espécies e diminuição complexidade de um habitat, além de ressuspensão de sedimento superficial e a alteração das comunidades bentônicas (Kaiser et al., 2002; Silva et al., 2013).

Callinectes ornatus está intimamente ligado a pesca, seja de forma direta ou indireta (captura acidental) (Mantelatto e Fransozo, 2000). A pesca de arrasto no Estado de São Paulo, foi responsável pela captura de cerca de 2.477 toneladas de

crustáceos no ano de 2022 (Relatório do Instituto de Pesca – <http://www.propesq.pesca.sp.gov.br>). Vale ressaltar que os portunídeos (sirís) representam cerca de 84,2% do total de crustáceos que são capturados como fauna acompanhante da pesca de outras espécies (Fransozo et al., 2016; Costa et al., 2016). Apesar de ser considerada um recurso pesqueiro e possuírem uma alta abundância, *C. ornatus* ainda é considerado comercialmente rejeito de pesca, porém é pescado artesanalmente por pequenas comunidades (Severino-Rodrigues et al., 2001; Sforza et al., 2010).

Estudos como os de King et al. (2022), Ba et al. (2018) e Zhang et al. (2022) mostraram a importância de compreender os efeitos que a pesca e ações antrópicas tem sobre as comunidades marinhas, através de alterações na estrutura e dinâmica populacional (alterações na abundância, na maturidade sexual gonadal e mortalidade), e entender os efeitos destas sobre as espécies nestes ambientes.

Para *C. ornatus*, no litoral norte do estado do Rio de Janeiro, pode-se notar que as principais alterações proporcionadas pela pesca foram a alteração no tamanho dos indivíduos, sua abundância e distribuição no ambiente (Tudesco & Fernandes, 2012). É importante salientar que diferentemente de outras espécies do gênero que habitam estuários enquanto juvenis, os juvenis de *C. ornatus* se desenvolvem em ambientes de águas rasas (Costa & Negreiros Fransozo, 1998; Mantelatto, 1995). Estas áreas rasas, foco deste trabalho, se destacam pela pesca de arrasto, especialmente em Ubatuba, cuja o alvo são os camarões-rosa e camarões-sete-barbas (Lopes, 2008; Carvalho-Batista et al. 2019).

Callinectes ornatus não apresenta manejo específico ao longo do litoral brasileiro, contudo, é contemplada pelo período de defeso do camarão que ocorre de 1 de março

a 31 de maio (Franco et al., 2018). Entretanto, esta espécie apresenta seu período reprodutivo e de recrutamento focados nas estações da primavera e verão, fazendo com que apenas o defeso seja ineficiente para proteção desta espécie neste período (Santos et al., 2009).

Para a espécie *C. ornatus*, estudos a longo prazo são ausentes, tanto em escala global, quanto no Brasil. Tendo isso em vista, este estudo se propõe a comparar a estrutura e dinâmica populacional desta espécie em 4 anos amostrados dentro de um período de 24 anos na enseada de Ubatuba. Para isso, sugerimos as seguintes hipóteses: 1- Existe diminuição da abundância e alteração na distribuição da espécie ao longo da baía com o passar dos anos; 2- Existem alterações significativas na maturidade sexual, crescimento e mortalidade do *C. ornatus* ao longo do tempo.

6. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

As coletas foram realizadas na Enseada de Ubatuba, município de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo (23°26'S 45 °01'W) (Figura 1). A enseada apresenta uma área total de 8 km, com largura de cerca de 4,5 km na entrada e se estreita em direção à praia. Nela é encontrado quatro rios que desembocam no mar (Rio Indaía, Rio Grande, Rio Lagoa e Rio Acarajú) que além de fornecerem matéria orgânica para o ambiente marinho, podem alterar os valores de salinidades em áreas rasas (Mantelatto & Fransozo, 1999). Este município se encontra na Serra do Mar, onde as encostas montanhosas acompanham grande parte do litoral do estado, fazendo com que as praias apresentem diferentes características geológicas e morfológicas, além de possuírem aspectos únicos de cada local (Ab'Sáber, 2001). A

região como um todo tem influência de três grandes massas de água: Água Tropical (AT), apresentando temperatura e salinidade altas ($T > 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $S > 36$), Água Costeira (AC), com temperaturas altas e salinidades baixas ($T > 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $S < 36$) e Água Central do Atlântico Sul (ACAS), que apresenta temperaturas e salinidades baixas ($T > 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $S < 36$). No verão ocorre uma estratificação acentuada das massas de água, onde a ACAS é predominante, enquanto na camada sub-superficial a AC e AT se misturam. No inverno, AC é mais intrusiva nas proximidades da costa enquanto AT é nas regiões mais afastadas (Castro-Filho et al. 1987).

5.2. AMOSTRAGEM DO MATERIAL BIOLÓGICO

As amostras foram obtidas por meio de coletas mensais em 4 pontos da Enseada de Ubatuba em 4 períodos: I – 1998 e 1999 (janeiro a dezembro); II – 2013/2014 (julho a junho); III – 2016/2017 (outubro a setembro) e IV – 2021/2022 (julho a junho). Foram escolhidos estes pontos devido a suas diferenças na granulometria do sedimento (1, 2- areia fina e muito fina; 3- areia grossa, fina e silte + argila; 4- Cascalho, areia muito grossa, grossa e média) (Mantellato et al., 2018) e diferentes profundidades. De uma forma geral, além do tipo de sedimento e da temperatura da água, os projetos desenvolvidos em tais anos anteriores foram elaborados também para monitorar toda a fauna de decápodes ao longo desse período, e consequentemente, os 4 pontos sempre foram utilizados nas amostras e possíveis de comparação. Ressalta-se ainda, que em tais pontos foram registrados as maiores abundâncias de *C. ornatus* (Bertini & Fransozo, 2004; Fransozo et al. 2016).

A captura dos exemplares de *C. ornatus* foi feita por meio da mesma embarcação camaroeira equipada com redes de arrasto do tipo “double-rig”, que

apresenta malha de abertura de 20mm e 18mm no saco final. O esforço amostral total foi de 30 minutos por ponto de coleta, totalizando assim uma área de 18.000 m² por arrasto.

O material coletado foi triado na própria embarcação e armazenado em sacos plásticos com gelo picado, etiquetado e, posteriormente, levado ao laboratório para análise. Todos os indivíduos foram identificados de acordo com Melo (1996). Posteriormente, os indivíduos foram pesados (g), mensurados quanto a largura da carapaça (LC mm) (Figura 2) e classificados quanto ao sexo. Os estágios gonadais de ambos os sexos foram classificados de acordo com o estudo de Mantelatto e Fransozo (1999). Para ambos os sexos foram classificados em: Imaturo (IM), Rudimentar (RU), Em Desenvolvimento (ED) e Desenvolvido (DE).

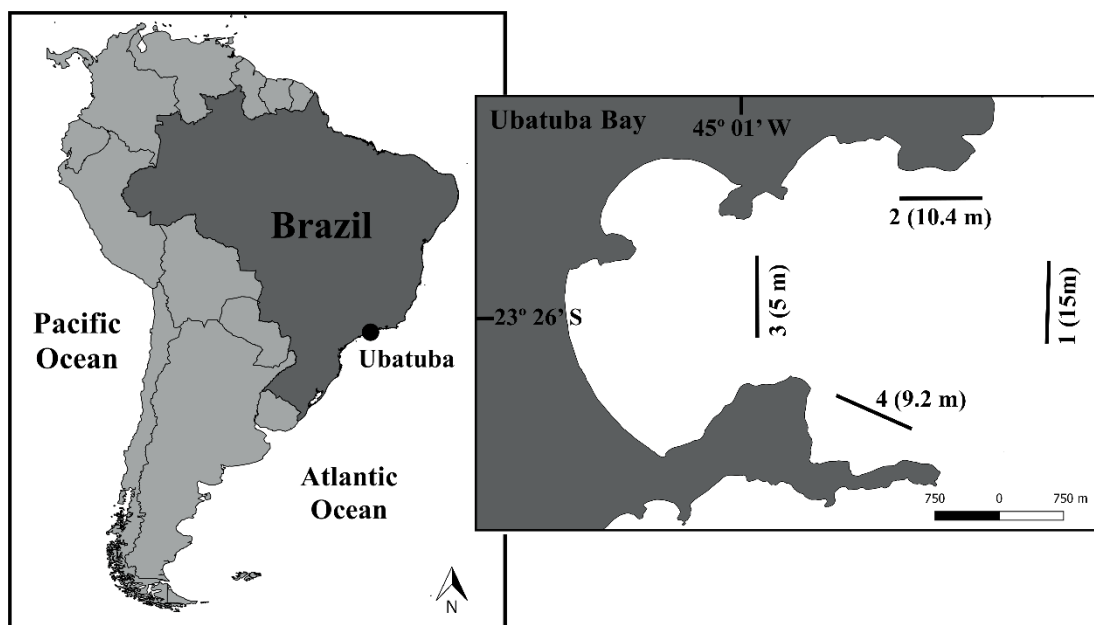


Figura 1 – Mapa da Enseada de Ubatuba SP com indicação dos pontos 1, 2, 3 e 4.

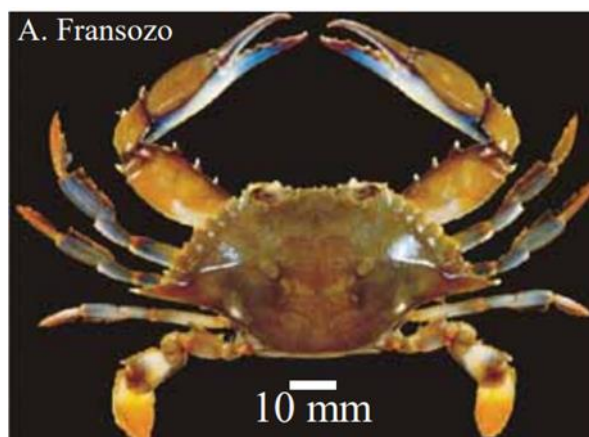


Figura 2 – Vista dorsal de um exemplar de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863.

6. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

6.1. VARIAÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL DA ABUNDÂNCIA

Os dados de abundância por ponto e por período foram testados quanto a homoscedasticidade (teste de Levene) e quanto a normalidade (teste de Shapiro-Wilk) como pré-requisito para as análises estatísticas (Zar 1999). A distribuição espacial (entre os pontos) foi analisada por meio do teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste de Dunn ($\alpha = 5\%$) com correção de Bonferroni. A distribuição temporal (entre os períodos) foi averiguada por meio de Análise de Variância (Anova one-way) seguida pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

6.2. MATURIDADE SEXUAL GONADAL

A maturidade gonadal foi estimada utilizando todos os indivíduos adultos (RU, ED e DE) amostrados separadamente para cada ano, estimando o tamanho em que 50% dos caranguejos analisados estavam em condição reprodutiva. Os animais foram distribuídos em classes de tamanho, segundo o proposto por Sturges (1926). Para

estimar o tamanho da maturidade gonadal, foi utilizado o método L₅₀. Este método consiste na distribuição (%) dos indivíduos em classes de tamanho, utilizando como variável independente a largura da carapaça (LC) e como variável dependente, as frequências relativas dos indivíduos capturados. Posteriormente, os dados foram ajustados a uma curva do tipo sigmoide, seguindo o resultado da equação logística ($Plc = 1/e^{-(a+b*lc)}$), na qual Plc = Probabilidade de um indivíduo ser maduro numa determinada largura da carapaça; a = Coeficiente linear do modelo; b = Coeficiente angular do modelo; Lc = largura da carapaça. Para a obtenção dos modelos logísticos, foi utilizado o pacote sizeMat de Torrejon-Magallanes (2018). Para efetuar a comparação das curvas sigmóides entre os períodos estudados, foram utilizados modelo lineares generalizados (GLM) do tipo binomial (pacote MASS). Neste caso, a variável dependente foi o percentual de indivíduos adultos por classe de largura da carapaça e as variáveis independentes foram as larguras das carapaças e um fator, determinando os períodos estudados. A análise *posthoc* (comparação dos modelos para cada período) foi efetuada a partir do pacote mmeans de Lenth (2016).

6.3. CRESCIMENTO E LONGEVIDADE

A análise de crescimento em tamanho (largura da carapaça, mm) foi realizada através do método da função de crescimento de von Bertalanffy (VBGF, von Bertalanffy 1934, 1938), com base em análises de distribuições de frequências de comprimento (LFDs). O VBGF é determinado principalmente por dois parâmetros: a constante de crescimento K e o comprimento assintótico L_∞. O índice de desempenho de crescimento índice Φ' ('Phi-prime', Pauly & Munro 1984) foi usado para obter um proxy que integra L_∞ e K, onde $\Phi' = \log_{10}(K(y-1)) + 2 \log_{10}(L_{\infty}(\text{cm}))$. Análises de frequência de comprimento: Todos os indivíduos foram agrupados em intervalos de classe de tamanho de 2 mm obter distribuições mensais de frequência de

comprimento (LFD). Os parâmetros de crescimento L^∞ e K foram estimado diretamente, com base nos gráficos mensais do LFD, usando métodos tradicionais baseados em comprimento, como ELEFAN I (Electronic LEngth-Frequency ANalysis, Pauly & David 1981), inserido em o FISAT II (Gayanilo et al. 1996, Gayanilo & Pauly 1997) e TropFishR (Mildenberger et al. 2017) pacotes de software. Para detectar picos (ou seja, coortes), ELEFAN I usa uma média móvel (MA) função de suavização, onde os LFDs originais são transformados como diferenças entre a curva suavizada e a original, resultando em uma sequência de positivos (picos) e valores negativos (depressões). O intervalo médio móvel (MA = 5) para ELEFAN I foi escolhido com base na regra de ouro sugerido por Taylor & Mildenberger (2017), onde MA deve ser aproximadamente igual ao número de bins abrangendo as coortes mais jovens.

6.4. MORTALIDADE

O principal método que foi utilizado para estimar a taxa de mortalidade de um estoque pesqueiro é a relação $Z = M + F$.

Coeficiente instantâneo de mortalidade total (Z): O coeficiente de mortalidade total (Z) foi obtido através do método de curva de captura convertido em comprimento (LCCC) (Brananov, 1918; Ricker 1975; Pauly 1983, 1984 a,b). As diferenças entre os parâmetros populacionais (tamanho médio, mediana do tamanho, valores médios de K, L^∞ , etc.) foram testados através do $p_{crit} = 0.05$ usando o teste de permutação não paramétrico (pacote R função *coin Independence_test*, Hothorn et al., 2006).

Coeficiente instantâneo de mortalidade natural (M): foi calculado através da adaptação da formula empírica de Hoenig (Hoenig, 2013) por Then et al. (2015 a,b), definido por $M = 4.899 (t_{max}-0.916)$. t_{max} é a longevidade ou a idade máxima estimada pela equação inversa de crescimento de von Bertalanfy.

Coeficiente instantâneo de mortalidade por pesca (F): Para a obtenção do valor de F, foi subtraído o valor de M por Z, de acordo com a equação principal $Z = M + F$.

7. RESULTADOS

7.1. ESTRUTURA DA POPULAÇÃO

Foram coletados ao longo dos 4 períodos um total de 19.383 indivíduos, sendo: 6.455 do período I (1998 e 1999) (Fêmeas: 2.935; Machos: 3.520); 5.168 do período II (2013/2014) (Fêmeas: 1.993; Machos: 3.175); 4.786 do período III (2016/2017) (Fêmea:1.952; Macho: 2.834) e 2.974 do período IV (2021/2022) (Fêmea: 987; Macho: 1.987).

Para os machos (Figura 3) foi possível observar uma distribuição bimodal entre as classes de LC menores e maiores. Estas classes variaram da seguinte forma: período I de 10,8 a 78,6 mm (média = 43,9 mm); período II de 2,2 a 81,3 mm (média = 42,8 mm); período III de 10 a 79 mm (média = 47,2 mm) e período IV – de 6,4 até 81 mm (média = 46,3 mm). Para as fêmeas (Figura 4), variou: período I de 5,1 até 67,6 mm (média = 43,7 mm); período II de 3,6 até 75,2 mm (média = 42,8 mm); período III de 15,1 até 75,3 mm (média = 47,2 mm) e período IV de 10,7 até 76,8 mm (média = 45,9 mm).

Entre os pontos de coletas também foram registradas a abundância total de indivíduos em cada período amostrado (Figura 5), ou seja, o ponto com maior abundância foi: Período – I ponto 3 (3134); Período II – ponto 4 (2060); Período III – ponto 4 (3979) e Período IV – ponto 3 (1297).

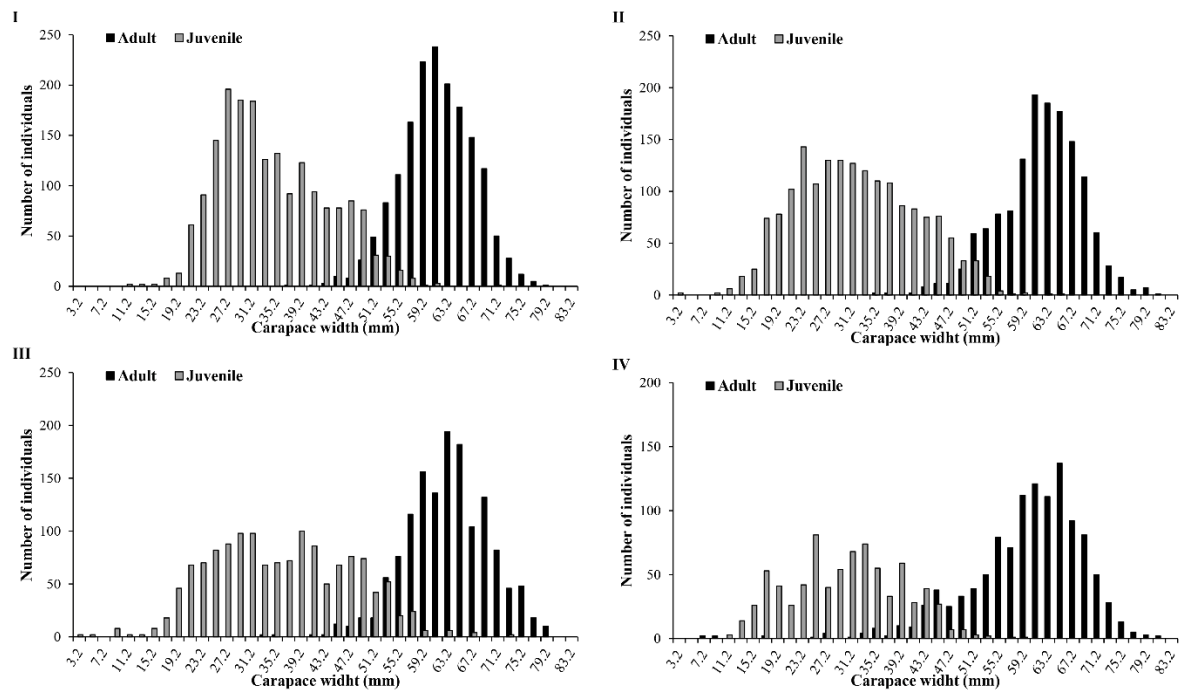


Figura 3 – Abundância de machos de *Callinectes ornatus* (Latreille 1817) por classes de tamanho nos períodos I, II, III e IV.

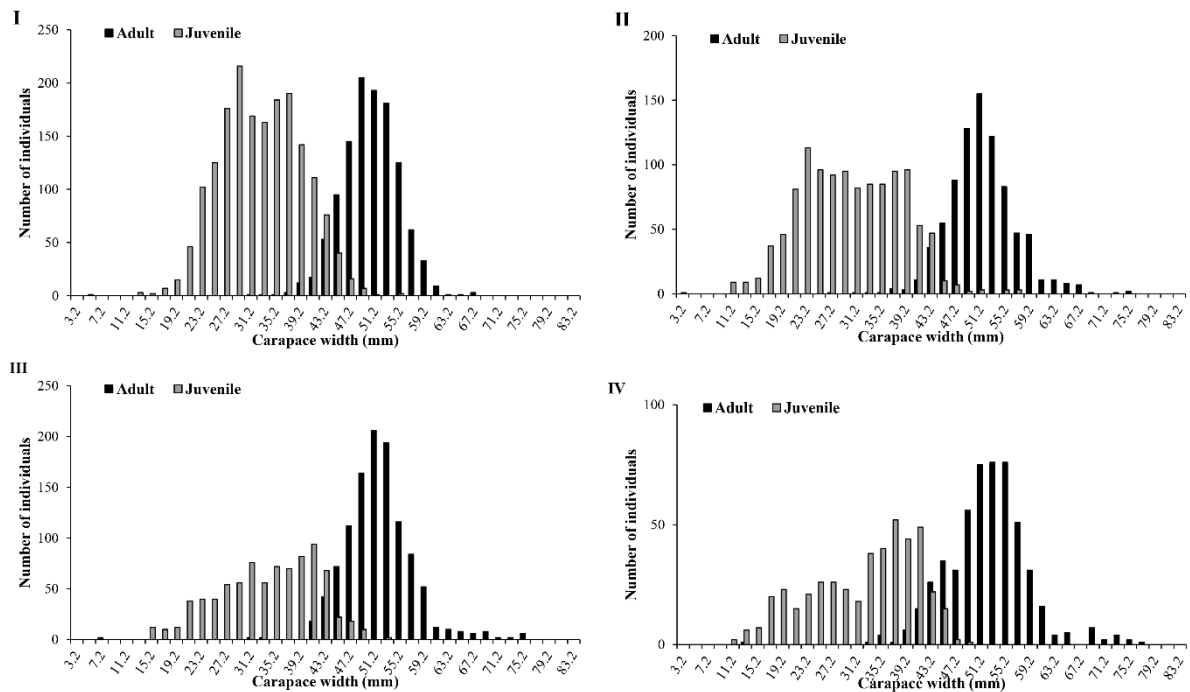


Figura 4 – Abundância de fêmeas de *Callinectes ornatus* (Latreille 1817) por classes de tamanho nos períodos I, II, III e IV.

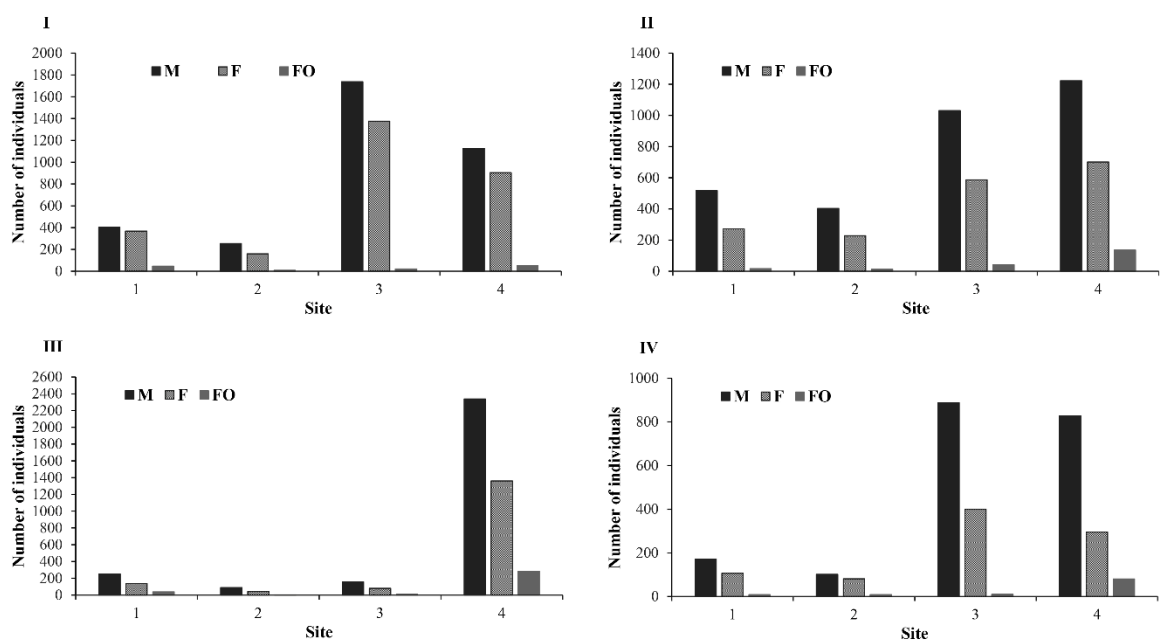


Figura 5 - Abundância de *Callinectes ornatus* (Latreille 1817) machos e fêmeas por pontos de coleta nos períodos I, II, III e IV.

7.2. VARIAÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL DA ABUNDÂNCIA

Foi observado temporalmente diferença na abundância para machos e fêmeas. Para machos, o período I diferiu do II ($p < 0,01$), do IV ($p < 0,01$) e o ponto II do III ($p < 0,01$) e IV ($p = 0,01$) (Kruskal-Wallis, $w = 0,81$). Para as fêmeas, o período I diferiu do II ($p < 0,01$), o período II do III ($p < 0,01$) e do IV $p < 0,01$) (Kruskal-Wallis, $w = 0,84$). Já, com relação aos pontos amostrados, para machos houve diferença entre os pontos 2 e 3 (Anova one-way, $df = 3$; $p \text{ adj.} = 0,03$), e entre 2 e 4 ($p \text{ adj.} < 0,01$). Para as fêmeas, houve diferença entre os pontos 2 e 4 (Anova one-way, $df = 3$; $p \text{ adj.} < 0,01$).

7.3. MATURIDADE SEXUAL GONADAL

Para a maturidade sexual gonadal, os valores de LC_{50} médios para os machos em cada período foram: I – 50,98 mm; II – 49,72 mm; III – 52,32 mm; IV – 43,09 mm (Figura 6). Já para as fêmeas foram: I – 43,82 mm; II – 43,56 mm; III – 43,87 mm; IV – 42,86 mm (Figura 7). Após a comparação destes valores, houve uma diferença para os machos ao comparar o período IV em relação aos demais. Para as fêmeas, não houve diferença entre os períodos (Figura 8).

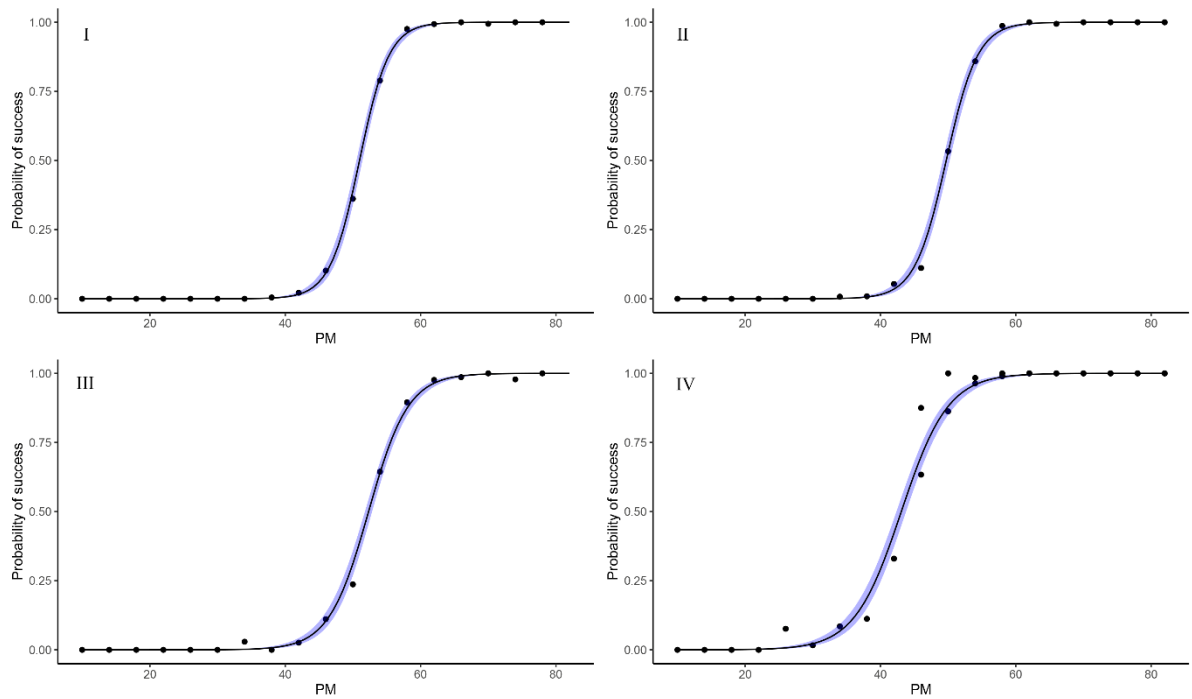


Figura 6 – *Callinectes ornatus* (Latreille 1817). Ajuste da equação logística indicando a largura da carapaça (LC mm) no qual 50% dos machos eram maduros, de acordo com a análise do desenvolvimento gonadal, para os períodos amostrais I, II, III e IV.

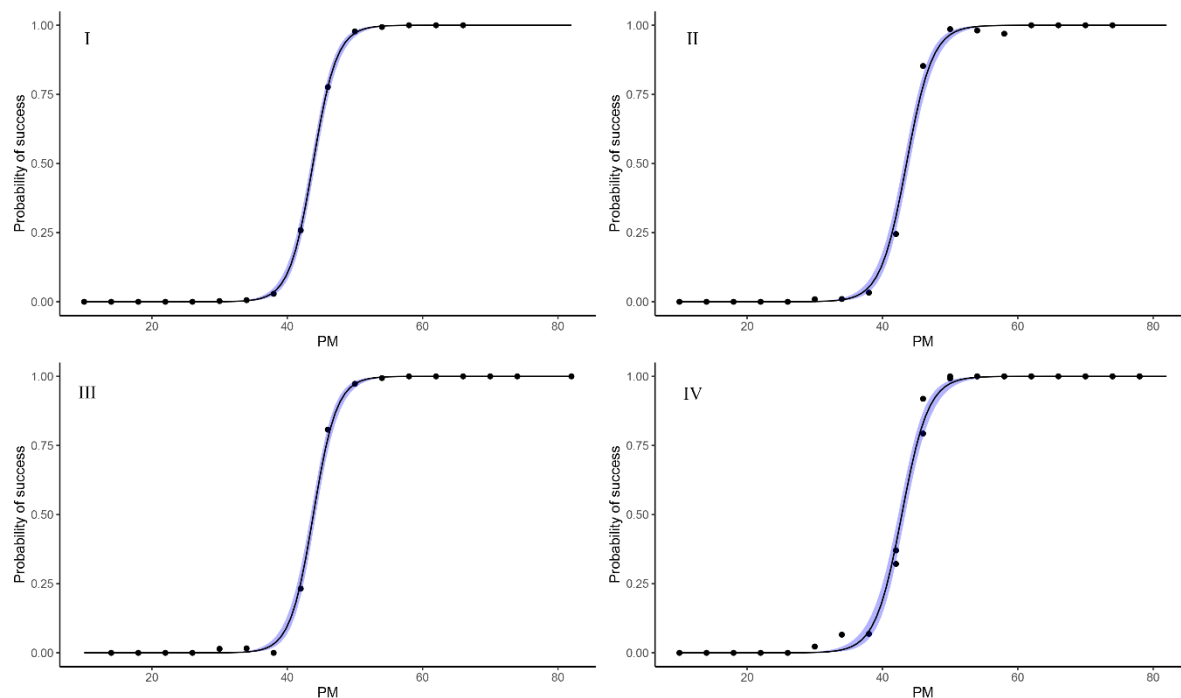


Figura 7 – *Callinectes ornatus* (Latreille 1817). Ajuste da equação logística indicando a largura da carapaça (LC mm) no qual 50% das fêmeas eram maduras, de acordo com a análise do desenvolvimento gonadal, para os períodos amostrais I, II, III e IV.

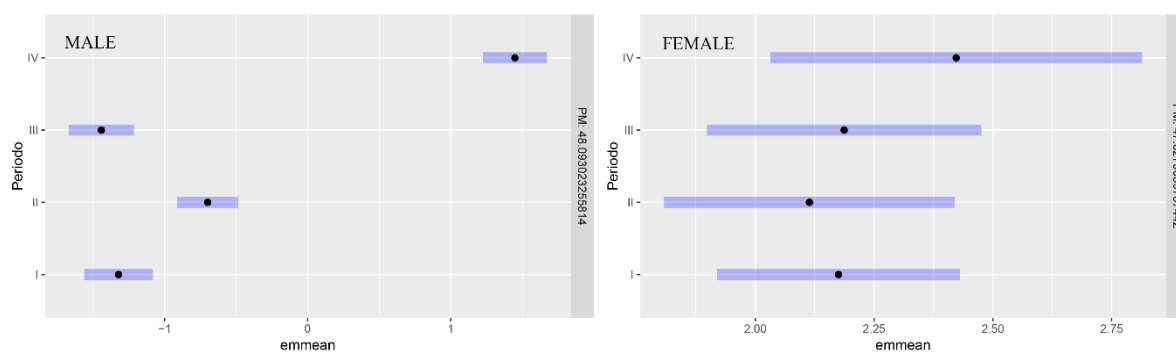


Figura 8 – *Callinectes ornatus* (Latreille 1817). Comparação da diferença dos valores de largura da carapaça (LC mm) entre para os períodos amostrais I, II, III e IV para machos e fêmeas.

7.4. CRESCIMENTO E LONGEVIDADE

Os valores de L_{∞} , K e t de cada período para os machos foram: Período I (L_{∞} : 7.58, K : 1.39 e t : 0.61); Período II (L_{∞} : 8.29, K : 1.45 e t : 0.64); Período III (L_{∞} : 8.05, K : 1.45 e t : 0.55); Período IV (L_{∞} : 8.28, K : 1.44 e t : 0.59) (Figura 9). Já para as fêmeas foram: Período I (L_{∞} : 7.42, K : 1.27 e t : 0.49); Período II (L_{∞} : 7.82, K : 1.36 e t : 0.43); Período III (L_{∞} : 7.74, K : 1.37 e t : 0.30); Período IV (L_{∞} : 7.67, K : 1.24 e t : 0.82) (Figura 10). Outro parâmetro constatado foram os valores de índice de performance de crescimento (Φ'), sendo para os machos: Período I: $\Phi' = 1.88$; Período II: $\Phi' = 1.99$; Período III: $\Phi' = 1.97$ e Período IV: $\Phi' = 2.00$. Para as fêmeas: Período I: $\Phi' = 1.85$; Período II: $\Phi' = 1.92$; Período III: $\Phi' = 1.91$ e Período IV: $\Phi' = 1.86$.

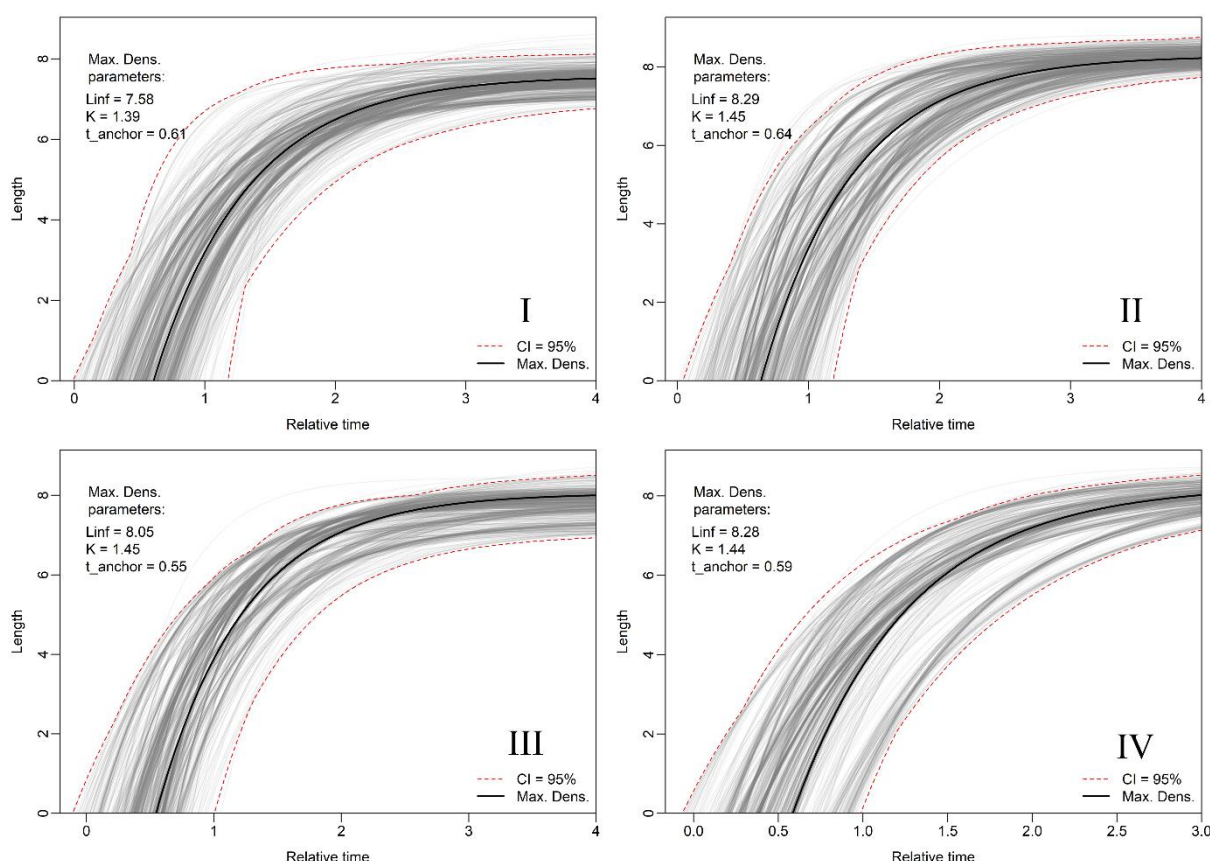


Figura 9 – *Callinectes ornatus* (Latreille 1817). Curvas de crescimento de machos para os períodos amostrais I, II, III, IV.

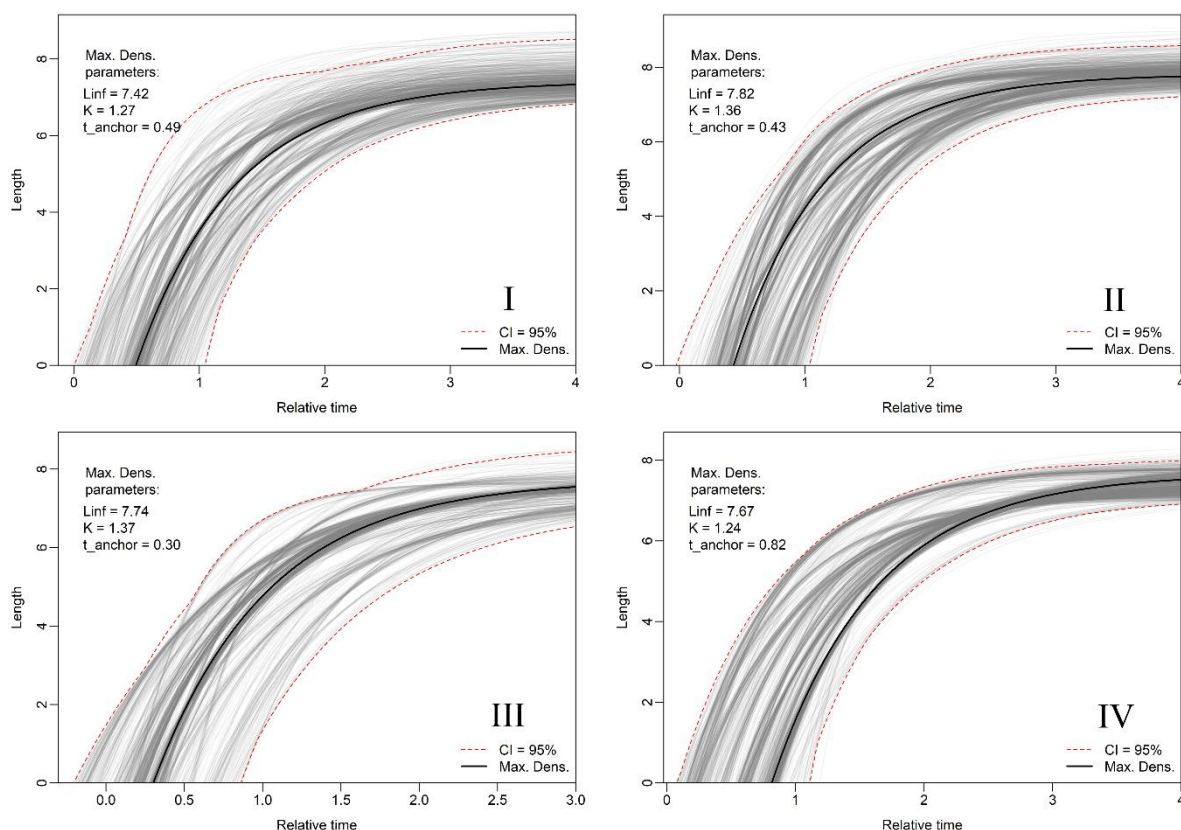


Figura 10 – *Callinectes ornatus* (Latreille 1817). Curvas de crescimento de fêmeas para os períodos amostrais I, II, III, IV.

7.5. MORTALIDADE

Após a aplicação dos testes de mortalidade, foram obtidos os valores de todos os períodos para machos e fêmeas expressos nas tabelas 1 e 2. Para os machos, os períodos que apresentaram os maiores valores de Z, M e F foram: Z: Período II (5,94); M: Período III (2,71); F: Período II (3,25). Para as fêmeas foram: Z: Período I (7,25); M: Período III (2,64); F: Período I (4,72).

Tabela 1 – *Callinectes ornatus* (Latreille 1817). Valores de Z, M e F de machos para os períodos amostrais I, II, III, IV.

Mortalidade Machos				
	Período I	Período II	Período III	Período IV
Z	3,23	5,94	3,49	5,65
M	2,68	2,69	2,71	2,68
F	0,55	3,25	0,78	2,97

Tabela 2 – *Callinectes ornatus* (Latreille 1817). Valores de Z, M e F de fêmeas para os períodos amostrais I, II, III, IV.

Mortalidade Fêmeas				
	Período I	Período II	Período III	Período IV
Z	7,25	7,15	4,92	6,87
M	2,53	2,62	2,64	2,46
F	4,72	4,54	2,29	4,41

8. DISCUSSÃO

Durante os quatro períodos analisados, houve uma maior abundância de machos em relação as fêmeas de *Callinectes ornatus*. Esta espécie apresenta um ciclo de vida complexo, com fases na região estuarina e costeira, além da migração de fêmeas adultas para o mar aberto (Branco e Masunari, 2000; Baptista et al., 2003, Herrera, 2017). Os juvenis desenvolvem-se em áreas mais próximas à costa, local que apresenta condições ambientais (salinidade) favoráveis e baixos índices de predação (Posey et al., 2005). Quando atingem a maturidade sexual, os machos permanecem em regiões de baixa profundidade para acasalarem com as fêmeas, enquanto estas migram para águas mais profundas para desovar e as larvas se dispersaram (Keuneecke et al., 2008). Esse fator é respaldado por este estudo, pois foi observado um número reduzido de fêmeas ovígeras e indivíduos imaturos nos quatro períodos. Outros estudos como Mantellato & Fransozo (1999), Branco e Lunardon-Branco (1993^a) e Branco & Fracasso (2004) também observaram este resultado para águas com profundidades menores que 20 metros.

Outro fator a constatar foi notória a diminuição da abundância da espécie estudada, em que no período I (6.455), correspondente aos anos de 1998 e 1999, e o período II (5.168), correspondente aos meses entre 2013/2014, registrou-se mais indivíduos, mais que o IV (2.974), nos anos de 2021/2022. Uma diferença entre os dois primeiros períodos para os dois últimos foi verificada, tanto para machos, quanto para fêmeas. Esta diminuição da abundância provavelmente esteve também relacionada a captura intensiva da espécie na pesca de arrasto presente em Ubatuba (Gomes, 2011). Um fator que corrobora são os valores encontrado neste estudo para a mortalidade por pesca. A região de Ubatuba se destaca pela pesca de arrasto camaroeiro, onde o seu

principal alvo é o camarão-rosa e o camarão-sete-barbas (Lopes, 2008; Mantellato et al., 2016).

Nos períodos estudados, o peso de crustáceos capturados pelas redes de arrasto esteve sempre acima de 150 toneladas, sendo que no período I foi relatado cerca de 670 toneladas de crustáceos pescados em Ubatuba (Relatório do Instituto de Pesca – <http://www.propesq.pesca.sp.gov.br>). Com isso, pode-se esperar uma grande captura de portunídeos considerados fauna acompanhante (Fondo et al., 2015; Fransozo et al., 2016). E por serem uma espécie muito presente na costa Brasileira, em especial a costa da região sudeste (Carvalho e Couto, 2011), acabam sendo umas das espécies mais afetadas por esta pesca. Um estudo realizado por Silva et al. (2014), na costa do Ceará, encontrou uma média de 0,5 indivíduos de *Callinectes ornatus* por Kg de camarão capturado. Já na costa de São Paulo, Katz et al. (2016) encontraram valores que variaram de 0,09 a 0,31 indivíduos por Kg de camarão capturado, representado cerca de 0,5%.

Esse padrão de diminuição na abundância também foi encontrado por Gomes (2011) estudando *C. ornatus* na Enseada da Fortaleza (Ubatuba), onde ao comparar seus resultados com os autores Negreiros-Fransozo e Fransozo (1995) e Pinheiro et al. (1997). Foi observado um decréscimo na população, onde os estudos de 1995 e 1997 encontraram cerca de 2217 indivíduos, enquanto o estudo de 2011, 921 indivíduos. Esse padrão foi explicado, além da influência de fatores ambientais, pela forte e constante pesca que ocorre na região e acarreta na diminuição da abundância total de indivíduos.

Em todos os períodos analisados, os machos atingiram a maturidade sexual com valores de LC₅₀ médios maiores que os das fêmeas. O mesmo também foi observado

em estudos como Carvalho et al., 2011 em Ilhéus (BA), Mantellato e Fransozo, 1996 em Ubatuba (SP), Baptista et al., 2003 em Pontal do Paraná (PR) e Branco e Fracasso, 2004 em Penha (SC), o que é comum em muitos braquiúros.

Esse padrão está associado a alocação de energia de cada sexo. As fêmeas investem mais energia em atividades reprodutivas, como a produção de ovos e maturação das gônadas enquanto os machos, mais energia em crescimento somático (Abrams, 1988; Mantellato e Fransozo, 1996; Baptista et al., 2003; Carvalho et al., 2010). Este crescimento é uma importante adaptação para disputas intraespecíficas por alimentos e fêmeas, além de facilitar a manipulação das fêmeas durante a cópula (Baptista et al., 2003).

Para as fêmeas não houve diferença estatística significativa entre os valores de maturidade (LC 42,85 até 43,86 mm). Entretanto, para os machos, os testes apontaram uma diferença significativa no período IV, onde o valor da maturidade sexual diminuiu do intervalo de 49,72 a 52,32 para LC 43,08 mm. Esta diferença pode estar atrelada a atividade pesqueira de arrasto constante que ocorre nesta região, principalmente em profundidades até 20 m onde ocorre a presença dos camarões sete barbas (Costa et al. 2007).

Autores como Kaiser (2002), Klôh e Di Benedetto (2010), Sardá (2013) e Teles (2019), evidenciaram alterações na maturidade sexual em diferentes populações de caranguejos, visto que a malha das redes de arrasto seleciona os indivíduos maiores. Considerando que as fêmeas migram para profundidades maiores para completar seu desenvolvimento (Keunecke 2008), os machos por viverem em áreas mais rasas podem ser mais capturados devido ao seu tamanho e serem mais consumidos. No período I, o qual correspondeu aos anos de 1998 e 1999, foi verificado para os machos

uma diferença significativa no tamanho dos indivíduos amostrados em comparação aos outros períodos (menores).

Os machos apresentaram tamanho assintótico (L_{∞}) maior do que as fêmeas nos 4 períodos, corroborando aos estudos já realizados com os portunídeos. Grande parte da energia metabólica é direcionada para o crescimento somático nos machos, enquanto que nas fêmeas os maiores gastos energéticos são direcionados para o desenvolvimento ovariano (Hartnoll, 1985; Avila e Branco, 1996; Baptista-Metri et al., 2005; Fernandes et al., 2006; Herrera, 2017).

A idade de crescimento infinito (t) é um importante parâmetro em estudos de crescimento de crustáceos, incluindo os portunídeos. Diferentes espécies de portunídeos podem ter valores de t diferentes, o que pode refletir diferenças na taxa de crescimento e na idade de maturidade sexual. Neste trabalho, obtivemos uma média dos 4 períodos de t de 0,59 anos para machos e 0,51 anos para fêmeas.

O estudo de Gomes et al. (2006) compararam os valores de t de *Callinectes sapidus* e *Callinectes danae* na região de Cananéia, São Paulo. Os valores de t para *C. sapidus* e *C. danae* foram 1,26 anos e 1,19 anos, respectivamente. No trabalho de Smith et al. (2014), também em Cananéia, foram comparados os valores de t de duas populações de *Callinectes danae*. Os valores de t para as populações de *C. danae* foram 1,03 anos e 1,33 anos. Comparando com estes trabalhos, pode-se notar que os valores encontrados neste estudo são mais precoces que os valores de outras espécies do gênero.

Em geral, os valores de t podem variar entre diferentes espécies e populações de portunídeos no estado de São Paulo. Essas diferenças podem estar relacionadas a fatores como a taxa de crescimento, a idade de maturidade sexual e a disponibilidade

de recursos no ambiente. A comparação dos valores de t entre espécies e populações pode ajudar a entender melhor a biologia e a ecologia desses crustáceos em diferentes habitats.

Por fim, quando analisados a mortalidade, pode-se observar que o coeficiente de mortalidade natural (M), apresentou valores muito próximos para machos e fêmeas, e quando comparados os períodos. Já a mortalidade por pesca (F), o padrão observado foi valores maiores para fêmeas em comparação aos machos. Esses padrões foram registrados tanto por Keunecke (2006), estudando a Baía de Guanabara, quanto por Santos (2003), estudando a enseada de Balneário Camboriú. Quando comparados os valores de mortalidade total (Z) de ambos os sexos, as fêmeas também apresentam valores maiores que os machos. Estes podem ser explicados devido ao fato de as fêmeas migrarem por uma maior região de pesca se comparados com os machos, que são encontrados principalmente em regiões mais rasas e protegidas (Santos, 2003).

Devido a nítidas alterações, novos meios de proteção e manejo se fazem necessários para que a espécie possa ser conservada. O defeso (1 de março a 31 de maio), um dos principais meios de proteção presente na região de Ubatuba, vem se mostrando ineficaz para a proteção do *Callinectes ornatus*, visto que apesar dos portunídeos apresentarem desovas múltiplas (Pinheiro e Fransozo, 1999 e 2002), o *Callinectes ornatus* apresenta picos de recrutamento focados no segundo semestre (julho – agosto e novembro – dezembro) (Baptista et al., 2003).

Outra razão para a ineficácia do defeso na proteção do *C. ornatus* é a pesca ilegal, que continua ocorrendo durante o período de proibição. Um estudo realizado por Vasconcelos e colaboradores (2018) na Baía de Guanabara, no Rio de Janeiro, Brasil,

mostrou que a pesca ilegal de siri-azul era mais frequentes durante o defeso do que em outros períodos do ano.

Diante desse cenário, diversos países têm adotado outras estratégias para proteger o *C. ornatus* e outras espécies de caranguejos. Uma das medidas mais eficazes tem sido a implementação de áreas de proteção ambiental, como as Unidades de Conservação Marinhas, que proíbem a pesca e outras atividades humanas em determinadas áreas. Um estudo realizado por Heppell e colaboradores (2016) na costa do Pacífico dos Estados Unidos mostrou que as áreas protegidas resultaram em um aumento significativo da abundância e do tamanho dos caranguejos, incluindo o *C. ornatus*. Outra estratégia adotada em alguns países é a criação de programas de aquicultura para a produção de caranguejos em cativeiro, reduzindo a pressão sobre as populações selvagens.

9. CONCLUSÕES

Os resultados apontaram para uma clara evidência da diminuição da abundância total de *Callinectes ornatus* decorrente da pesca de arrasto na região nos últimos anos, validando a hipótese levantada nesse estudo. Entretanto, quando comparados os parâmetros de maturidade sexual, crescimento e mortalidade, foi visto que apenas alguns períodos mostraram diferenças para estas variáveis, refutando a segunda hipótese. A alta mortalidade de fêmeas em comparação aos machos evidência uma necessidade de outros métodos de manejo para a espécie, já que métodos de proteção para outras espécies como o defeso, não tem surgido efeito. Dentre esses métodos, pode-se avaliar o manejo sustentável da pesca como arrastos mais

espaçados tanto entre localidades, além do incentivo da utilização do *C. ornatus* como fonte alimentar ou para outros fins, como isca para outras espécies.

10. REFERÊNCIAS

- Ab'Saber, A.N. 2001. Litoral do Brasil – Brazilian Coast. Metalivros, São Paulo, 286p.
- Abrams, P. A. 1988. Sexual difference in resource use in hermit crabs: consequences and causes. In: Chelazzi, G. & Vanninni, M. (Eds.), Behavioral Adaptations to Intertidal Life. Plenum, New York, p. 283-296.
- Avila, M. G; Branco, J. O. 1996. Bioecological aspects of *Arenaeus cribrarius* (Lamarck) (Decapoda, Portunidae) from Praia da Barra da Lagoa, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, 13(1): 165–174.
- Ba, K.; Thiaw, M.; Fall, M.; Thiam, N.; Meissa, B.; Jouffre, D.; Thiaw, O. T.; Gascuel, D. 2018. Long-term fishing impact on the Senegalese coastal demersal resources: diagnosing from stock assessment models. Aquatic Living Resources, 31, 8.
- Baptista, C.; Pinheiro, M. A. A.; Blankensteyn, A., Borzone, C. A. 2003. Estrutura populacional de *Callinectes ornatus* Ordway (Crustacea, Portunidae) no Balneário Shangri-Lá, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, 20(4): 661–666.
- Baptista-Metri, C.; Pinheiro, M. A. A.; Blankensteyn, A.; Borzone, C. A. 2005. Biologia populacional e reprodutiva de *Callinectes danae* Smith (Crustacea, Portunidae), no Balneário Shangri-lá, Pontal do Paraná, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, 22(2): 446–453.
- Baranov, T. I. 1918. On the question of the biological basis of ž sheries. Nauchn Issledov. Ikhtiologicheskii Inst. Izv. 1:81–128.
- Bertini, G.; Fransozo, A. 2004. Bathymetric distribution of brachyurans (Crustacea, Decapoda) communities in soft bottom from southeastern Brazil. Marine Ecology Progress Series, 279: 193–200.
- Branco, J. O.; Lunardon-Branco, M. J. 1993. Aspectos da biologia de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) da região de Matinhos, Paraná, Brasil. Arquivos de Biologia e Tecnologia, 36(3):489-496.
- Branco, J. O.; Masunari, S. 2000. Reproductive ecology of the blue crab, *Callinectes danae* Smith, 1869 in the Conceição Lagoon System, Santa Catarina Isle, Brazil. Revista Brasileira de Biologia, 60(1): 17–27
- Branco, J. O.; Fracasso, H. A. A. 2004. Biologia populacional de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, 21(1):91-96.
- Carvalho, F.L.; Souza-Carvalho, E.A.; Couto, E.C.G. 2010. Comparative analysis of the distribution and morphological sexual maturity of *Persephona lichtensteinii* and *P. punctata* (Brachyura, Leucosiidae) in Ilhéus, BA, Brazil. Nauplius, 18(2):109-115.

Carvalho, E.A.S.; Carvalho, F.L.; Couto, E.C.G. 2011. Maturidade sexual em *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (crustacea: decapoda: portunidae) no litoral de Ilhéus, BA, Brasil. Papéis Avulsos de Zoologia, v. 51, p. 367-372

Carvalho-Batista, A.; Terossi, M.; Zara, F. J.; Mantelatto, F. L.; Costa, R. C. 2019. 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(1), 1-19.

Castro Filho, B. M. D.; Miranda, L. B. D.; Miyao, S. Y. 1987. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. Boletim do Instituto Oceanográfico, 35, 135-151.

Costa, T. C.; Negreiros-Fransozo, M. L. 1998. The reproductive cycle of *Callinectes danae* Smith, 1869 (Decapoda, Portunidae) in the Ubatuba region, Brazil. Crustaceana, Leiden, 71 (6): 615-627.

Costa, T. M., Silva, T. P., Souza, A. T., & Lima, I. D. 2016. Effects of fishing on the population structure and growth dynamics of the blue crab *Callinectes sapidus* (Decapoda: Portunidae) in a tropical estuary in southeastern Brazil. Fisheries Research, 181, 53-62.

Costa, R.C.; Carvalho-Batista, A.; Herrera, D.R.; Pantaleão, J.A.F.; Teodoro, S.S.A.; Davanzo, T.M. 2016. Carcinofauna acompanhante da pesca do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* em Macaé, Rio de Janeiro, sudeste brasileiro. Boletim do Instituto de Pesca, 42(3): 61–624.

Mehanna, S.; G Desouky, M.; E Farouk, A. 2019. Population dynamics and fisheries characteristics of the Blue Crab *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1896) as an invasive species in Bardawil Lagoon, Egypt. Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries, 23(2), 599-611.

Franco, A. C. N. P.; Junior, R. S., Pierri, N.; dos Santos, G. C. 2018. Levantamento, sistematização e análise da legislação aplicada ao defeso da pesca de camarões para as regiões sudeste e sul do Brasil. Boletim do Instituto de Pesca, 35(4), 687-699.

Fransozo, A.; Souza, A.N.; Rodrigues, G.F.B.; Telles, J.N.; Fransozo, V.; Negreiros-Fransozo, M.L. 2016. Crustáceos decápodes capturados na pesca do camarão-sete-barbas no sublitoral não consolidado do litoral norte do estado de São Paulo, Brasil. Boletim do Instituto de Pesca, 42(2): 369–386.

Fernandes, J.M.; Rosa, D.M.; Araujo, C.C.V.; Ripoli, L.V. & Santos, H.S. 2006. Biologia e distribuição temporal de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Crustacea, Portunidae) em uma praia arenosa da Ilha do Frade, Vitória-ES. Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão, 20: 59–71.

Fischer, S.; Wolff, M. 2006. Fisheries assessment of *Callinectes arcuatus* (Brachyura, Portunidae) in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. Fisheries Research, 77: 301–311.

Fondo, E. N.; Chaloupka, M.; Heymans, J. J.; Skilleter, G. A. 2015. Banning fisheries discards abruptly has a negative impact on the population dynamics of charismatic marine megafauna. PLoS One, 10(12), e0144543.

Gayanilo Jr, F. C., Sparre, P.; Pauly, P. 1996. Fisat: fao-iclarm stock assessment tools. user's manual. Computerized Information Series: Fisheries (FAO).

Gayanilo Jr, F. C.; Pauly, P. 1997. FiSAT: FAO-ICLARM stock assessment tools. Reference manual. Computerized Information Series: Fisheries (FAO).

Gomes, M. A., Fransozo, A., & Negreiros-Fransozo, M. L. 2006. Crescimento relativo de *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1896) e *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Decapoda, Portunidae) na região estuarina de Cananéia, São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, 23(1), 174-180.

Gomes, R. D. R. 2011. Distribuição espaço-temporal, estrutura populacional e biologia reprodutiva de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 na enseada da Fortaleza, Ubatuba (SP), Brasil.

Haefner, P.A.Jr. 1990. Morphometry and size at maturity of *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) in Bermuda. Bulletin of Marine Science, 46(2): 274–286.

Hartnoll, R.G. 1985. Growth, sexual maturity and reproductive output. In: Wenner, A. (ed) Crustacean issues, Vol 3. Balkema Press, Rotterdam, 101– 128.

Heppell, S. S., Fodrie, F. J., Havel, L., Kimbro, D. L., Lindberg, W. J., McClenachan, L., ... & Williams, I. D. 2016. Science-based and stakeholder-driven marine protected area network design: a case study from the US Pacific. Ocean & Coastal Management, 126, 29-42.

Herrera, D. R. 2017. Distribuição, estrutura populacional, reprodução e crescimento de *Callinectes danae* Smith, 1869 e *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) na região de Cananéia, Litoral Sul Paulista. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. UNESP Botucatu.

Hoening, J.M., 2013. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates.

Hothorn, T., Hornik, K., Van de Wiel, M.; Zeileis, A. 2006. COIN: conditional inference procedures in a permutation test framework. World Wide Web electronic publication, accessible at <https://cran.r-project.org/web/packages/coin/coin.pdf>

Jomar, J. M. P. 2021. Pesca artesanal e morfometria do siri-vermelho *Callinectes bocourti* A. Milne-Edwards, 1879 [in A. Milne-Edwards, 1873-1880] em um estuário amazônico. Tese de Doutorado. UFRA/Campus Belém.

Kaiser, M. J., Collie, J. S., Hall, S. J., Jennings, S.; Poiner, I. R. 2002. Modification of marine habitats by trawling activities: prognosis and solutions. Fish and fisheries, 3(2), 114-136.

Kamalakkannan, P. 2015. Studies on habitat distribution and diversity of brachyuran crabs in Pondicherry mangrove environments, southeast coast of India. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies, 2(4): 370– 373.

Katz, L. S., Barreto, T. O., & Castilho, A. L. 2016. Composition and abundance of the ichthyofauna and bycatch of shrimp fishery on the southern coast of São Paulo State, Brazil. *Biota Neotropica*, 16(2), e20150058.

Keunecke, K. A. 2006. Efeito da pesca de arrasto do camarão-rosa sobre a dinâmica populacional de *Callinectes danae* e *Callinectes ornatus* (Crustacea, Portunidae), na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil.

Keunecke, K. A., D'Incao, F.; Fonseca, D. B. 2007. Growth and mortality of *Hepatus pudibundus* (Crustacea: Calappidae) in south-western Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87(4), 885-891.

Keunecke, K. A., D'Incao, F., Moreira, F. N., Silva Jr, D. R.; Verani, J. R. 2008. Idade e crescimento de *Callinectes danae* e *C. ornatus* (Crustacea, Decapoda) na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*, 98, 231-235.

King, C. J.; Gregory, R. S.; Morris, C. J.; Sargent, P. S.; Porter, D. 2022. Cumulative effects of long-term anthropogenic impacts on resident fish communities in subarctic fishing harbours. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, e108084.

Klôh, A. D. S.; Di Benedetto, A. P. M. 2010. Estrutura populacional do siri-baú, *Hepatus pudibundus* (Herbst 1785) no Norte do Estado do Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, 10, 463-467.

Lenth, R.V. 2016. Least-Squares Means: The R Package lsmeans. *Journal of Statistical Software*, 69(1), 1-33. doi:10.18637/jss.v069.i01

Lopes, M. 2008. Ecologia populacional dos camarões- rosa, *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) e *F. paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) (Decapoda: Dendrobranchiata: Penaeidae) em áreas de berçário do litoral norte de São Paulo. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". UNESP Botucatu. 175f.

López-Martínez, J.; López-Herrera, L.; Valdez-Holguín, J. E.; Rábago-Quiroz, C. H. 2014. Population dynamics of the swimming crabs *Callinectes* (Portunidae) components of shrimp bycatch in the eastern coast of the Gulf of California. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 49(1), 17-29.

Mantelatto, F. L. M. 1995. Biologia reprodutiva de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) na região de Ubatuba (SP), Brasil. Tese de Doutorado. Botucatu, UNESP, 147p.

Mantelatto, F.L.M. & Fransozo, A. 1996. Size at sexual maturity in *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba Region (SP), Brazil. *Nauplius*, 4:29-38.

Mantelatto, F.L.M.; Fransozo, A. 1997. Fecundity of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Crustaceana*, 70: 214–226.

Mantelatto, F.L.M.; Fransozo, A. 1999. Reproductive biology and moulting cycle of the crab *Callinectes ornatus* (Decapoda, Portunidae) from the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Crustaceana*, 72(1), 63-76.

Mantelatto, F.L.M.; Fransozo, A. 2000. Brachyuran community in Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo state, Brazil. *Journal of Shellfish Research*, 19:701–709

Mantelatto, F. L.; Bernardo, C. H.; Silva, T. E.; Bernardes, V. P.; Fransozo, A. 2016. Composição e distribuição de crustáceos decápodes associados à pesca do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) no litoral norte do Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42(2), 307-326.

Mantelatto, F. L.; Bernardo, C. H.; Silva, T. E.; Bernardes, V. P.; Fransozo, A. 2018. Composição e distribuição de crustáceos decápodes associados à pesca do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) no litoral norte do estado de São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42(2), 307-326.

Mantelatto, F. L.; Tamburus, A. F.; Magalhães, T.; Buranelli, R. C.; Terossi, M.; Negri, M.; Castilho, A. L.; Costa, R. C.; Zara, F. J. 2020. Checklist of decapod crustaceans from the coast of the São Paulo state (Brazil) supported by integrative molecular and morphological data: III. Infraorder Brachyura Latreille, 1802. *Zootaxa*, 4872(1), 1-108.

Melo, G.A.S. 1996. Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro. São Paulo: Editorial Plêiade.

Mildenberger, T. K.; Taylor, M. H.; Wolff, M. 2017. “TropFishR: an R package for fisheries analysis with length-frequency data.” *Methods in Ecology and Evolution*, 8(11), 1520-1527. ISSN 2041-210X, doi: 10.1111/2041-210X.12791

Negreiros-Fransozo, M. L., & Fransozo, A. 1995. On the distribution of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 and *Callinectes danae* Smith, 1869 (Brachyura, Portunidae) in the Fortaleza Bay, Ubatuba, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, 79, 13-25.

Pauly, D., & David, N. 1981. ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. *Meeresforschung*, 28(4), 205-211.

Pauly, D. 1983. Length-converted catch curves: a powerful tool for fisheries research in the tropics – (part 1). *Fishbyte*, 1(2): 9-13.

Pauly, D. 1984a. Length-converted catch curves: a powerful tool for fisheries research in the tropics (part 2). *Fishbyte*, 2(1): 17-19.

Pauly, D. 1984b. Length-converted catch curves: a powerful tool for fisheries research in the tropics (part 3). *Fishbyte*, 2(3): 9-10.

PeakFit, R. V. 1999. 4.12. Systat Software Inc., San Jose, California, USA

Pestana, S. S.; Viana, A. R. C.; Diniz, A. L. C.; de Sousa, D. B.; de Almeida, Z. D. S. 2020. Comparação entre a produção pesqueira do camarão branco e a fauna de siris do gênero *Callinectes* na pesca de zangaria no Município de Raposa, Maranhão–Brasil. Brazilian Journal of Development, 6(2), 7732-7749.

Pinheiro, M. A. A., Fransozo, A., & Negreiros-Fransozo, M. L. 1997. Dimensionamento e sobreposição de nichos dos portunídeos (Decapoda, Brachyura), na Enseada da Fortaleza, Ubatuba, São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, 14, 371-378.

Pinheiro, M. A. A., & Fransozo, A. 1999. Reproductive behavior of the swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Brachyura, Portunidae) in captivity. Bulletin of Marine Science, 64(2), 243-253.

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

Posey, M. H.; Alphin, T. D.; Harwell, H.; Allen, B. 2005. Importance of low salinity areas for juvenile blue crabs, *Callinectes sapidus* Rathbun, in the river dominated estuaries of southeastern United States. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 319:81-100.

R Core Team. 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd. Canada 191, 1-382.

Righi, B. D. P.; Abujamara, L. D.; Barcarolli, I. F.; Jorge, M. B.; Zebral, Y. D.; Costa, P. G., ...; Bianchini, A. 2022. Response of biomarkers to metals, hydrocarbons and organochlorine pesticides contamination in crabs (*Callinectes ornatus* and *C. bocourti*) from two tropical estuaries (São José and São Marcos bays) of the Maranhão State (northeastern Brazil). Chemosphere, 288, 132649.

Rivera-Velázquez, P. J.; Aragón-Noriega, E. A.; Rodríguez-Domínguez, G.; Pérez-González, R.; Castillo-Vargasmachuca, S. G. 2018. Growth, maturity and mortality of the blue crab *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) in a Mexican coastal lagoon. Crustaceana, 91(6), 659-675.

.

Salvat-Leal, I.; Verdiell, D.; Parrondo, P.; Barcala, E.; Romero, D. 2020. Assessing lead and cadmium pollution at the mouth of the river Segura (SE Spain) using the invasive blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun, 1896, Crustacea, Decapoda, Portunidae) as a bioindicator organism. Regional Studies in Marine Science, 40, 101521.

SANTOS, W 2003. Dinâmica populacional do siri azul *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda: Portunidae) na enseada de Balneário Camboriú, SC, Brasil. Rio Grande, 46p. 2013. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande–FURG.

Santos, M. D. C. F.; SILVA, C.; Almeida, L. 2009. Aspectos da biologia populacional do sirí *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Crustacea, Portunidae), espécie acompanhante da pesca de camarão-sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Penaeidae), no município de Caravelas (Bahia–Brasil). Boletim Técnico e Científico do CEPENE, 17(1), 77-88.

Santos, E. B., Mantilla, S. P. S., Silva, R. A., Canto, A. C. V. C., Nunes, E. S. C. L., Franco, R. M., & Jesus, E. F. O. 2010. Radiação gama na redução da microbiota de carne de sirí (*Callinectes sapidus*) pré-cozida, congelada e inspecionada. Boletim do Instituto de Pesca, 36(3), 175-183.

Sardá, F. D. O., Machado, I. F., Prata, P. F. S., & Dumont, L. F. C. 2013. Population biology of the box crab *Hepatus pudibundus* (Crustacea: Aethridae) off the coast of Santa Catarina State, Southern Brazil.

Severino-Rodrigues, E.; Pita, J.B.; Graça-Lopes, R. 2001. Pesca artesanal de siris (Crustacea, Decapoda, Portunidae) na região estuarina de Santos e São Vicente (SP), Brasil. Boletim do Instituto de Pesca, 27(1): 7–19.

Sforza, R.; Nalesso, R.C.; Joyeux, J.C. 2010. Distribution and population structure of *Callinectes danae* (Decapoda: Portunidae) in a tropical Brazilian estuary. Journal of Crustacean Biology, 30(4):597–606.

Silva, C. N., Broadhurst, M. K., Medeiros, R. P., & Dias, J. H. 2013. Resolving environmental issues in the southern Brazilian artisanal penaeid-trawl fishery through adaptive co-management. Marine Policy, 42, 133-141.

Silva, J. L. P. R. D., Mota, F. S., Batista, L. C., & Lopes, P. R. 2014. Avaliação da fauna acompanhante da pesca de camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) na costa do Ceará. Arquivos de Ciências do Mar, 47(2), 40-47.

Simith, D. J. B., Rodrigues, R. L., Cobo, V. J., & Fransozo, A. 2014. Crescimento relativo de *Callinectes danae* Smith (Crustacea, Decapoda, Portunidae) em duas populações no estuário de Cananéia, São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, 31(4), 279-287.

Skaggs, H.S.; Henry, R.P. 2002. Inhibition of carbonic anhydrase in the gills of two euryhaline crabs, *Callinectes sapidus* and *Carcinus maenas*, by heavy metals. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, 133(4): 605–612.]

Sturges, H.A. 1926. The choice of a Class Interval. Journal of the American Statistical Association, 21(153): 65-66.

Teles, J. N. 2019. Dinâmica populacional do caranguejo baú *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Decapoda: Aethroidea) numa área de pesca intensa: comparação num intervalo de 20 anos

Then, Amy Y., Hoenig, J.M., Gedamke, T., Ault, J.S., 2015a. Transactions of the American Fisheries society comparison of two length-based estimators of total mortality: A simulation approach. <http://dx.doi.org/10.1080/00028487.2015.1077158>.

Then, Amy Y., Hoenig, J.M., Hall, N.G., Hewitt, D.A., 2015b. Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate using information on over 200 fish species. ICES J. Mar. Sci. 72, 82–92. <http://dx.doi.org/10.1093/icesjms/fsu136>

Torrejon-Magallanes, J. 2018. sizeMat: Estimate Size at Sexual Maturity. R package version 1.0.0. <https://CRAN.R-project.org/package=sizeMat>

Tudesco, C. C.; Fernandes, L. P.; Di Benedetto, A. P. M. 2012. Estrutura populacional do siri *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Brachyura: Portunidae) capturado incidentalmente na pesca de camarão no litoral norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil. Biota Neotropica, 12, 93-98.

Vasconcelos, F. R., de Souza, C. F., da Costa, R. M., Mafra Jr, L. L., & Castro, M. A. F. 2018. Illegal fishing and behavioral responses of blue land crabs in Guanabara Bay, Brazil. Marine Policy, 88, 95-100

Von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth. Human Bio1ogy, 10: 181-213.

Walters, E. A.; Crowley, C. E.; Gandy, R. L.; Behringer, D. C. 2022. A reflex action mortality predictor (RAMP) for commercially fished blue crab *Callinectes sapidus* in Florida. Fisheries Research, 247, 106188.

ZAR, J.H. 1999. Biostatistical Analysis. 2nd edition. Prentice-Hall, New Jersey.

Zhang, R.; Liu, Y.; Tian, H.; Liu, S.; Zu, K.; & Xia, X. 2022. Impact of climate change on long-term variations of small yellow croaker (*Larimichthys polyactis*) winter fishing grounds. FRONTIERS IN MARINE SCIENCE, 9.