

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – CAMPUS DE BOTUCATU

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ZOOLOGIA

Dissertação de Mestrado

DINÂMICA POPULACIONAL DO CARANGUEJO *Hepatus pudibundus* (HERBST, 1785) ADJACENTE À BAIÁ DA BABITONGA NA REGIÃO NORTE DO LITORAL DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Jhessy Santos Nunes

Orientador: Prof. Dr. Gilmar Perbiche Neves

Coorientador: Prof. Dr. Antonio Leão Castilho

Botucatu - SP

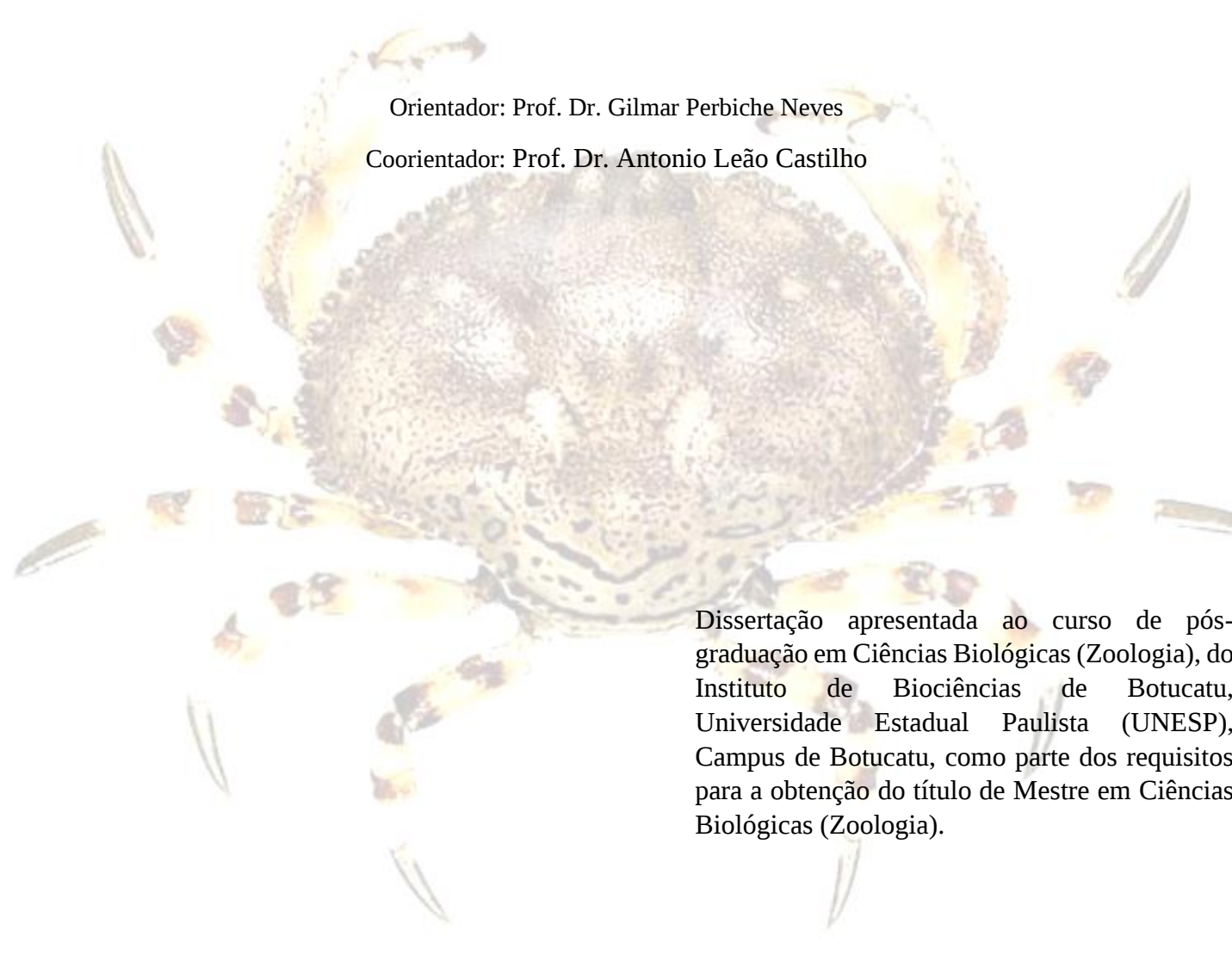
2022

DINÂMICA POPULACIONAL DO CARANGUEJO *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) ADJACENTE A BAÍA DA BABITONGA NA REGIÃO NORTE DO LITORAL DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Jhessy Santos Nunes

Orientador: Prof. Dr. Gilmar Perbiche Neves

Coorientador: Prof. Dr. Antonio Leão Castilho



Dissertação apresentada ao curso de pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), do Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia).

Botucatu - SP

2022

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Nunes, Jhessy Santos.

Dinâmica populacional do caranguejo *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) adjacente a baía da babitonga na região norte do litoral do estado de Santa Catarina / Jhessy Santos Nunes.
- Botucatu, 2022

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Gilmar Perbiche Neves

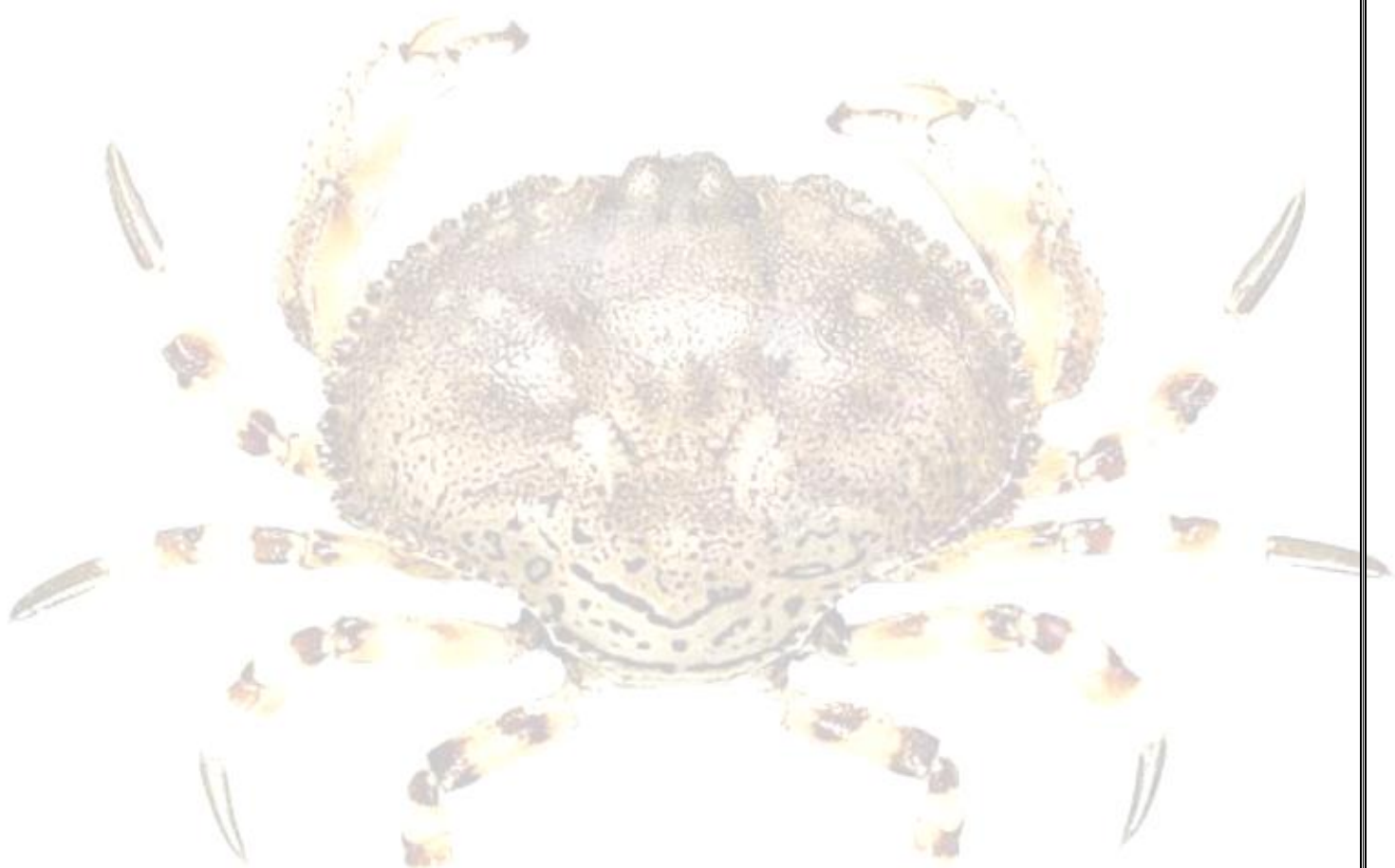
Coorientador: Antonio Leão Castilho

Capes: 20402007

1. Dinâmica populacional. 2. Caranguejo. 3. Decápode (Crustáceo).

Palavras-chave: Abundância; Biologia populacional; Bycatch; Decápode.

Epígrafe



“Pensamos que a educação seja um dos caminhos mais eficazes para humanizar o mundo e a história. A educação é sobre tudo uma questão de amor e responsabilidade que se transmite, ao longo do tempo, de geração em geração.”

Papa Francisco



Dedicatória



*Dedico essa dissertação, aos meus pais, Ademir e
Luciana que sempre estiveram ao meu lado, me
apoando e me incentivando a correr atrás dos meus
sonhos. A vocês dedico toda a minha vida e todo meu
amor.*



Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, pois o Senhor me guiou e me guia, em todos os momentos. Toda honra e glória a Ti Senhor.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento: 88887.482696/2020-00. Meus profundos agradecimentos.

Ao Programa Primeiro Projetos (2010-2011) e FUNDUNESP (nº. 1214/2010-DFP), por financiar as coletas dos dados utilizados para essa dissertação.

Ao meu orientador, Profº. Drº. Gilmar Perbiche-Neves, por toda dedicação, confiança, tempo e puxões de orelha que eu sei que são para meu bem. Obrigada pela sua orientação.

Ao Profº. Drº. Antonio Leão Castilho, que me recebeu em seu laboratório, para que eu pudesse concluir esta dissertação e me aguenta fazendo perguntas todos os dias. Obrigada professor por sua orientação e todas as vezes que precisei e o senhor sempre esteve disposto a me ajudar.

Ao programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) da UNESP Botucatu, ao qual estou realizando meu mestrado.

Aos colegas do laboratório, Gabriel, João e Alexandre (Dino), que me auxiliaram nas análises estatísticas. Ao Renan e Mateus que sempre foram muito gentis desde quando cheguei ao laboratório.

A Drª. Isabela Moraes, que sempre esteve muito disposta a ajudar, me recebeu da melhor forma e que me aconselha em várias questões. Não seria possível sem sua ajuda Isa, muito obrigada.

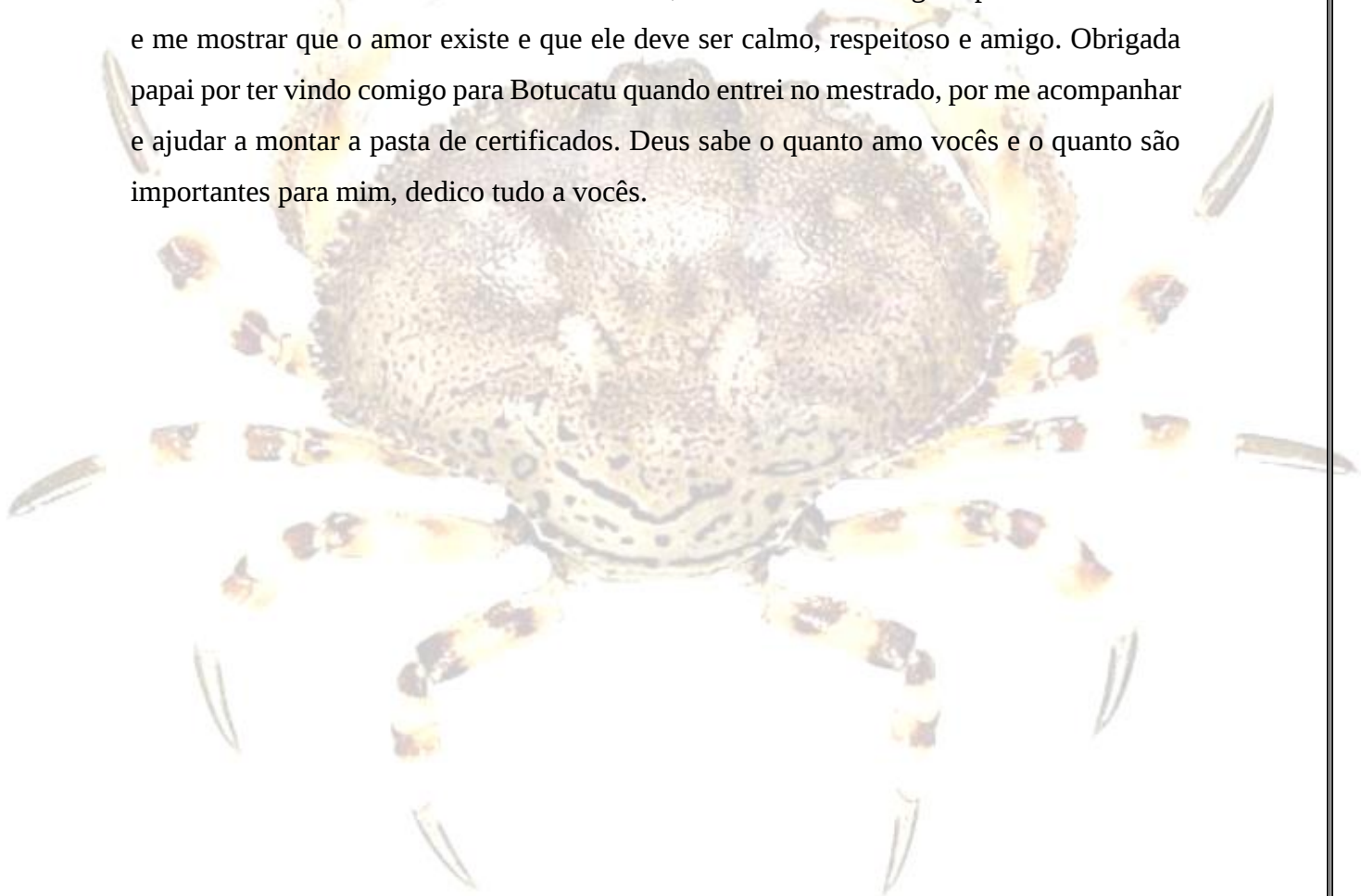
A Drª. Aline Nonato de Sousa, que desde o meu primeiro estágio no NEBECC (Ecologia e Cultivo de Crustáceos), me ensinou a mexer no Excel ao qual eu não sabia nem fazer tabela dinâmica, me ajudou sempre que precisei tanto na vida acadêmica quanto pessoal.



A minha amiga/irmã/afilhada/ mineira, Danielle Sena, por toda sua amizade, agradeço a Deus por ter me dado você, por todas as vezes que teve uma palavra amiga para ajudar tanto na vida acadêmica quanto na vida pessoal.

Ao meu amado companheiro Nelson Neto, obrigada por todo seu amor, carinho, amizade e respeito. Obrigada por me apoiar e me incentivar correr atrás dos meus sonhos.

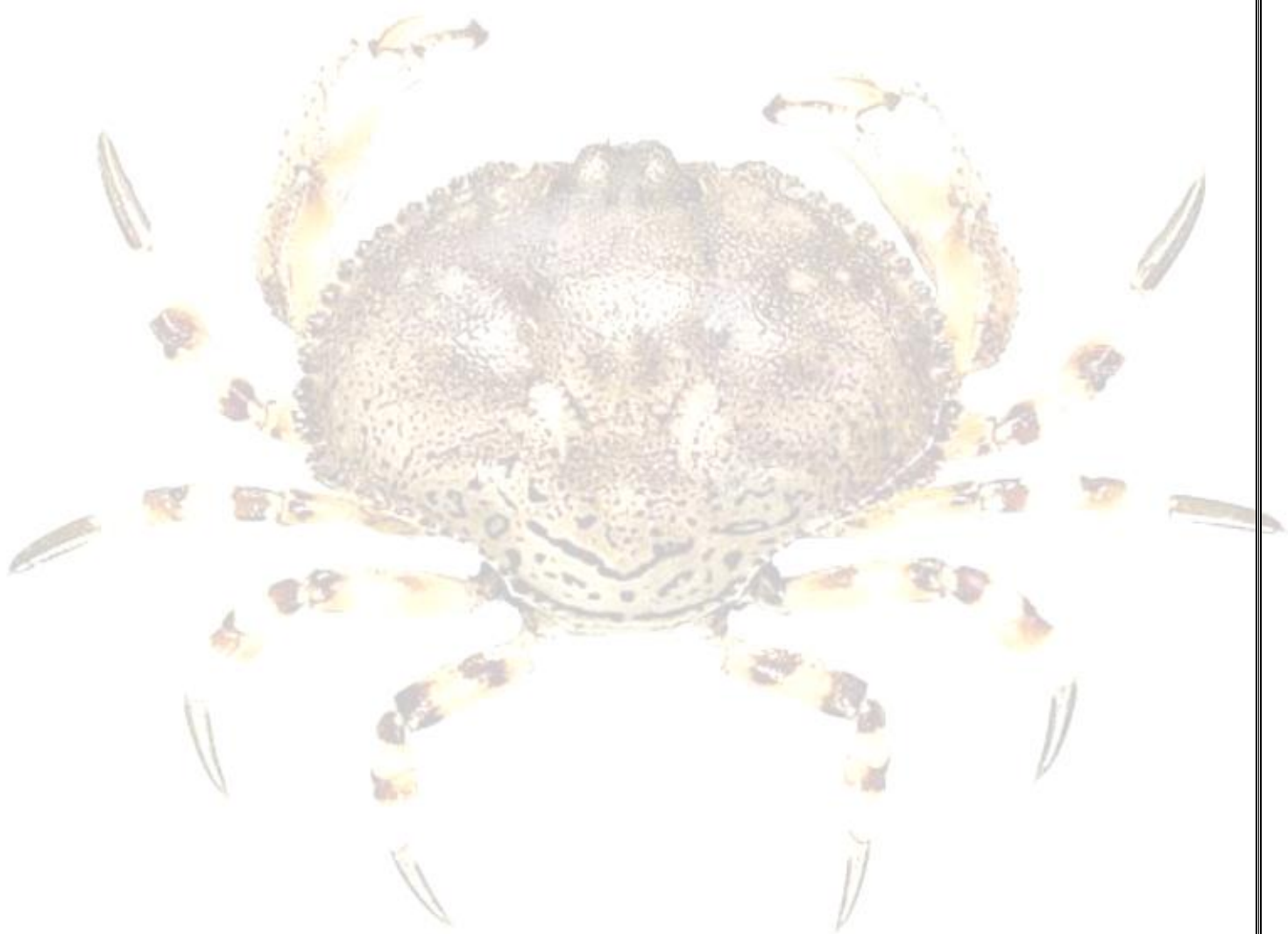
E por último e não menos importante, aos meus amados pais, Ademir Soares Nunes e Luciana Inocência dos Santos Nunes, e irmã Tuane. Obrigada por me dar a vida e me mostrar que o amor existe e que ele deve ser calmo, respeitoso e amigo. Obrigada papai por ter vindo comigo para Botucatu quando entrei no mestrado, por me acompanhar e ajudar a montar a pasta de certificados. Deus sabe o quanto amo vocês e o quanto são importantes para mim, dedico tudo a vocês.



Sumário

CONSIDERAÇÕES INICIAIS	09
REFERÊNCIAS	12
Resumo	17
Abstract	18
INTRODUÇÃO.....	19
MATERIAL E MÉTODOS	21
Área de Estudo	21
Metodologia de Coleta	23
Análise laboratorial	24
Análise de dados	25
Variáveis ambientais X abundância e distribuição	25
Estrutura Populacional	25
Período reprodutivo e recrutamento	26
Proporção sexual	26
Maturidade sexual estimada	26
RESULTADOS	27
Variáveis ambientais X abundância e distribuição	27
Estrutura Populacional	31
Período reprodutivo e recrutamento	32
Proporção sexual	35
Maturidade sexual estimada	36
DISCUSSÃO	38
REFERÊNCIAS	43





CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Dentre os grupos dos artrópodes, o subfilo Crustacea dispõe da maior diversidade morfológica do planeta (Martin e Davis, 2001). Essa diversidade permite ampla variação na exploração de diferentes ambientes (Ng et al., 2008), nos tamanhos corpóreos e na sua alimentação (Martin e Davis, 2001).

Os crustáceos da ordem Decapoda compõem o maior número de espécies desse subfilo, composta por camarões, lagostas, caranguejos, siris e ermitões (Castro e Huber, 2012; Fransozo e Negreiros – Fransozo, 2016), sendo 17.146 espécies viventes (Worms, 2022) Que ocorrem principalmente em regiões tropicais e subtropicais, e em menor riqueza em regiões temperadas e frias (Boschi, 2000). Esses decápodes habitam ambientes marinhos de grandes profundidades, bem como ambientes dulcícolas e até terrestres (Martin e Davis, 2001; Fransozo e Negreiros – Fransozo, 2016).

Dentro da subordem Decapoda, Pleocyemata caracteriza-se por apresentar tricobrânquias ou filobrânquias e desenvolvimento embrionário pleopodial por meio da eclosão de larva zoea (Fransozo e Negreiros – Fransozo, 2016). A infraordem Brachyura é uma das mais diversas dessa subordem (Davie et al., 2015; Brusca et al., 2018), com aproximadamente 7.646 espécies descritas (Worms, 2022) sendo 300 espécies na costa brasileira e 188 descritas apenas no litoral do Estado de São Paulo (Bertini et al., 2004). Os Braquiúros compreendem os caranguejos e os siris, caracterizados pelo abdome dobrado ventralmente ao cefalotórax, estreito e reduzido e com urópodos comumente ausentes ou pouco desenvolvidos. Os siris possuem espinhos laterais e o último artigo do quinto par de pereópodos é achatado, adaptado para a natação, enquanto os caranguejos possuem o último artigo do quinto par de pereópodos afilado como os demais (Williams, 1984). Os Brachyura são importantes nas relações tróficas marinhas, sendo considerados um dos maiores grupos de animais bentônicos marinhos por sua grande biomassa (Bertini et al., 2004).

Conhecido como “caranguejo baú”, o caranguejo *Hepatus pudibundus* pertence a superfamília Aethroidea, a qual possui mais seis gêneros viventes (Ng et al., 2008). Apenas os gêneros *Hepatus* (*H. pudibundus* Herbst, 1785, *H. scaber* Holthuis, 1959 e *H. gronovii* Holthuis, 1959) e *Osachila* (*O. antillensis* Rathbun, 1916 e *O. tuberosa* Stimpson, 1871) ocorrem na costa brasileira. *H. pudibundus* se distribui do Atlântico Ocidental na Geórgia, Golfo do México, Antilhas, Venezuela, Guianas e Brasil. No



Atlântico Oriental distribui-se da Guiné a África do Sul, habitando águas rasas de até 160 metros (Melo, 1996). A maioria dos trabalhos sobre a espécie em estudo foi realizada no litoral do estado de São Paulo (Mantelatto e Petracco, 1997; Reigada e Negreiros-Fransozo, 2000; Hebling e Rieger, 2003; Bertini et al., (2004, 2010); Bertini e Fransozo, 2004; Negreiros-Fransozo et al., 2008; Fransozo et al., 2012; Lima et al., 2014a,b; Mantelatto et al., 2016; Miazaki et al., 2019; Bernardes et al., 2019; Teles et al., 2020a,b), no Rio de Janeiro (Klôh e Di Benedetto, 2010) e na região sul do Brasil (Fracasso e Branco, 2005; Sardá et al., 2013; Marochi et al., 2016; Eutrópio et al., 2019).

H. pudibundus (Herbst, 1785) (Figura 1) é uma das espécies de Brachyura importantes para a cadeia trófica, além de ser uma das principais espécies capturadas como fauna acompanhante na pesca camaroeira (Keunecke et al., 2007). Apesar da alta captura, a espécie não é comercializada (Severino- Rodrigues et al., 2002; Fracasso e Branco, 2005, Bertini et al., 2010).

Uma das grandes problemáticas que ocorrem com a pesca artesanal e industrial é o descarte de indivíduos sem interesse comercial (Graça - Lopes et al., 2002; Severino – Rodrigues et al., 2002), tendo como consequência o desequilíbrio na dinâmica populacional (Costa e Di Benedetto, 2009) da espécie e sua distribuição. Além de aspectos relacionados a distribuição espaço-temporal, as características populacionais também são de suma importância. Informações sobre a estrutura populacional dos decápodos podem ser analisadas por meio da distribuição de frequência dos indivíduos em classes de tamanho, densidade de espécimes, razão sexual, dimorfismo sexual, período reprodutivo, recrutamento de juvenis, crescimento dos indivíduos, longevidade e mortalidade (Negreiros – Fransozo et al., 1991).

Destacando a importância ecológica dessa espécie, o presente estudo traz informações sobre os aspectos populacionais do caranguejo *H. pudibundus* no litoral norte de Santa Catarina. Com o objetivo de analisar sua distribuição espaço temporal, estrutura populacional, proporção sexual, reprodução e recrutamento, buscando informações para melhor explicar a dinâmica populacional da espécie na região de estudo. O que nos permite realizar mais trabalhos para dar continuidade no monitoramento da espécie, compreendendo melhor o comportamento e a interação do animal com o ambiente.





Figura 1. **A** – Vista dorsal de um indivíduo adulto de *Hepatus pudibundus*; **B** – Vista ventral evidenciando o abdômen de um macho adulto; **C** – Vista ventral evidenciando o abdômen de uma fêmea adulta. Fonte: **A**- <https://www.flickr.com/photos/franciscomarval/>; **B** e **C**- Nunes, J. S., 2022.



REFERÊNCIAS

- Bernardes, V. P.; Martins, F. K.; Rodrigues, G. F. B.; Bernardo, C. H.; Sousa, A. N.; Bertini, G. & Fransozo, A. 2019. The different depths gradients may affect the reproductive dynamics of *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Decapoda: Aethridae) in the southeastern region of Brazil. *Biologia*. 74: 1011–1019. <https://doi.org/10.2478/s11756-019-00230-1>.
- Bertini, G. & Fransozo, A. 2004. Bathymetric distribution of brachyuran crab (Crustacea, Decapoda) communities on coastal soft bottoms off southeastern Brazil. *Marine Ecology Progress Series*. 279: 193–200.
- Bertini, G.; Fransozo, A. & Melo, G. A. S. 2004. Biodiversity of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from non-consolidated sublittoral bottom on the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 13: 2185–2207.
- Bertini, G.; Fransozo, A. & Negreiros-Fransozo, M. L. 2010. Brachyuran soft-bottom assemblage from marine shallow waters in the southeastern Brazilian littoral. *Marine Biodiversity*. 40: 277–291.
- Boschi, E. E. 2000. Species of decapods crustaceans and their distribution in the American marine zoogeography provinces. *Rev. Investig. y Desarro. Pesq.* 13: 1–136.
- Brusca, R.; Moore, W. & Shuster, S. 2018. *Invertebrates*. 3rd ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. 1032p.
- Castro, P. & Huber M. E. 2012. *Biologia Marinha*. 8ª ed. Porto Alegre: AMGH; p. 461.
- Costa, I. D. & Di Benedetto, A. P. M. 2009. Caracterización preliminar de los invertebrados bentónicos capturados accidentalmente em la pesca de camarones en el norte del estado de Rio de Janeiro, sudeste de Brasil. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 37(2): 259–264.
- Davie, P. J.; Guinot, D. & Ng, P. K. 2015. Systematics and classification of Brachyura. In *Treatise on Zoology-Anatomy, Taxonomy, Biology. The Crustacea. Volume 9 Part C* (2 vols) pp. 1049-1130. Brill.
- Eutrópio, F. J.; Padilha, M. D. A.; Sá, F. S. & Krohling W. 2019. Population structure of *Hepatus pudibundus* (Herbst) (Crustacea, Decapoda) caught in traditional fishing for the shrimp on the Southeastern Coast of Brazil. *Multi-Science Research*. 2(1).
- Fracasso, H. A. A. & Branco, J. O. 2005. Estrutura populacional de *Hepatus pudibundus* (Herbst) (Crustacea, Decapoda) na Armação de Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(2): 342–348.



- Fransozo, A.; Furlan, M.; Fransozo, V.; Bertini, G.; Costa, R. C. & Fernandes-góes, L. C. 2012. Diversity of decapod crustaceans at the interface of unconsolidated seabed areas and rocky shores in tropical/subtropical Brazil. *African Journal of Marine Science*. 34: 361–371.
- Fransozo, A.; Negreiros-Fransozo, M. L. *Zoologia dos Invertebrados*. 1. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2016. ISBN 978-85-277-2806-5.
- Graça-Lopes, R.; Tomás, A. R. G.; Tutui, S. L. S.; Severino-Rodrigues, E. & Puzzi, A. 2002. Fauna acompanhante da pesca camaroeira no litoral do Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*. 28(2): 173–188.
- Hebling, N. J.; & Rieger, P. J. 2003. Desenvolvimento juvenil de *Hepatus pudibundus* (Herbst) (Crustacea, Decapoda, Calappidae), em laboratório. *Revista Brasileira de Zoologia*. 20(3): 531–539.
- 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: 885–891.
- 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.
- Lima, P. A.; Bertini, G.; Fransozo, V.; Gregati, R.; Fernandes-Góes, L. C. & Castilho, A. L. 2014b. Reproductive biology of *Hepatus pudibundus* (Crustacea: Brachyura), the most abundant crab on the southeastern Brazilian coast. *Biologia*. 69(2): 219-227.
- Lima, P. A.; Fransozo, V.; Andrade, L. S.; Almeida, A. C.; Furlan, M. & Fransozo, A. 2014a. Distribution and population structure of the flecked box crab *Hepatus pudibundus* (Decapoda, Brachyura) in the western South Atlantic. *Marine Biology Research*. 10(6): 589-600.
- Mantelatto, F. L. M. & Petracco, M. 1997. Natural diet of the crab *Hepatus pudibundus* (Brachyura: Calappidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba (SP), Brazil. *Journal of Crustacean Biology*. 17(3): 440–446.
- Mantelatto, F. L. M.; Bernardo, C. H.; Silva, T. E.; Bernardes, V. P.; Cobo, V. J. & Fransozo, A. 2016. Composition and distribution of decapod crustaceans associated by fisheries of seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) at the northern coast of São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*. 42: 307–326.



- Marochi, M. Z.; Trevisan, A.; Gomes, F. B. & Masunari, S. 2016. Dimorfismo sexual em *Hepatus pudibundus* (Crustacea, Decapoda, Brachyura). Iheringia. Série Zoologia, 106.
- Martin, J. W. & Davis, G. E. 2001. An updated classification of the recent Crustacea. Natural History Museum of Los Angeles County. Science Series. 39: 132.
- Melo, G. A. S. 1996. Manual de Identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro. Plêiade/FAPESP, São Paulo.
- Miazaki, L. F.; Simões, S. M.; Castilho, A. L.; & Costa, R. C. 2019. Population dynamics of the crab *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Decapoda, Aethridae) on the southern coast of São Paulo state, Brazil. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 99(4): 867-878.
- Negreiros-Fransozo, M. L.; Fransozo, A. & Hirose, G. L. 2008. The megalopa and early juvenile development of *Hepatus pudibundus* (Crustacea: Brachyura: Aethroidea) reared from neuston samples. Brazilian Journal of Zoology. 25: 608–616.
- Negreiros-Fransozo, M. L.; Fransozo, A.; Pinheiro, M. A. A.; Mentelatto, F. L. M. & Santos, S. 1991. Caracterização física e química da Enseada de Fortaleza, Ubatuba, SP. Revista Brasileira de Geociências. 21(2):114-120.
- 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. Raffles Bulletin of Zoology. 17(1): 1-286.
- Reigada, A. L. D. & Negreiros-Fransozo, M. L. 2000. Reproductive cycle of *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea, Decapoda, Calappidae) in Ubatuba, SP, Brazil. Brazilian Journal of Zoology. 60(3): 483–491.
- 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. Pan-American Journal of Aquatic Sciences. 8(2):126-138
- Severino-Rodrigues, E.; Guerra, D. S. F. & Graça-Lopes, R. 2002. Carcinofauna acompanhante da pesca dirigida ao camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) desembarcada na praia do Perequê, Estado de São Paulo, Brasil. Boletim do Instituto de Pesca. 28(1): 33-48.
- Teles, J. N.; Mantelatto, F. L.; Castilho, A. L.; Fransozo, A. & Bertini, G. 2020a. Assessing the factors driving the changes in the spatio-temporal distribution of

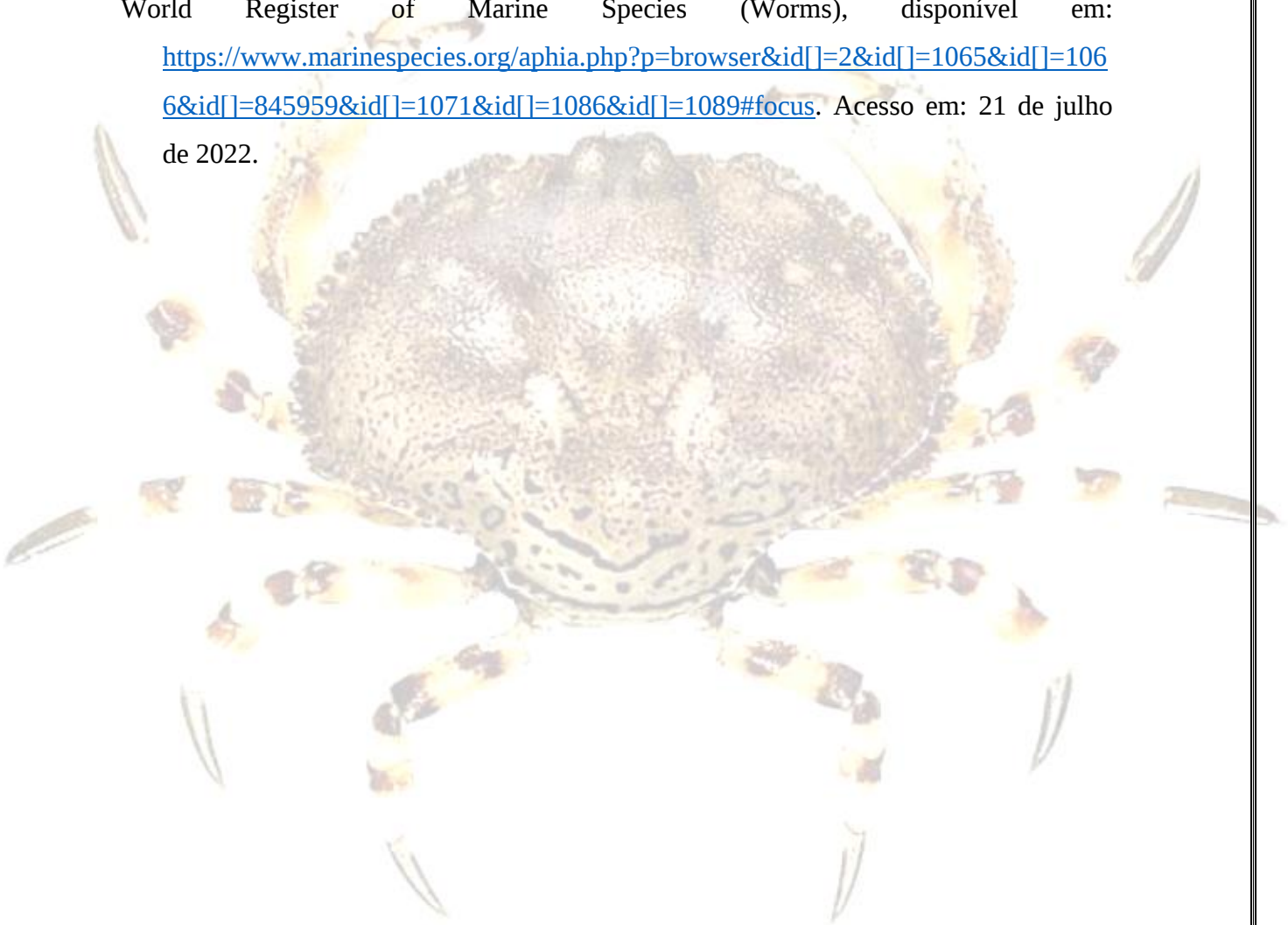


Hepatus pudibundus (Decapoda, Brachyura) over a 20-year interval in a region under the influence of El Niño (ENSO). *Marine Ecology*. 41(6): 12617.

Teles, J. N.; Mantelatto, F. L.; Miazaki, L. F.; Fransozo, A. & Bertini, G. 2020b. A 20-year gap evaluation of the population biology of the crab *Hepatus pudibundus* in an area overexploited by fisheries. *Biologia*. 76(1): 147-158.

Williams, A. B. 1984. Shrimps, lobsters and crabs of the Atlantic coast of the eastern United States, Maine to Florida. Smithsonian Institution Press, Washington, 550p.

World Register of Marine Species (Worms), disponível em: [https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=browser&id\[\]=2&id\[\]=1065&id\[\]=1066&id\[\]=845959&id\[\]=1071&id\[\]=1086&id\[\]=1089#focus](https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=browser&id[]=2&id[]=1065&id[]=1066&id[]=845959&id[]=1071&id[]=1086&id[]=1089#focus). Acesso em: 21 de julho de 2022.



DINÂMICA POPULACIONAL DO
CARANGUEJO *Hepatus pudibundus*
(HERBST, 1785) ADJACENTE À BAÍA
DA BABITONGA NA REGIÃO NORTE DO
LITORAL DO ESTADO DE SANTA
CATARINA



Resumo

Estudos em pequenas áreas como enseadas e baías são de suma importância para compreender a dinâmica e o funcionamento de áreas maiores, assim como as interações que possam ocorrer nas populações. O “caranguejo baú” *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) apresenta distribuição geográfica no oceano Atlântico Ocidental, isto é, na Geórgia, Golfo do México, Antilhas, Venezuela, Guianas e Brasil e é capturado acidentalmente na pesca camaroneira. O objetivo geral deste trabalho é conhecer os aspectos sobre a dinâmica populacional do caranguejo *H. pudibundus* na região adjacente à Baía da Babitonga, situada na região norte do litoral do Estado de Santa Catarina, no período de julho/2010 a junho/2011. As coletas foram realizadas mensalmente em cinco áreas amostrais nas profundidades de 5, 8, 11, 14 e 17 metros. Para delimitá-las foi utilizado um GPS (Sistema de Posicionamento Global) e um ecobatímetro. Para tanto, utilizou-se um barco de pesca camaroeira equipado com redes do tipo “double rig”. Em laboratório, o material coletado foi identificado, separado quanto ao sexo, realizada a mensuração da largura da carapaça e classificados quanto ao estágio de desenvolvimento das gônadas. Fatores ambientais como temperatura e salinidade da água, textura e o teor de matéria orgânica do sedimento também foram analisados. Os dados ambientais e de abundância dos caranguejos foram submetidos a análises para determinar a distribuição espaço-temporal, influências de fatores ambientais sobre a distribuição dos espécimes, estrutura populacional, período reprodutivo e proporção sexual. A maior média de temperatura foi obtida no verão ($25,4^{\circ}\text{C} \pm 0,8$), seguido da menor no inverno ($19,01^{\circ}\text{C} \pm 0,7$). a maior média de matéria orgânica foi observada na primavera ($6,4 \pm 5,1$) e a menor no inverno ($1,7 \pm 0,9$), apenas phi foi relacionado quanto as profundidades. Foram coletados um total de 172 indivíduos, no mês de janeiro houve a maior abundância (22) dos indivíduos de *H. pudibundus*. Espacialmente a maior abundância foi observada aos 8m e a menor aos 17m. Na primavera, houve maior taxa de fêmeas ovígeras, enquanto o período de recrutamento foi associado ao verão. Os machos apresentaram maiores tamanhos que as fêmeas, também atingiram à maturidade sexual com maiores tamanhos. A razão sexual desviou-se em favor das fêmeas. A distribuição e abundância da espécie foi caracterizada pelo comportamento da mesma, cuja sedimentos mais finos facilitam que o animal se enterre na areia. Sendo assim, este estudo avalia a situação de *H. pudibundus* na região, possibilitando obter informações para uma efetiva conservação desta espécie no local.

Palavras-chave: decápode, abundância, bycatch, biologia populacional.



Abstract

Studies in small areas such as inlets and bays are extremely important to understand the dynamics and functioning of larger areas, as well as the interactions that may occur in populations. The “box crab” *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) has a geographic distribution in the Atlantic Ocean. Western, that is, in Georgia, the Gulf of Mexico, the Antilles, Venezuela, the Guyanas and Brazil and is accidentally caught in the shrimp fishery. The general objective of this work is to know aspects about the population dynamics of the crab *H. pudibundus* in the region adjacent to the Babitonga Bay, located in the northern region of the coast of the State of Santa Catarina, between July 2010 and June 2011. Collections were carried out monthly in five sample areas at depths of 5, 8, 11, 14 and 17 meters. To delimit them, a GPS (Global Positioning System) and an echosounder were used. For this purpose, a shrimp fishing boat equipped with double rig nets was used. In the laboratory, the material collected was identified, separated as to sex, the carapace width was measured and classified according to the stage of development of the gonads. Environmental factors such as water temperature and salinity, texture and organic matter content of the sediment were also analyzed. The environmental and abundance data of the crabs were analyzed to determine the spatio-temporal distribution, influences of environmental factors on the specimens' distribution, population structure, reproductive period and sex ratio. The highest average temperature was obtained in summer ($25.4^{\circ}\text{C} \pm 0.8$), followed by the lowest in winter ($19.01^{\circ}\text{C} \pm 0.7$). the highest average of organic matter was observed in spring (6.4 ± 5.1) and the lowest in winter (1.7 ± 0.9), only phi was related to depths. A total of 172 individuals were collected, in January there was the highest abundance (22) of individuals of *H. pudibundus*. Spatially, the highest abundance was observed at 8m and the lowest at 17m. In spring, there was a higher rate of ovigerous females, while the recruitment period was associated with summer. Males were larger than females, and they also reached sexual maturity with larger sizes. The sex ratio shifted in favor of females. The distribution and abundance of the species was characterized by its behavior, whose finer sediments make it easier for the animal to bury itself in the sand. Therefore, this study evaluates the situation of *H. pudibundus* in the region, making it possible to obtain information for an effective conservation of this species in the region.

Keywords: decapod, abundance, bycatch, population biology.



INTRODUÇÃO

Variáveis ambientais como a temperatura e a salinidade da água, a textura e o teor de matéria orgânica do sedimento, são fatores imprescindíveis para os estudos ecológicos de espécies bentônicas (Buchanan e Stoner, 1988; Negreiros-Fransozo et al., 1991; Braga et al., 2005). Esses fatores podem implicar tanto na distribuição espacial quanto temporal dos organismos (Carvalho et al., 2010). Além disso, controlam a produtividade do mar favorecendo ou não uma determinada espécie ou uma comunidade (Buchanan e Stoner, 1988). Ao analisar as condições ambientais e as suas variações, é possível ter subsídios sobre as características biológicas, ecológicas e as interações que ocorrem entre os organismos (Bernardes et al., 2016). Quando os organismos se instalam em ambientes favoráveis, seu desenvolvimento fisiológico, morfológico e comportamental, tanto como defesa contra predação, busca de alimentos e reprodução se tornam mais eficientes (Pinheiro et al., 1996).

Os períodos reprodutivos das espécies de Brachyura têm sido estudados através da observação mensal de fêmeas com gônadas desenvolvidas e ovígeras (porta embriões nos pleópodes) (Batoy et al., 1987; Reigada e Negreiros-Fransozo, 2000; Andrade et al., 2015). A duração do período reprodutivo pode estar relacionada com as variações latitudinais (Emmerson, 1994), sendo que, para a maioria dos crustáceos decápodes de regiões tropicais, já foram registrados reprodução contínua, que ocorre durante todo o ano (Goodbody, 1965; Lima et al., 2014b) ou contínua, com picos em certos meses do ano (Choy, 1988; Cobo e Fransozo, 2005; Bertini et al., 2010). Além destas, podemos encontrar nas regiões temperadas um terceiro tipo, denominado de reprodução sazonal (Gherardi e Cassidy, 1995; Terossi et al., 2010).

Para descrever a dinâmica populacional de uma determinada espécie, o estudo da maturidade sexual pode ser considerado como parâmetros básicos (Pinheiro e Fransozo, 1998). A maturidade sexual está relacionada ao tamanho em que o indivíduo começa a se reproduzir, podendo variar entre as populações (Fonteles – Filho, 2011). Sendo uma transformação fisiológica e morfológica para os indivíduos, uma vez que os mesmos passam a produzir gametas e estar diretamente relacionado com a estrutura populacional (Mantelatto e Fransozo, 1997), sendo um parâmetro importante para a compreensão do ciclo de vida dos Brachyura (Hartnoll e Gould, 1988). Além do entendimento sobre a



estrutura populacional da espécie, que permite compreender as suas interações e o padrão de distribuição dos indivíduos e consequentemente dos grupos demográficos (Ricklefs e Miller, 1999).

Estudos em pequenas áreas como enseadas e baías são de suma importância para compreender a dinâmica e o funcionamento de áreas maiores, assim como as interações que possam ocorrer nas populações. Tais estudos tornam-se ainda mais relevante em locais cujos os impactos antrópicos são grandes, devido a urbanização, ao turismo e consequentemente ao aumento da exploração pesqueira. Outros fatores que podem interferir nas comunidades bentônicas são a exploração desenfreada e a captura de espécies sem valor econômico, que intensificam o desbalanceamento da cadeia alimentar, que existe naturalmente no ambiente, podendo levar a um desequilíbrio ambiental (Severino-Rodrigues et al., 2002), como por exemplo as mudanças climáticas que podem ocorrer devido a atividades antrópicas em grandes escalas geográficas (Kerr et al., 2007).

Hepatus pudibundus (Herbst, 1785) é conhecido popularmente como “caranguejo baú”, pertence a infraordem Brachyura, superfamília Aethroidea, e a família Aethridae Dana, 1851 (Ng et al., 2008). *Hepatus pudibundus* possui uma ampla distribuição compreendendo o Atlântico Ocidental na Geórgia, Golfo do México, Antilhas, Venezuela, Guianas e Brasil (do Amapá ao Rio Grande do Sul). No Atlântico Oriental distribui-se da Guiné a África do Sul, habitando águas rasas de até 160 metros (Melo, 1996).

Segundo Mantelatto e Petracco (1997), *H. pudibundus* possui grande importância ecológica por apresentar hábito alimentar generalista, ou seja, é um predador oportunístico quando se alimenta de moluscos, foraminíferos, anelídeos, que são abundantes em sedimentos com grãos mais finos, além de consumir detritos descartados pela pesca de camarão. O sedimento com granulometrias menores permite que *H. pudibundus* se enterre com facilidade para fugir de predadores (Lima et al., 2014a), uma vez que essa espécie apresenta um mecanismo eficiente para a circulação de água entre as brânquias enquanto está enterrado no substrato (Mantelatto et al., 1995a).

De acordo com Bertini et al. (2004), *H. pudibundus* é pouco encontrado em locais cujo sedimento é mais grosso e de difícil escavação. É uma espécie classificada como eurihalina, isto é, seu organismo é fisiologicamente adaptado para tolerar altas variações de salinidade ao meio externo (Abreu, 1980). Também é classificada como uma espécie



osmoconformadora, quando a sua condição osmótica não é completamente controlada por si própria, sendo assim regulada pelo ambiente em que habita (Amado et al., 2012).

O objetivo geral deste trabalho é conhecer os aspectos sobre a dinâmica populacional do caranguejo *H. pudibundus* na região adjacente à Baía da Babitonga, situada na região norte do litoral do estado de Santa Catarina. Além de relacionar a dinâmica populacional aos fatores ambientais, e compreender a influência desses fatores nos indivíduos de *H. pudibundus*. Ao investigar a abundância, estrutura e maturidade sexual, reprodução e subsequente recrutamento juvenil, é possível compreender as informações dos aspectos populacionais do caranguejo *H. pudibundus* na região adjacente à Baía da Babitonga, contribuindo para medidas de manejo e exploração sustentável dos recursos naturais.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

As coletas foram realizadas na região adjacente à Baía da Babitonga (26°02'00" - 26°28'00" S e 48°28'00" - 48°50'00" W), Ilha de São Francisco do Sul, região norte do litoral do estado de Santa Catarina. A Ilha de São Francisco do Sul possui aproximadamente 30 km de extensão, sendo banhada a leste pelo Oceano Atlântico e à oeste pelo Canal do Linguado (Löwenberg-Neto e Navarro-Silva, 2002). Em suas proximidades está a cidade de Joinville, uma cidade que sofre com um alto teor de poluição (Françoze et al., 2014). O local é caracterizado por uma vegetação nativa, principalmente os manguezais (Rodrigues, 2000), possuindo uma fauna composta por espécies de crustáceos, peixes e aves (Branco et al., 1998).

A Baía da Babitonga é uma região explorada pela frota pesqueira, presente em seis municípios adjacentes a Baía, sendo Balneário da Barra do Sul e São Francisco do Sul, os municípios em que a pesca tem papel importante na economia e na pesca artesanal (Prozee, 2006). São utilizadas algumas práticas pesqueiras na Baía da Babitonga, como: a pesca de arrasto com portas (captura de camarões); gerival (captura de camarões no estuário); emalhe redondo (mar aberto e estuário); caceio de camarões (malha de 5cm entre nós) e peixes (com tamanhos de malha diversificados); emalhe de fundeio; arrastão



de praia; espinhel; linha e anzol; tarrafa; além de moluscos e crustáceos, coletados manualmente e siris coletados utilizando de puças (Serafini et al., 2014).



Figura 1. Mapa da área de estudo, Baía da Babitonga, no litoral do estado de Santa Catarina, e as profundidades em que foram realizadas coletas. Fonte: Castilho, A. L., 2011.



Metodologia da Coleta

As coletas foram realizadas mensalmente de julho de 2010 a junho de 2011. Foram determinadas cinco áreas amostrais nas profundidades de 5, 8, 11, 14 e 17 metros. Os meses foram agrupados correspondentes as estações do ano, sendo: inverno (julho/10, agosto/10 e setembro/10), primavera (outubro/10, novembro/10 e dezembro/10), verão (janeiro/11, fevereiro/11 e março/11) e outono (abril/11, maio/11 e junho/11). Para delimitar as mesmas foi utilizado um GPS (Sistema de Posicionamento Global) e um ecobatímetro.

Para a coleta dos animais, foi utilizado um barco de pesca camaroneiro (Figura 2), equipado com rede de arrasto do tipo “double-rig”. Cada rede possuía uma abertura de aproximadamente 11,5 m, com malha de 3 cm entrenós. Cada arrasto teve duração de 30 minutos e foi amostrado uma área de aproximadamente 0,5 milhas em cada estação amostral. Os caranguejos foram retirados das redes e acondicionados em caixas térmicas com gelo picado.



Figura 2. Barco camaroneiro utilizado para as coletas de *Hepatus pudibundus*, em julho/10 a junho/11, na Baía da Babitonga, SC. Fonte: <http://oswmilanez.blogspot.com/>.

Variáveis ambientais como temperatura de fundo e de superfície, salinidade de fundo, foram coletadas em cada estação amostral. Amostras de água próximas ao fundo foram obtidas com garrafa de Van Dorn. Os dados de temperatura foram mensurados com um termômetro de mercúrio (acurácia: 0,5°C) e os de salinidade com um refratômetro



óptico (precisão: 0,5 PSU). As amostras de sedimento foram coletadas por um pegador tipo Petersen, com a finalidade de analisar a granulometria (ϕ) e o teor de matéria orgânica.

Análise laboratorial

Em laboratório, os indivíduos foram identificados segundo Melo (1996), verificado o sexo (contagem dos pleópodos e observação da morfologia abdominal), classificando em imaturos (IM) considerando a aderência do abdômen ao esternito torácico (abdômen selado), machos adultos (MA), fêmeas adultas (FA) e fêmeas ovígeras (FO), aquelas que possuíam a massa de ovos aderidas aos seus pleópodos. Também foram mensuradas a maior largura da carapaça (LC) com a utilização de um paquímetro (0,1 mm). Todos os dados obtidos foram tabulados em planilhas.

As amostras de sedimento foram secas em estufas a 70° C por um período de 24 horas. Para realizar a análise foram retiradas subamostras de 10 gramas para o teor de matéria orgânica, e 100 gramas para a determinação da granulometria. As sub-amostras de 10 g foram acondicionadas em cadinhos de porcelana, pesadas, submetidas a uma temperatura de 500 °C durante 3 horas e, então, pesadas novamente, obtendo o teor de matéria orgânica por diferença de peso, posteriormente convertido em porcentagem (Castilho, 2004).

Para as frações granulométricas (ϕ) as sub-amostras de 100 g foram tratadas com 250 ml de solução de NaOH (0,2 mol/l). Após o tratamento, as sub-amostras foram enxaguadas em uma peneira com malha de 0,063 mm de diâmetro para que o silte e a argila fossem descartados. O sedimento lavado foi novamente colocado no frasco do ponto de coleta correspondente e seco em uma estufa a 70 °C por 24 horas. Ao fim deste processo, obteve-se a separação dos grânulos de diferentes diâmetros do sedimento. Os sedimentos resultantes foram pesados e a diferença entre o peso total final e o peso inicial foi obtida como o peso correspondente à fração de silte+argila. As frações granulométricas foram determinadas em: cascalho (≥ 2 milímetros); areia muito grossa (1 [-- 2 milímetros); areia grossa (0,5 [-- 1 milímetros); areia média (0,25 [-- 0,5 milímetros); areia fina (0,125 [-- 0,25 milímetros); areia muito fina (0,0625 [-- 0,125 milímetros) e silte+argila (<0,0625 milímetros) (Castilho, 2004). A partir das frações granulométricas de cada ponto amostral foram calculadas as medidas de tendência central (ϕ), as quais determinam a fração granulométrica mais frequente no sedimento (Suguio, 1973),



obtendo as seguintes classes: 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) (Castilho, 2004).

Análise de dados

Variáveis ambientais X abundância e distribuição

A variação dos fatores ambientais, temperatura de fundo, teor de matéria orgânica e salinidade de fundo e phi, foram relacionadas quanto aos meses, estações amostrais e estações do ano, por meio do teste de Kruskal – Wallis, seguindo do teste à posteriori de Dunn. O nível de significância adotado para as análises foi $p < 0,05$ (Zar, 2010). A Análise de Componentes Principais (PCA) foi utilizada para a ordenação temporal e espacial dos fatores ambientais na Baía da Babitonga.

Um modelo linear generalizado (GLM) com uma distribuição de Poisson foi usado para analisar a abundância dos indivíduos totais e por grupos demográficos em relação aos fatores ambientais. Para a análise da abundância total de *H. pudibundus* tanto temporalmente quanto espacialmente, foi utilizada a análise de variância (One-way ANOVA fatorial, $\alpha = 0,05$), seguido pelo teste de comparações múltiplas (Tukey, $\alpha = 0,05$), quando foram aceitas as premissas de normalidade e homoscedasticidade. Quando os dados não respeitaram tais premissas, foi utilizado o teste de Kruskal – Wallis seguido pelo teste à posteriori de Dunn.

Estrutura Populacional

Os animais foram separados em nove classes de tamanho com um intervalo de 7 mm. Para obter a distribuição de frequência dessas classes, foi utilizado o método de Sturges (1926): $K = 1 + 3,32 \cdot \log(N)$; $A = \text{MAIOR TAMANHO} - \text{MENOR TAMANHO}$; $A_1 = A/K$. Onde “N” é o número total de indivíduos, “K” o número de classes de tamanho a ser encontrado, “A” é amplitude total e “ A_1 ” é a amplitude do intervalo de classes. Assim obtemos a quantidade de classes e seus intervalos. O CL das fêmeas foi



comparado com o CL dos machos para averiguar se os machos possuem tamanhos maiores em relação as fêmeas pelo teste de Mann-Whitney U.

Período reprodutivo e recrutamento

Os espécimes foram submetidos a análise macroscópica das gônadas e classificados segundo Reigada e Negreiros-Fransozo (2000): na cavidade do cefalotórax, analisou-se a forma, cor e volume das gônadas, em desenvolvimento (ED), desenvolvida (DE) e rudimentar (RU). Logo foram analisadas quais foram os grupos mais abundantes e sua distribuição espacial e temporal. Foram plotados histogramas para determinar em quais classes de tamanho, os grupos demográficos estavam distribuídos.

Para correlacionar a abundância dos grupos demográficos e os fatores ambientais (temperatura de fundo, salinidade de fundo, teor de matéria orgânica e phi), em um intervalo de tempo, foi realizada uma análise de correlação cruzada, Cross-correlation (Hirose et al., 2008). Essa análise também foi utilizada para comparar a frequência entre os grupos demográficos, ou seja, se existe a possibilidade de um grupo aparecer em abundância antes ou depois a outro grupo obter uma maior frequência de indivíduos.

Para avaliar o recrutamento juvenil as distribuições de frequência de tamanho dos indivíduos, foram comparadas pelo teste de duas amostras de Kolmogorov-Smirnov (Castilho et al., 2008), utilizando a relação peso e tamanho.

Proporção sexual

Para a razão sexual foi utilizado o número total de fêmeas para o número total de machos. A análise foi realizada visando obter a proporção sexual em relação aos meses, profundidades e estações do ano. Os desvios da razão sexual de 1:1 foram testados por teste Binomial (Garcia et al., 2016).

Maturidade sexual estimada

Para estimar o tamanho em que os indivíduos de *H. pudibundus* chegam à maturidade sexual morfológica (todos os indivíduos) (Reigada e Negreiros – Fransozo,



2000), foi utilizado o método de LC₅₀ (Fonteles – Filho, 2011). A análise estima o tamanho médio em que 50% dos indivíduos, atingem a maturidade sexual e estão maduros para o período de reprodução.

RESULTADOS

Variáveis ambientais X abundância e distribuição

Os resultados demonstraram que a temperatura de superfície e de fundo estavam extremamente próximas, portanto, para este trabalho foi utilizado apenas a temperatura de fundo. Os fatores ambientais (temperatura de fundo, salinidade de fundo e matéria orgânica) apresentaram diferença significativa entre as estações ($p < 0,05$), sendo que a maior média de temperatura de fundo foi observada no verão ($25,4^{\circ}\text{C} \pm 0,8$) e a menor no inverno ($19,01^{\circ}\text{C} \pm 0,7$), e, a maior média de matéria orgânica foi observada na primavera ($6,4 \pm 5,1$) e a menor no inverno ($1,7 \pm 0,9$). Em relação aos meses somente temperatura de fundo e salinidade de fundo apresentaram diferença significativa, com o mês de fevereiro/11 com maior média de temperatura ($26,1^{\circ}\text{C} \pm 0,5$), seguido da menor média no mês de agosto/10 ($18,2^{\circ}\text{C} \pm 0,2$). Espacialmente apenas o phi foi significativo ($p < 0,05$). A menor média de phi foi aos 17 m com $3,4 \pm 1,1$ e a maior foi aos 8 m com $4,4 \pm 0,1$. Nesta profundidade os valores de phi, apresentam um sedimento composto por grãos mais finos (silte+argila), enquanto aos 17 m, o sedimento foi caracterizado por grãos maiores, nessa profundidade houve maior salinidade (Tabela 1).

A análise de componentes principais (PCA) explicou ao todo aproximadamente 70% da variância dos dados ambientais, sendo 42,36% no primeiro componente e 28,71% no segundo (Figura 3). De modo geral a análise indicou três grupos de estações do ano e de variáveis ambientais. O inverno foi associado positivamente com a salinidade de fundo, enquanto que o verão com a temperatura de fundo. Amostragens feitas no outono estiveram misturadas entre o inverno e o verão, independente da profundidade. Por fim, a primavera foi relacionada positivamente com matéria orgânica e phi.

Apesar de ter sido observado que a distribuição e abundância dos indivíduos de *H. pudibundus* na região da Baía da Babitonga pode estar relacionada aos fatores



ambientais, essa relação não foi significativa estatisticamente, tanto para a distribuição e abundância total, quanto para as categorias demográficas (GLM, $p > 0,05$).

Tabela 1. Valores máximos, mínimos e médias $\pm$ DP dos fatores ambientais nos meses do ano, profundidades e estações do ano, entre julho/10 a junho/11 nos pontos de amostragem próximo à Baía da Babitonga, SC. Legenda: temp_F= temperatura de fundo; mo = teor de matéria orgânica e salini_F= salinidade de fundo e phi.

		temp_F			mo			phi			salini_F		
		máx	min	média $\pm$ DP	máx	min	média $\pm$ DP	máx	min	média $\pm$ DP	máx	min	média $\pm$ DP
Meses do ano	jul/10	20,0	19,0	19,4 $\pm$ 0,8	4,6	1,6	1,4 $\pm$ 0,8	4,4	1,9	3,9 $\pm$ 0,6	35,0	31,0	34,6 $\pm$ 0,4
	ago/10	19,0	17,5	18,2 $\pm$ 0,2	3,2	1,1	1,6 $\pm$ 0,7	4,3	2,0	3,9 $\pm$ 0,6	33,0	31,0	33,4 $\pm$ 0,8
	set/10	20,0	19,0	19,5 $\pm$ 0,2	4,3	0,6	6,7 $\pm$ 4,2	4,3	2,1	4,5 $\pm$ 0,5	33,0	32,0	31,4 $\pm$ 0,8
	out/10	24,0	22,5	20,1 $\pm$ 0,5	3,8	0,6	8,0 $\pm$ 6,7	4,4	2,1	4,4 $\pm$ 0,5	35,0	34,0	32,3 $\pm$ 0,4
	nov/10	22,5	22,0	22,4 $\pm$ 0,2	5,2	1,3	4,6 $\pm$ 4,8	4,7	4,1	4,2 $\pm$ 0,8	35,5	34,5	32,4 $\pm$ 0,8
	dez/10	21,0	21,0	24,6 $\pm$ 0,1	4,3	0,8	5,0 $\pm$ 5,3	4,8	4,0	4,2 $\pm$ 0,8	36,0	35,0	32,3 $\pm$ 0,6
	jan/11	27,0	25,0	25,6 $\pm$ 0,4	2,6	0,6	2,3 $\pm$ 1,3	4,3	2,7	3,7 $\pm$ 0,9	35,0	34,0	33,8 $\pm$ 1,6
	fev/11	26,5	26,0	26,1 $\pm$ 0,5	2,8	0,8	1,8 $\pm$ 0,9	4,4	2,7	3,7 $\pm$ 0,9	34,0	32,0	32,2 $\pm$ 0,8
	mar/11	25,0	24,5	24,7 $\pm$ 0,5	12,2	2,1	2,0 $\pm$ 1,4	5,2	3,7	3,8 $\pm$ 0,9	33,0	31,0	32,7 $\pm$ 0,4
	abr/11	20,5	19,9	23,2 $\pm$ 0,2	16,7	1,2	2,0 $\pm$ 1,3	5,3	3,7	3,8 $\pm$ 0,9	33,0	32,0	34,8 $\pm$ 0,4
Profundidade	mai/11	23,0	21,0	22,3 $\pm$ 0,8	12,7	0,6	2,3 $\pm$ 1,6	5,1	2,8	4,4 $\pm$ 0,2	33,0	31,5	35,2 $\pm$ 0,4
	jun/11	25,0	24,0	21,0 $\pm$ 0,4	13,9	0,6	2,2 $\pm$ 1,3	5,1	2,8	4,2 $\pm$ 0,3	33,0	31,5	35,6 $\pm$ 0,4
	5m	27,0	19,0	22,7 $\pm$ 4,7	13,9	1,1	4,0 $\pm$ 4,5	5,1	3,7	4,1 $\pm$ 0,4	35,5	31,0	32,5 $\pm$ 1,5
	8m	26,0	18,5	22,4 $\pm$ 2,6	2,9	1,2	1,9 $\pm$ 0,5	4,8	4,3	4,4 $\pm$ 0,1	36,0	31,0	33,5 $\pm$ 1,6
	11m	26,0	18,0	22,2 $\pm$ 2,6	16,6	1,4	4,3 $\pm$ 4,8	5,3	4,1	4,3 $\pm$ 0,4	35,5	31,0	35,5 $\pm$ 1,4
Estações do ano	14m	26,0	18,0	21,8 $\pm$ 2,7	6,8	0,5	2,1 $\pm$ 2,1	4,4	2,6	3,6 $\pm$ 0,7	35,5	31,0	33,7 $\pm$ 1,3
	17m	26,0	17,5	21,8 $\pm$ 2,7	12,8	0,6	4,1 $\pm$ 3,9	4,4	1,9	3,4 $\pm$ 1,1	36,0	32,0	33,9 $\pm$ 1,2
	Verão	27,0	24,5	25,4 $\pm$ 0,8	13,9	0,6	3,0 $\pm$ 3,2	4,3	1,9	3,7 $\pm$ 0,9	35,0	31,0	32,9 $\pm$ 1,2
	Outono	24,0	21,0	22,1 $\pm$ 0,9	5,1	0,6	2,1 $\pm$ 1,3	4,8	2,0	4,1 $\pm$ 0,7	36,0	34,0	35,2 $\pm$ 0,5
	Inverno	20,0	17,5	19,1 $\pm$ 0,7	4,3	0,6	1,7 $\pm$ 0,9	5,2	2,69	4,0 $\pm$ 0,6	35,0	31,0	33,1 $\pm$ 1,5
	Primavera	25,0	19,9	22,0 $\pm$ 1,9	16,6	0,5	6,4 $\pm$ 5,1	5,3	2,75	4,2 $\pm$ 0,9	33,0	31,5	32,3 $\pm$ 0,6



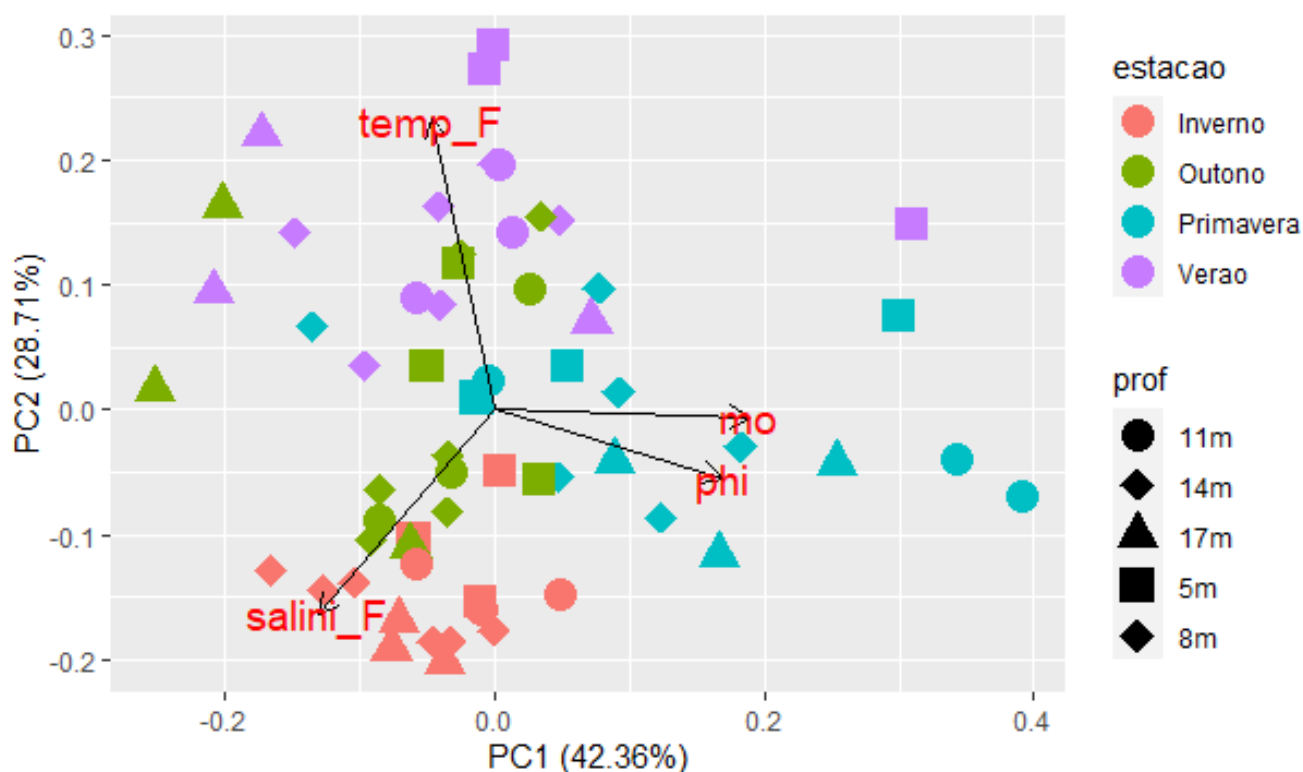


Figura 3. Distribuição dos fatores ambientais em relação às estações do ano e as profundidades, entre julho /10 a junho/11 nas estações amostrais próximo à Baía da Babitonga, SC. Legenda: temp_F= temperatura de fundo; mo = teor de matéria orgânica e salini_F= salinidade de fundo e phi.

Foi coletado um total de 172 indivíduos de *H. pudibundus* na região amostrada. Janeiro/11 houve maior abundância com 22 indivíduos, em contrapartida a menor abundância foi observada em agosto/10, com apenas dois espécimes. Apesar da diferença de número de indivíduos no mês de agosto/10, não houve diferença significativa da abundância em relação aos meses (Kruskal-Wallis, $p = 0.7754$, $H = 7.2870$) (Figura 4).



Espacialmente, a maior abundância dos indivíduos de *H. pudibundus* ocorreu aos 8 m de profundidade e a menor foi nos 17 m. Podemos observar que aos 8m, o os valores de phi foram maiores em relação às outras profundidades, ou seja possui uma granulometria mais fina (Figura 5). Houve diferença significativa dos valores médios de abundância entre as profundidades (Kruskal-Wallis, $p = 0.0002$, $H = 21.8030$). O mesmo não foi observado entre as estações do ano (Anova, $F = 0.3859$, $p = 0.7681$), com o maior número de indivíduos amostrado no verão e primavera, enquanto o menor no inverno. No inverno ocorreram as menores temperaturas, enquanto o verão e a primavera obtiveram temperaturas mais elevadas, também observamos maior teor de matéria orgânica na primavera (Figura 6).

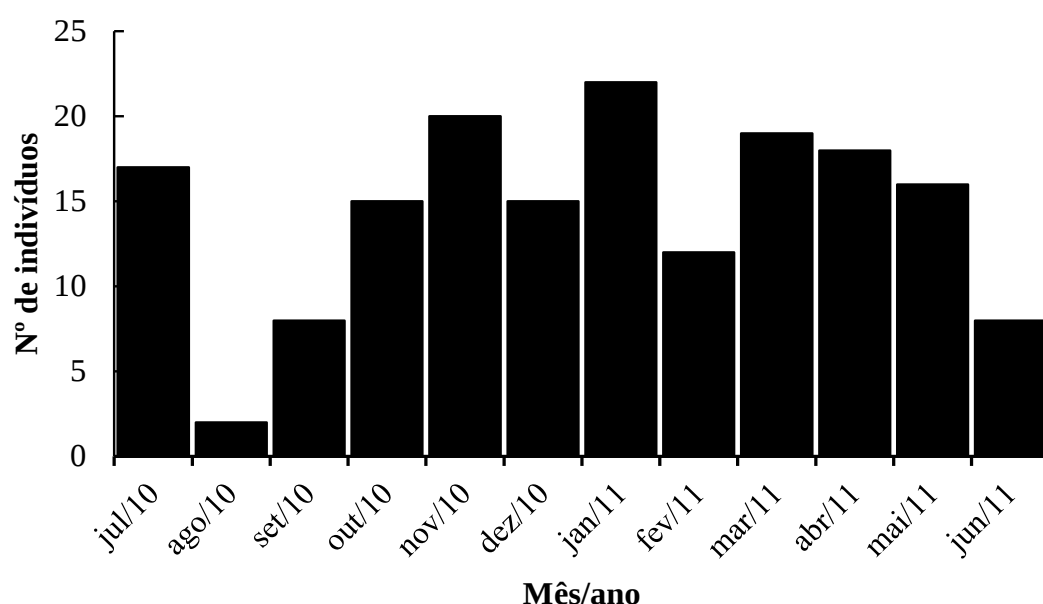


Figura 4. Número total de indivíduos de *Hepatus pudibundus* coletados entre julho/10 a junho/11 nas estações de amostragem adjacente à Baía da Babitonga, SC.



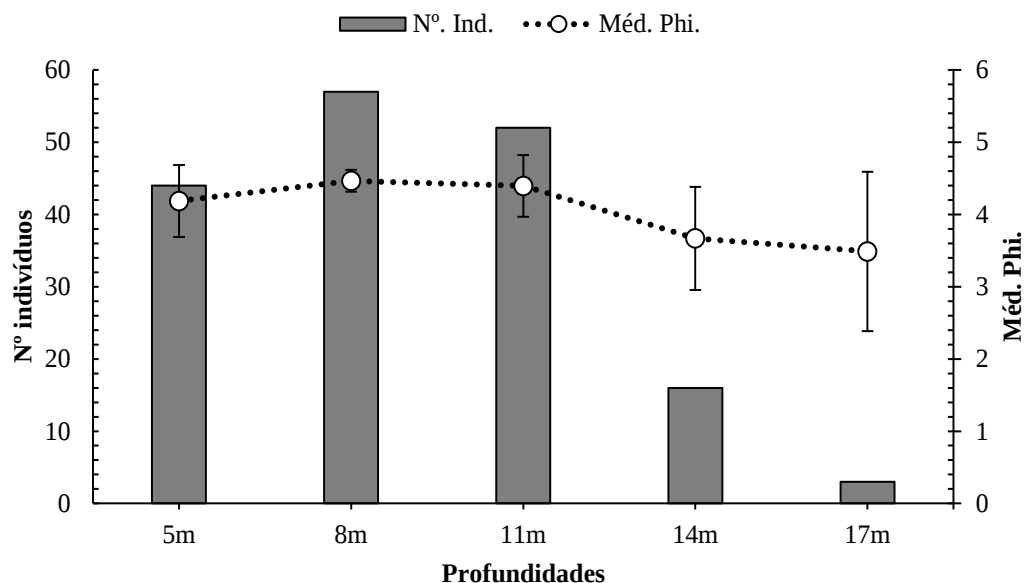


Figura 5. Número de indivíduos de *Hepatus pudibundus* coletados por profundidades em relação aos valores médios de phi no período de julho/10 a junho/11, adjacentes à Baía da Babitonga, SC.

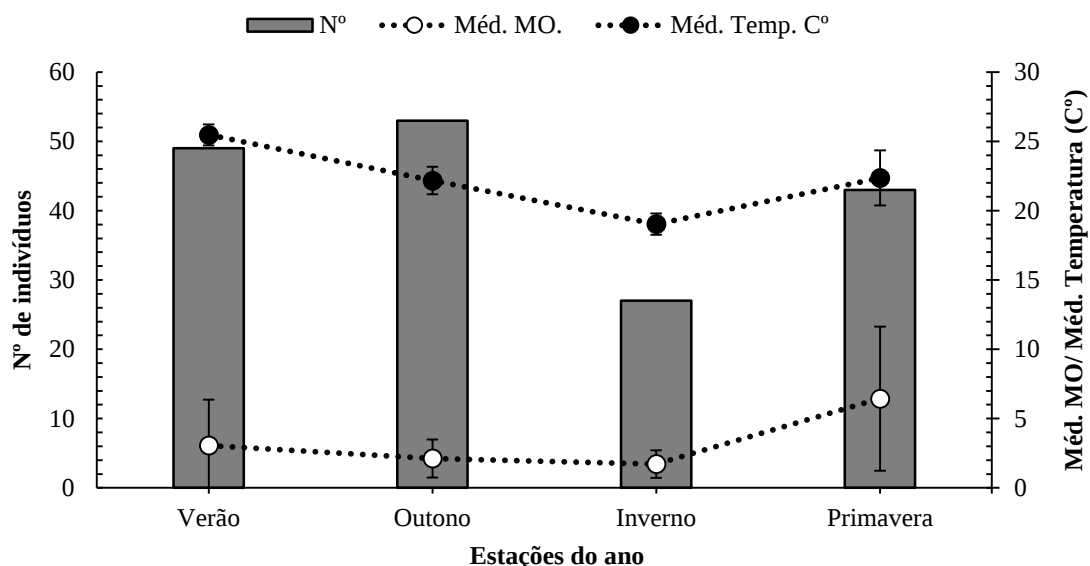


Figura 6. Número de indivíduos totais de *Hepatus pudibundus* entre as estações do ano em relação à média da temperatura ($\pm$) e média de matéria orgânica ($\pm$) no período de julho/10 a junho/11, adjacentes à Baía da Babitonga, SC.

Estrutura populacional

Dos 172 indivíduos, 101 eram fêmeas adultas (FA), 22 fêmeas ovígeras (FO), 46 machos adultos (MA) e três imaturos (IM). As FA foram mais abundantes aos 8 m de profundidade, assim como as FO. Os MA, foram encontrados em maior número aos 11m, já os IM concentraram-se aos 5m. Em relação aos meses do ano, janeiro/11 foi o que se observou maior abundância de FA, as FO foram mais abundantes no mês de abril/11 e o MA no mês de dezembro/10. Os indivíduos IM, foram observados em 3 meses (julho/11,



janeiro/11 e maio/11). Ademais, foram mais abundantes na primavera as FO e os MA, os indivíduos IM foram encontrados no verão, outono e no inverno.

A largura da carapaça (LC) dos MA variou de 23 mm a 80,3 mm ($61,40 \pm 11,76$), das FA variou de 40,5 mm a 73 mm ($57,03 \pm 6,85$) e as FO de 43,3 mm a 66,9 mm ($57,03 \pm 8,4$). Os MA apresentaram maiores tamanhos (Mann-Whitney, $p < 0,05$) em relação as FA. Em contrapartida, não foi observado diferença significativa no tamanho das FA em relação ao tamanho das FO (Mann-Whitney, $p = 0,9133$). As FA e as FO foram mais abundantes nas classes de tamanho intermediárias (44|--51 a 58|--65) enquanto os MA ocuparam as maiores classes de tamanho (72|--79 a 79|--86) (Mann-Whitney, $p < 0,05$) (Figura 7).

Período reprodutivo e recrutamento

As fêmeas reprodutivas (DE e FO) foram capturadas em maior quantidade nos meses que correspondem ao final da primavera e do verão. No geral, os maiores indivíduos foram coletados entre os 8, 11 e 14m de profundidade. Na primavera ocorreram indivíduos que ocupavam as classes de tamanho intermediárias e maiores. Logo ao verão (verão = janeiro, fevereiro e março), pôde-se observar que ocorre um aumento de indivíduos ocupando as menores classes de tamanho e consequentemente mais leves, obtendo uma relação direta entre largura da carapaça e peso ($F = 1896.50913$; $p = 3.95802E-94$, $r^2 = 0.917$) (Figura 8).

O teste Cross-correlation indicou um intervalo de três meses no número de FO em relação a temperatura de fundo, com correlação positiva ($r = 0,451569$) (Figura 9 (A)). Para as FA e temperatura de fundo, foi observado correlação no tempo zero ($r = 0,632075$) e também com intervalo de tempo no mês anterior ($r = 0,632822$), também com correlação positiva (Figura 9 (B)). Ademais, foi observado um intervalo de um mês em relação as FO e os IM, com correlação negativa ($r = -0,665123$) (Figura 10).

Durante todo o período de estudo não houve a captura de fêmeas jovens e apenas três indivíduos machos jovens foram coletados. Foram amostrados machos em todos os estágios de desenvolvimento gonadal, sendo a maior abundância machos rudimentares (total de 19 indivíduos) e as fêmeas foram mais abundantes nos estágios ED (total de 49 indivíduos) e RU (total de 45 indivíduos). O maior número de machos capturados, ocorreu



na primavera (16 indivíduos ED, DE e RU). Os animais com gônadas em estágios DE, ED e RU, ocuparam as classes de tamanho intermediárias (44|-- 51 a 65|-- 72), em sua maioria, enquanto os IM ocuparam as menores classes (23|--30 a 37|--44).

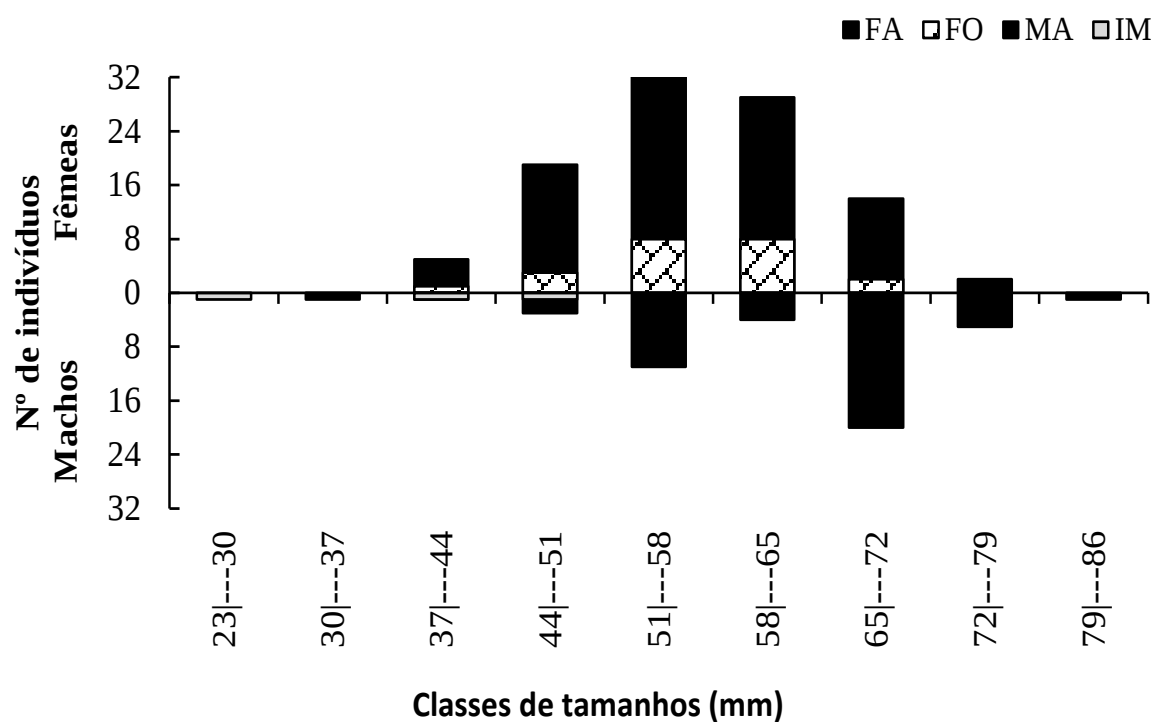


Figura 7. Distribuição dos grupos demográficos de *Hepatus pudibundus*, em relação a classe de tamanho (mm), no período de julho/10 a junho/11, adjacente à Baía da Babitonga, SC.



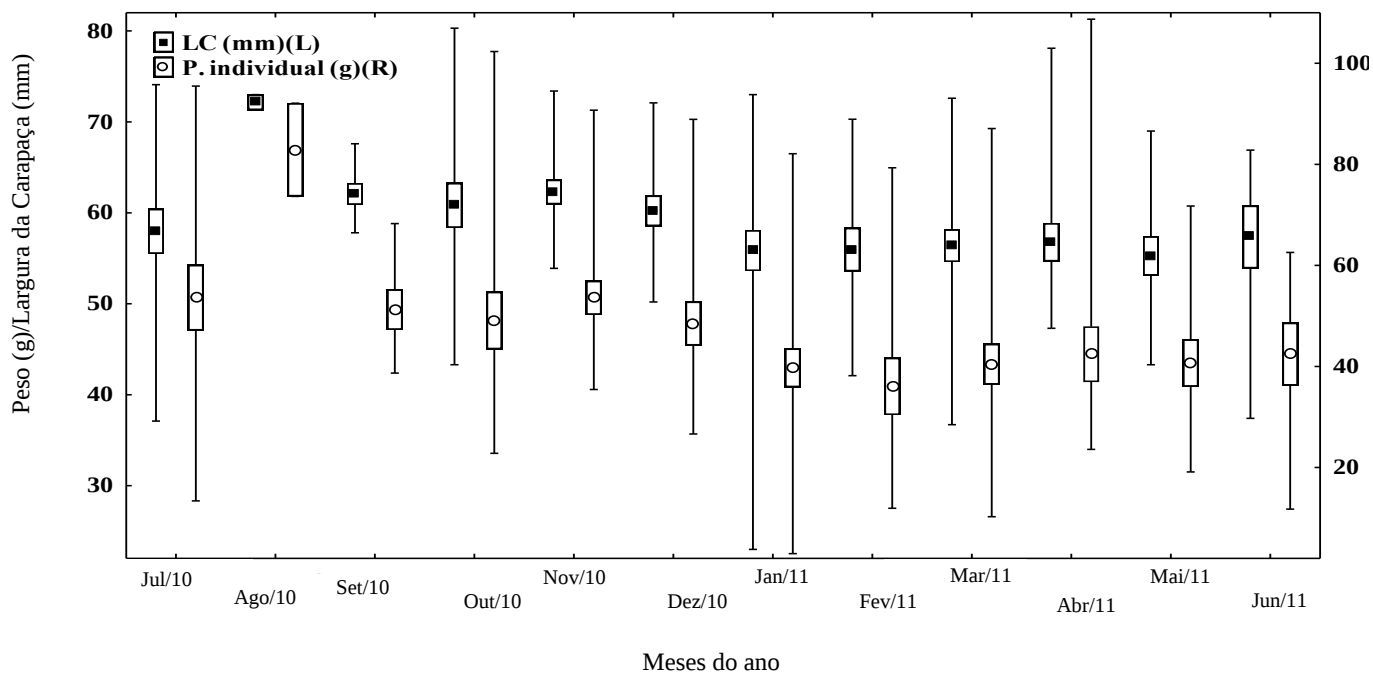


Figura 8. Valores médios, erro padrão, valores mínimos e máximos do peso (g – eixo y da direita) e da Largura da Carapaça (LC – eixo y da esquerda) dos indivíduos de *Hepatus pudibundus* no período de julho/10 a junho/11, adjacente à Baía da Babitonga, SC.

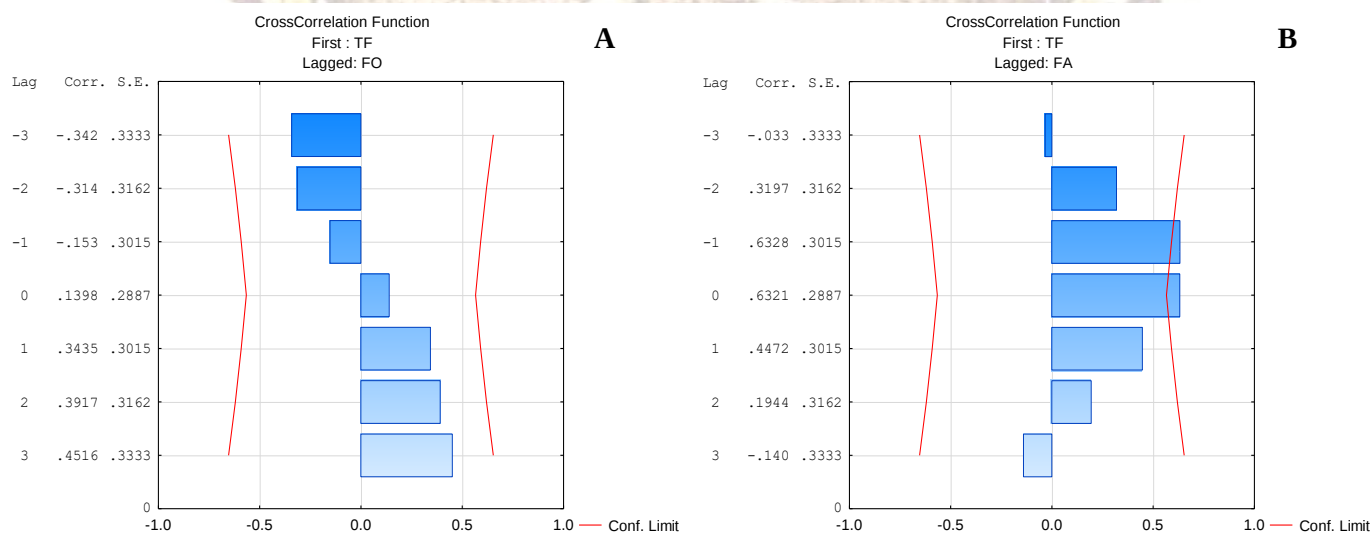


Figura 9. Análise de correlação cruzada (Cross-correlation) de *Hepatus pudibundus* no período de julho/10 a junho/11, adjacente à Baía da Babitonga, SC. **A.** Frequência de FO de *Hepatus pudibundus* e a temperatura de fundo; **B.** Frequência de FA de *Hepatus pudibundus* e a temperatura de fundo;



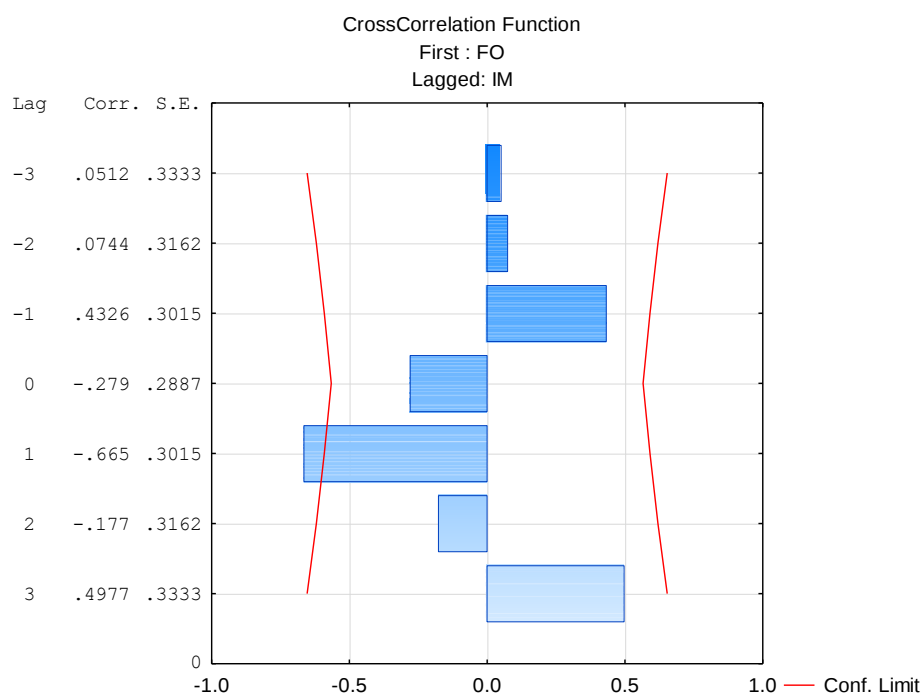


Figura 10. Análise de correlação cruzada (Cross-correlation) da frequência de FO e IM de *Hepatus pudibundus* no período de julho/10 a junho/11, adjacente à Baía da Babitonga, SC.

Proporção sexual

Foi observado uma diferença na razão sexual dos indivíduos (Binomial, $p = 0.003$). Nas classes de tamanho observou-se desvio para as fêmeas nos tamanhos de 44 mm, 51mm e 58mm (teste Binomial, $p < 0.05$). Quanto aos meses do ano, a proporção sexual permaneceu próxima de 1:1, somente em novembro/10, janeiro/11 e março/11 houve um desvio a favor das fêmeas (teste Binomial, $p < 0.05$) (Figura 11).



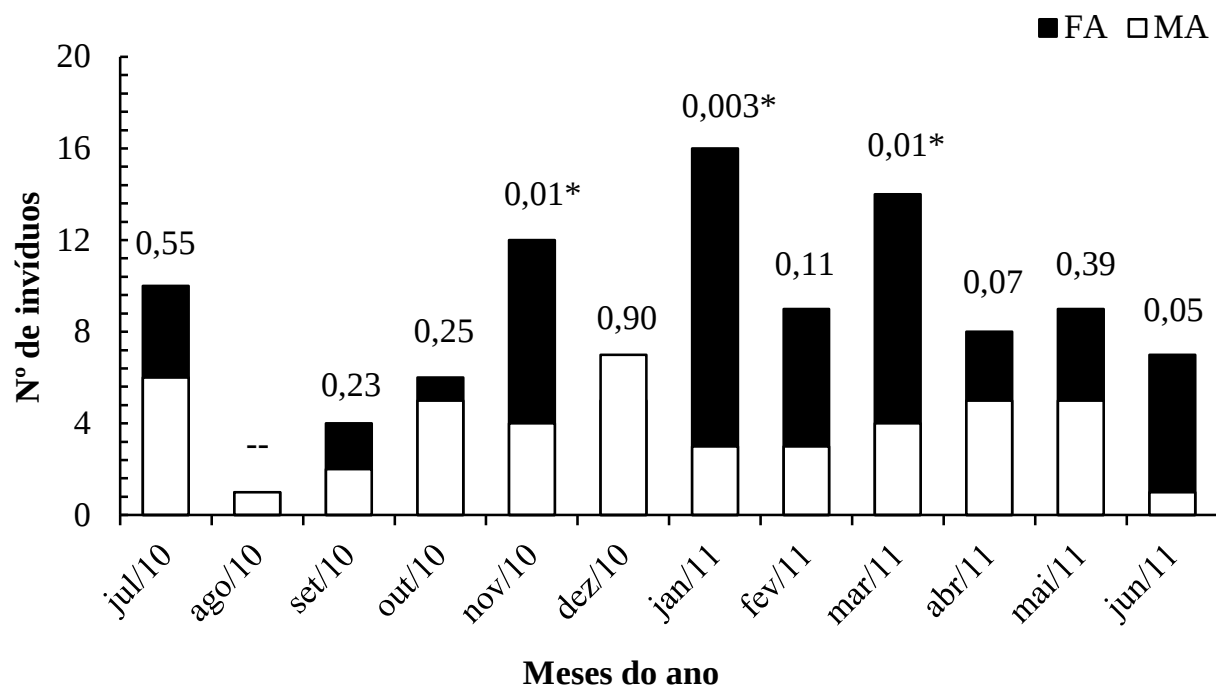


Figura 11. Proporção de machos e fêmeas de *Hepatus pudibundus*, em relação aos meses do ano, no período de julho/10 a junho/11, adjacente à Baía da Babitonga, SC. *Valores estatisticamente significativos ($p < 0,05$).

Maturidade sexual estimada

Ao realizar a análise para estimar o tamanho em que os indivíduos alcançam a maturidade sexual (LC_{50}), obtivemos o tamanho de 57,7 mm para machos (Figura 12) e 50,7 mm para as fêmeas (Figura 13).



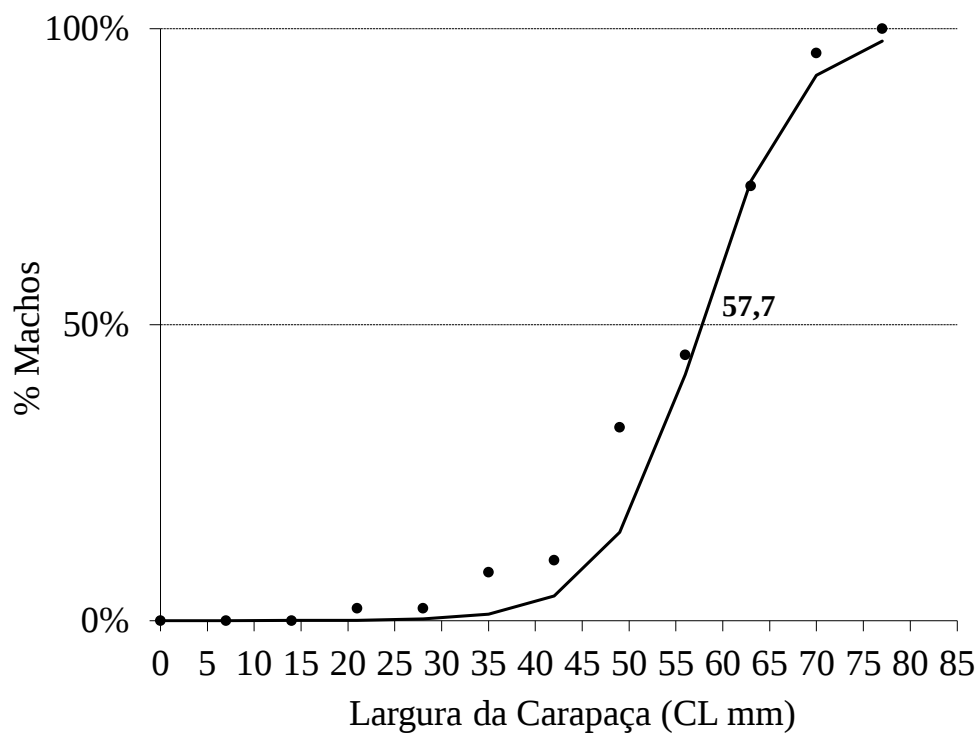


Figura 12. Largura da Carapaça (LC) em que 50% dos machos de *Hepatus pudibundus* atingiram a maturidade sexual, no período de julho/10 a junho/11, adjacente à Baía da Babitonga, SC.

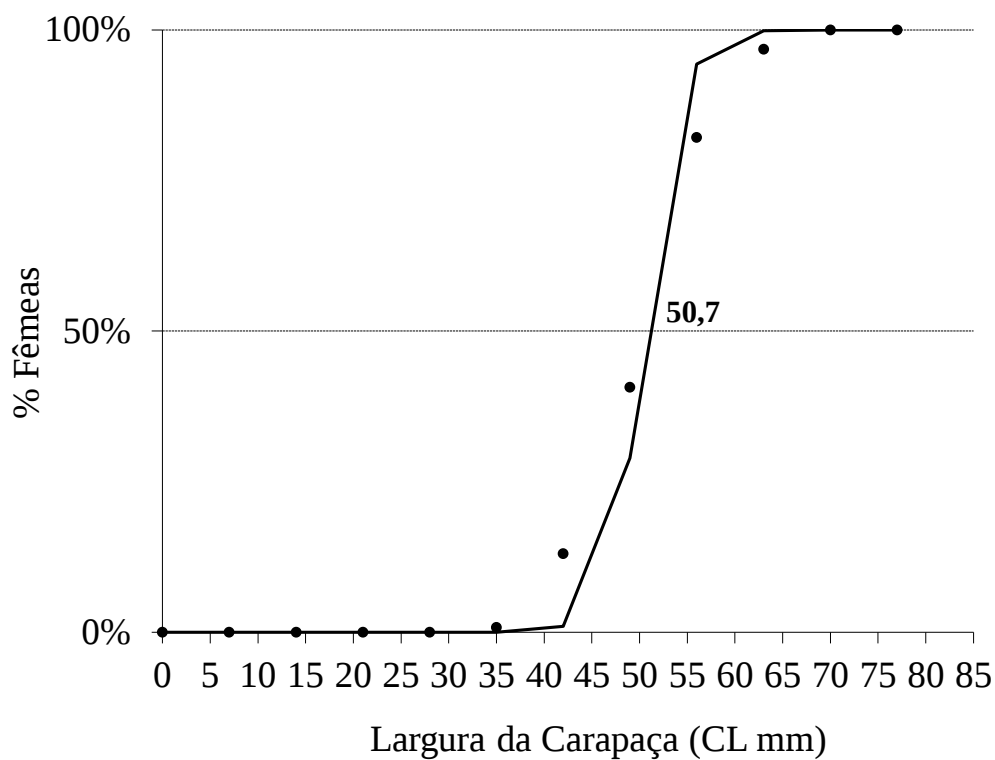


Figura 13. Largura da Carapaça (LC) em que 50% das fêmeas de *Hepatus pudibundus* atingiram a maturidade sexual, no período de julho/10 a junho/11, adjacente à Baía da Babitonga, SC.



DISCUSSÃO

O padrão térmico da água acompanhou o padrão climático temporal esperado, ou seja, valores superiores de temperatura no começo do outono e no verão, e valores inferiores no inverno e no começo da primavera, corroborando com Sardá et al. (2013). Foi observada uma diminuição da temperatura de fundo conforme o aumento da profundidade, considerando temperaturas baixas e um alto valor de salinidade em regiões mais fundas (17m). Segundo Acha et al. (2004), ocorre o fenômeno de confluência de massas de águas com origens tropicais e subantárticas que influenciam o padrão de temperatura e salinidade nas batimetrias superiores a 15 m no Atlântico Ocidental Sul.

Foram encontrados indivíduos em todas as profundidades amostradas, demonstrando que o caranguejo *H. pudibundus* apresenta uma ampla distribuição nos locais estudados. A distribuição e a abundância não foram relacionadas diretamente aos fatores ambientais, sem relações significativas. O que pode ser explicado por Mantelatto et al. (1995^a), que descreveram, que as variações consideradas pequenas dos fatores ambientais não são decisivas a ponto de alterar completamente o padrão de distribuição da espécie, mas que podem influenciar indiretamente em pequenos picos. O mesmo autor, e também Sardá et al. (2013) também citam que não observaram diferença significativa entre a distribuição e abundância dos indivíduos de *H. pudibundus* e os fatores ambientais, analisando sete arrastos radiais na Enseada da Fortaleza/SP e três profundidades (7, 14 e 19 m) em Balneário Camboriú/SC. Bernardes et al. (2019) encontraram relações significativas, principalmente para matéria orgânica e phi, concluindo que pelo hábito generalista da espécie, sedimentos com maior teor de matéria orgânica se refere há um ambiente com maior diversidade de alimento. O alto teor de matéria orgânica no ambiente pode beneficiar o estabelecimento e o desenvolvimento (Negreiros – Fransozo et al., 1991) das espécies.

A maior abundância dos indivíduos de *H. pudibundus* nas profundidades menores em estudo, pode ser explicada pelo fato de que a espécie possui preferência para locais mais rasos (Klôh e Di Benedito, 2010; Sardá et al., 2013), cujo sedimento é composto por frações granulométricas menores. Sedimentos desse tipo, permite que os indivíduos possam se enterrar, como uma maneira de escapar da predação. A espécie em estudo possui esse hábito de se enterrar no substrato, o que é possível graças a um mecanismo eficiente para a circulação de água entre as brânquias, que o permite o animal se oxigenar enquanto permanece enterrado (Mantelatto et al., 1995a). Além de que, substratos



constituídos de sedimentos mais finos, possuem maior teor de matéria orgânica (Burone et al., 2003), um fator importante para a manutenção dos organismos. Nessas profundidades também foram observadas médias de salinidades superiores a 31, e *H. pudibundus* é uma espécie que suporta altas salinidades (Abreu, 1980). Em outros trabalhos foi observado que a espécie não habita regiões com baixas salinidades (Mantelatto et al., 1995a; Fracasso e Branco, 2005).

Há dimorfismo sexual para o caranguejo *H. pudibundus*, demonstrando que as fêmeas atingem menores tamanhos que os machos (Fracasso e Branco, 2005; Keunecke et al., 2007; Klôh e Di Benedito, 2010; Sardá et al., 2013; Marochi et al., 2016; Miazaki et al., 2019, Bernardes et al., 2019). Em Lima et al. (2014a), as fêmeas atingiram tamanhos maiores, porém no geral, os machos apresentaram médias de tamanho superiores. Essa diferença de tamanho pode ser encontrada em alguns trabalhos para outras espécies de Brachyura (Mantelatto e Fransozo et al., 1996; Taddei e Herrera, 2010; Alencar et al., 2014; Pescinelli et al., 2015; Gonçalves et al., 2016). Segundo Marochi et al. (2016), o dimorfismo, está relacionado diretamente a hormônios específicos de cada sexo, o que pode conceder morfologias diferentes entre machos e fêmeas, como estratégia para as adaptações reprodutivas e assim obter sucesso reprodutivo da espécie.

O maior tamanho observado nos machos adultos pode estar relacionado a sua reprodução, como observado para a espécie em Lima et al. (2014b); Marochi et al. (2016); e também para outros Brachyuras: Mantelatto e Fransozo (1996), para *Callinectes ornatus* Ordway, 1863; Alencar et al. (2014) para *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763); Pescinelli et al. (2015) para *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837) e Gonçalves et al. (2016) para *Libinia ferreirae* Brito Capello, 1871. Os machos de tamanhos semelhantes disputam pelas fêmeas reprodutivas (Pescinelli et al., 2015) e geralmente os maiores garantem a vitória (Hartnoll, 1982), além do comportamento pré-copulatório e pós-copulatório observado em alguns caranguejos. Os mesmos seguram suas fêmeas reprodutivas até que a cópula seja realizada por completo, garantindo sucesso reprodutivo (Mantelatto e Fransozo, 1994; Reigada et al., 1994). Ademais, os machos alocam energia para o crescimento corpóreo, já as fêmeas precisam alocar energia, para a produção e incubação de ovos (Mantelatto e Fransozo, 1996; Costa e Negreiros – Fransozo, 1998), necessitando de recursos energéticos melhores para a produção dos oócitos, quando comparados com a produção de espermatozoides (Fransozo et al., 2013).



Além disso, as fêmeas passam por um processo de restrição alimentar durante a incubação de ovos (Hartnoll, 2006), o que pode interferir no crescimento, fazendo com que cresçam menos que os machos. Os fatores ambientais, atuam no organismo dos indivíduos de formas diferentes as quais podem interferir no seu desenvolvimento, como, a temperatura pode influenciar no metabolismo, a disponibilidade de alimento pode interferir em quanto tempo esse indivíduo leva para obter um certo tamanho, e com isso, o tamanho em que esses organismos podem alcançar a maturidade sexual (Hartnoll, 1982; Martins et al., 2013).

Os grupos demográficos de uma determinada espécie dificilmente se distribuem homogeneamente no ambiente, existem fatores e condições ambientais que podem contribuir para a distribuição desses indivíduos, dependendo de suas necessidades em cada estágio da vida (Mantelatto et al., 1995a). Nossos resultados demonstraram que as e as fêmeas adultas apareceram em profundidades e meses com temperatura em torno de 20°C, Sardá et al. (2013) e Mantelatto et al. (1995a) também observaram esse padrão. Ademais houve uma relação positiva com a temperatura e as fêmeas ovígeras, demonstrando que a temperatura de fundo, pode influenciar principalmente na exteriorização dos ovos das fêmeas de *H. pudibundus* na região. No período reprodutivo pode ocorrer a migração de fêmeas reprodutivas para áreas mais rasas, em busca de temperaturas propícias, para realizar a incubação dos ovos (Nagão et al., 1999; Ripoli et al., 2007; Rodrigues e D`Incao, 2008, Sharma e Gupta et al., 2013; Davanso et al., 2013).

O aparecimento de machos na primavera pode estar relacionado a abundância de fêmeas reprodutivas também nesta estação, também foi observado que houve uma migração dos indivíduos machos das regiões mais distantes da costa para as regiões mais rasas para se reproduzirem. Esse comportamento migratório pode evitar a competição por recursos (Sardá et al., 2013), uma vez que quando o período reprodutivo cessa, esses machos voltam para as regiões mais distantes da costa, assim machos e fêmeas não competem por espaço e recursos na mesma região. Lima et al. (2014b) também observaram fêmeas ovígeras na primavera. Segundo Reigada e Negreiros – Fransozo (2000), *H. pudibundus* apresenta reprodução contínua, o que pode explicar a presença de fêmeas ovígeras na região de estudo, durante todo o período de coleta, mesmo ocorrendo picos na reprodução.

Podemos inferir que os recrutas estão adentrando a população em maior abundância no verão, sendo janeiro o principal período de entrada de indivíduos menores,



aos quais podemos inferir que são recrutas oriundos do investimento reprodutivo da primavera (predominância de fêmeas reprodutivas e ovígeras). O que pode ser confirmado em função ao aparecimento de indivíduos IM logo após o pico de FO na região. Portanto, os picos reprodutivos da primavera e outro menos intenso no outono seguem ao padrão esperado para espécies que habitam zonas de transição tropical/subtropical (Dall et al., 1990).

Alguns meses apresentaram razão sexual em favor das fêmeas e esse padrão já foi observado em outros trabalhos (Mantelatto et al., 1995b; Severino – Rodrigues et al., 2002; Fracasso e Branco, 2005; Keunecke et al., 2007, Lima et al., 2014a, Teles et al., 2020). O desvio para as fêmeas em meses quentes (Sampaio – Filho, 1984; Severino – Rodrigues et al., 2002) pode estar relacionado a reprodução (Sardá et al., 2013), uma vez fêmeas durante o período reprodutivo tendem a estar mais próximas a costa com valores de temperatura da água superiores, enquanto que os machos podem estar mais distantes da região costeira (Klôh e Di Benedito, 2010; Sardá et al., 2013).

O tamanho em que os indivíduos de *H. pudibundus* alcançam a maturidade sexual na região da Baía da Babitonga foi relativamente maior quando comparados a outros locais. No estado da Bahia, em Ilhéus, com um clima bem diferente da região em estudo, Carvalho e Couto (2006) encontraram 38 mm de LC para os machos e 37 mm de LC para as fêmeas, e no litoral do estado de São Paulo, Miazaki (2017) observou que os machos atingiram a maturidade sexual com 42,26 mm de LC e as fêmeas com 43,09 mm de LC. Lima et al. (2014b) observou 32,46 mm de LC para os machos e 32,51 mm de LC para as fêmeas, e ainda, Reigada e Negreiros – Fransozo (2000) encontraram 33,47 mm e 32,90 mm de LC para machos e fêmeas respectivamente. Comparando ao estado de Santa Catarina, Fracasso e Branco (2005), observaram 35 mm para os machos e 36 mm de LC para as fêmeas. É possível que o tamanho em que os espécimes de *H. pudibundus* atinjam a maturidade sexual seja influenciado pelos fatores ambientais. A população de *H. pudibundus* na região estudada pode corroborar com o “paradigma do efeito latitudinal”, onde espécies que habitam regiões mais frias atingem a maturidade em tamanhos maiores do que espécies viventes em regiões mais quentes (Bauer 1992, Castilho et al., 2007). O caranguejo *H. pudibundus* não apresenta muda terminal, ou seja, continua sofrendo muda após ter alcançado a maturidade sexual (Reigada e Negreiros – Fransozo, 2000). Seu ciclo de vida é relativamente curto, e os machos e as fêmeas normalmente possuem uma constante de crescimento similar, mas, a tendência é que os machos atinjam maiores



tamanhos que as fêmeas (Keunecke et al., 2007), justamente em função da reprodução (Mantelatto e Fransozo, 1994; Marochi et al., 2016).

Conclui-se que *H. pudinbundus* está bem estabelecido na região da Baía da Babitonga, pois foram encontrados espécimes em todas as profundidades amostradas, sendo possível observar uma relação indireta em sua distribuição e abundância, quanto aos fatores ambientais, principalmente temperatura e phi. Porém, a variação desses fatores, são mínimas e não são suficientes para afetar a população de *H. pudibundus* na região, uma vez que a espécie é caracterizada como generalista (Mantelatto et al., 1995a) e pode ser encontrada em diferentes latitudes e em profundidades distintas (Melo, 1996). Mas existem outros fatores que podem determinar a distribuição e a dinâmica populacional de uma espécie, como, a conformidade geológica da região, além de relações intraespecíficas e interespecíficas (Fransozo et al., 1992). Portanto, visto todas as informações geradas nesse estudo populacional para *H. pudibundus* na região, tais informações contribuem com dados para futuros monitoramentos ambientais na região, ajudando a elaborar planos de manejos adequados para a espécie e para outras capturadas acidentalmente (bycatch) pela frota pesqueira de camarão, buscando a conservação e manutenção da biodiversidade no local e a continuidade dos serviços ecossistêmicos.



REFERÊNCIAS

- Abreu, J. 1980. Distribuição e ecologia dos Decapoda numa área estuarina de Ubatuba (SP). Boletim do Instituto Oceanográfico. 29: 1–3.
- Acha, E. M.; Mianzan, H. W.; Guerreiro, R. A.; Faveiro, M. & Bava, J. 2004. Marine fronts at the continental shelves of Austral South America: Physical and ecological processes. Journal of Marine Systems. 44: 83-105.
- Alencar, C. E. R. D.; Lima-Filho, P. A.; Molina, W. F. & Freire, F. A. M. 2014. Sexual shape dimorphism of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda, Ucididae) accessed through Geometric Morphometric. The Scientific World Journal. 2014: 1–8.
- Amado, E. M.; Freire, C. A.; Grassi, M. T. & Souza, M. M. 2012. Lead hampers gill cell volume regulation in marine crabs: Stronger effect in a weak osmoregulator than in an osmoconformer. Aquatic Toxicology. 106(107): 95–103.
- Andrade, L. S.; Frameschi, I. F.; Castilho, A. L.; Costa, R. C. & Fransozo, A. 2015. Can the pattern of juvenile recruitment and population structure of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Decapoda: Brachyura) be determined by geographical variations? Marine Ecology. 36(4): 950–958. <https://doi.org/10.1111/maec.12188>.
- Batoy, C. B.; Sarmago, J. F. & Pilapil, B. C. 1987. Breeding season, sexual maturity and fecundity of the blue crab, *Portunus pelagicus* (L.) in selected coastal waters in Leyte and vicinity, Philippines. Annals of Tropical Research. 9(3):157–177.
- Bauer, R. T. 1992. Testing generalizations about latitudinal variation in reproduction and recruitment patterns with sicyoniid and caridean shrimp species. Invertebrate Reproduction and Development. 22(1–3): 193–202.
- Bernardes, V. P.; Martins, F. K.; Rodrigues, G. F. B.; Bernardo, C. H.; Sousa, A. N.; Bertini, G. & Fransozo, A. 2019. The different depths gradients may affect the reproductive dynamics of *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Decapoda: Aethridae) in the southeastern region of Brazil. Biologia. 74, 1011–1019. <https://doi.org/10.2478/s11756-019-00230-1>.



- Bernardes, V. P.; Sousa, A. N.; Teles, J. N. & Fransozo, A. 2016. Abundância e distribuição ecológica do caranguejo aranha endêmico *Leurocyclus tuberculosus* (H. Milne Edwards & Lucas, 1834) (Crustacea: Decapoda: Majoidea) em diferentes profundidades no litoral norte paulista. *Ciência et Praxis*. 9(17), 07-16.
- Bertini, G.; Fransozo, A. & Melo, G. A. S. 2004. Biodiversity of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from non-consolidated sublittoral bottom on the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Biodiversity and Conservation*. 13: 2185–2207.
- Bertini, G.; Teixeira, G. M.; Fransozo, V. & Fransozo, A. 2010. Reproductive period and size at the onset of sexual maturity of mottled purse crab, *Persephona mediterranea* (Herbst, 1794) (Brachyura, Leucosioidea) on the southeastern Brazilian coast. *Invertebrate Reproduction and Development*. 54(1): 7–17.
- Braga, A. A.; Fransozo, A.; Bertini, G. & Fumis, P. B. 2005. Composition and abundance of the crabs (Decapoda, Brachyura) off Ubatuba and Caraguatatuba, northern coast of São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*. 5(2):1-34. [dx.doi.org/10.1590/S1676-06032005000300004](https://doi.org/10.1590/S1676-06032005000300004).
- Branco, J. O.; Hostim-Silva, M.; Rodrigues, A. M. T.; Clezar, L.; Ribeiro, G. C. & Souza, M. S. C. 1998. Proteção e controle de ecossistemas costeiros: Manguezal da Baía da Babitonga. *Coleção Meio Ambiente IBAMA Série Estudos Pesca*, Brasília. 49-58.
- Buchanan, B. A. & Stoner, A. W. 1998. Distributional patterns of blue crabs (*Callinectes* sp.) in a tropical estuarine lagoon. *Estuaries*. 11(4): 231-239.
- Burone, L.; Muniz, P.; Pires-Vanin, A. M. S. & Rodrigues, M. 2003. Spatial distribution of organic matter in the surface sediments of Ubatuba Bay (Southeastern – Brazil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 75(1): 77–90.
- Carvalho, F. L. & Couto, E. C. G. 2006. Maturidade sexual em *Hepatus pudibundus* (Crustacea: Calappidae) no litoral de Ilhéus – BA. In: *Anais do VII Congresso Internacional de Manejo de Fauna Silvestre na Amazônia e América Latina*, Ilhéus–BA, 3 a 7 de setembro de 2006, Brasil.
- Carvalho, F. L.; Carvalho, E. A. S. & Couto, E. C. G. 2010. Comparative analysis of the distribution and morphological sexual maturity of *Persephona lichtensteinii* e *P. punctata* (Brachyura, Leucosiidae) in Ilhéus, BA, Brazil. *Nauplius*. 18 (2): 109-115.



- Castilho, A. L. 2004. Dinâmica populacional do camarão *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Decapoda, Penaeidae) no litoral norte do estado de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, AC: Zoologia) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, Botucatu, SP, 87 p.
- Castilho, A. L.; Furlan, M.; Costa, R. C. & Fransozo, V. 2008. Reproductive biology of the rock shrimp *Sicyonia dorsalis* (Decapoda: Penaeoidea) from the southeastern coast of Brazil. *Invertebrate Reproduction and Development*. 52 (1–2): 59–68.
- Castilho, A. L.; Gavio, M. A.; Costa, R. C.; Boschi, E. E.; Bauer, R. T. & Fransozo, A. 2007. Latitudinal variation in population structure and reproductive pattern of the endemic South American shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea). *Journal of Crustacean Biology*. 27(4): 548–552.
- Choy, S. 1988. Reproductive Biology of *Liocarcinus puber* and *L. holsatus* (Decapoda, Brachyura, Portunidae) from the Gower Peninsula, South Wales. *Marine Ecology*. 9(3): 227–241.
- Cobo, V. J. & Fransozo, A. 2005. Physiological maturity and relationships of growth and reproduction in the red mangrove crab *Goniopsis cruentata* (Latreille) (Brachyura, Grapsidae) on the coast of São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 22(1): 219–223.
- Costa, T. M. & Negreiros-Fransozo, M. L. 1998. The reproductive cycle of *Callinectes danae* Smith, 1869 (Decapoda, Portunidae) in the Ubatuba region, Brazil. *Crustaceana*, 71(6): 615–627.
- Dall, W.; Hill, B. J. Rothlisberg, P. & Sharples, D. J. 1990. The biology of the Penaeidae. In: *Adv. Mar. Biol.* 1–489.
- Davanzo, T. M.; Taddei, F. G.; Simões, S. M.; Fransozo, A. & Costa, R. C. 2013. Population dynamics of the freshwater crab *Dilocarcinus pagei* in tropical waters in Southeastern Brazil. *Journal of Crustacean Biology*. 33(2): 235–243.
- Emmerson, W. D. 1994. Seasonal Breeding Cycles and Sex Ratios of Eight Species of Crabs from Mgazana, a Mangrove Estuary in Transkei, Southern Africa. *Journal of Crustacean Biology*. 14(3): 568–578.



- Fonteles-Filho, A. A. 2011. Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros. Fortaleza, Expressão Gráfica e Editora, 464 p.
- Fracasso, H. A. A. & Branco, J. O. 2005. Estrutura populacional de *Hepatus pudibundus* (Herbst) (Crustacea, Decapoda) na Armação de Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 22(2): 342–348.
- Françozo, M. O.; Oliveira, T. M. N.; Ressel, K. 2014. Análise da presença de metais pesados e sua toxicidade nos sedimentos do Rio Cachoeira – Joinville/SC. IX Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, Energia e Ambiente, p. 1-15, 2014.
- Fransozo, A.; Castilho, A. L.; Simões, S. M.; D’Incao, F. & Costa, R. C. 2013. Sex ratio, growth and recruitment of the pelagic shrimp *Acetes americanus* on the Southeastern Coast of Brazil. *Journal of Crustacean Biology*. 33: 1–9.
- Fransozo, A.; Negreiros-Fransozo, M. L.; Mantelatto, F. L. M.; Pinheiro, M. A. A. & Santos, S. 1992. Composição e distribuição dos Brachyura (Crustacea, Decapoda) do sublitoral não consolidado na Enseada da Fortaleza, Ubatuba (SP). *Revista Brasileira de Biologia*. 52 (4): 667-675.
- Garcia, J. R.; Wolf, M. R.; Da Costa, R. C. & Castilho, A. L. 2016. Crescimento e reprodução do camarão *Rimapenaeus constrictus* (Decapoda: Penaeidae) da costa sudeste do Brasil. *Estudos Regionais em Ciências Marinhas*. 6:1-9.
- Gherardi, F.; Cassidy, P. M. 1995. Life history patterns of *Discorsopagurus schmitti*, a hermit crab inhabiting polychaete tubes. *The Biological Bulletin*. 188(1): 68-77.
- Gonçalves, G. R. L.; Bolla Jr., E. A.; Negreiros-Fransozo, M. L. & Castilho, A. L. 2016. Morphometric and gonad maturity of the spider crab *Libinia ferreirae* Brito Capello, 1871 (Decapoda: Majoidea: Epialtidae) on the south-eastern Brazilian coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 1–7.
- Goodbody, I. 1965. Continuous breeding in populations of two tropical crustaceans, *Mysidium columbiae* (Zimmer) and *Emerita portoricensis* Schmidt. *Ecology*. 46(1-2): 195-197.
- Hartnoll, R. G. 2006. Reproductive investment in Brachyura. *Hydrobiologia*. 557: 31–40.
- Hartnoll, R. G., 1982. Growth. In Bliss, D. E. & L. G. Abele (eds), *The Biology of Crustacea* 2, Embryology, Morphology and Genetics. Academic Press, New York. 111–196



- Hartnoll, R.G. & Gould, P. 1988. Brachyuran life history strategies and the optimization of egg production. *Symposia of the Zoological Society of London*. 59: 1–9.
- Hirose, G. L. & Negreiros-Fransozo, M. L. 2008. Biologia populacional de *Uca maracoani* Latreille 1802-1803 (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) na costa sudeste do Brasil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 3 (3), 373-383.
- Kerr, J. T & Kharouba, H.M.; Cueeiw, D. J. 2007. The Macroecological Contribution to Global Change Solutions. *Science*. 316:1581-1584.
- 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: 885–891.
- 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.
- Lima, P. A.; Bertini, G.; Fransozo, V.; Gregati, R. A.; Fernandes-Góes, L. C.; & Castilho, A. L. 2014b. Reproductive biology of *Hepatus pudibundus* (Crustacea: Brachyura), the most abundant crab on the southeastern Brazilian coast. *Biologia*. 69(2):219-227.
- Lima, P. A.; Fransozo, V.; Andrade, L. S.; Almeida, A. C.; Furlan, M. & Fransozo, A. 2014a. Distribution and population structure of the flecked box crab *Hepatus pudibundus* (Herbst 1785) (Decapoda, Brachyura) in the western South Atlantic. *Marine Biology Research*. 10(6): 589-600.
- Löwenberg-Neto, P. & Navarro-Silva, M. A. 2002. Primeiro registro de *Aedes albopictus* no Estado de Santa Catarina, Brasil. *Revista de Saúde Pública*. 36(2):246-7.
- Mantelatto, F. L. M. & Fransozo, A. 1994. Crescimento relativo e dimorfismo sexual em *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Decapoda, Brachyura) no litoral norte paulista. *Papéis Avulsos de Zoologia*. 39(4): 33–48.
- Mantelatto, F. L. M. & Fransozo, A. 1996. Size at sexual maturity in *Callinectes ornatos* (Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba region (SP), Brazil. *Nauplius*. 4: 29–38.
- Mantelatto, F. L. M. & Fransozo, A. 1997. Fecundity of the crab *Callinectes ornatos* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Crustaceana*. 70(2): 214–226.



- Mantelatto, F. L. M. & Petracco, M. 1997. Natural diet of the crab *Hepatus pudibundus* (Brachyura: Calappidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba (SP), Brazil. *Journal of Crustacean Biology*. 17(3): 440–446.
- Mantelatto, F. L. M.; Fransozo, A. & Negreiros-Fransozo, M. L. 1995a. Distribuição do caranguejo *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea, Decapoda, Brachyura) na Enseada de Fortaleza, Ubatuba (SP), Brasil. *Boletim do Instituto Oceanográfico*. 43:51–61.
- Mantelatto, F. L. M.; Fransozo, A. & Negreiros-Fransozo, M. L. 1995b. Population-structure of *Hepatus pudibundus* (Decapoda, Calappidae) in Fortaleza Bay, Brazil. *Revista de Biología Tropical/International Journal of Tropical Biology and Conservation*. 43(1): 265-270.
- Marochi, M. Z.; Trevisan, A.; Gomes, F. B.; & Masunari, S. 2016. Dimorfismo sexual em *Hepatus pudibundus* (Crustacea, Decapoda, Brachyura). *Iheringia. Série Zoologia*. 106.
- Martins, A. S.; Pinheiro, H. T. & Leite Jr., N. O. 2013. Biologia reprodutiva do camarão setebardas no litoral centro sul e sul do Espírito Santo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*. 39(3): 205–215.
- Melo, G. A. S. 1996. Manual de Identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro. Plêiade/FAPESP, São Paulo.
- Miazaki, L. F. Dinâmica populacional do caranguejo *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea: Decapoda: Aethridae) na região de Cananéia, extremo sul do Estado de São Paulo. 2017. Dissertação de Mestrado.
- Miazaki, L. F.; Simões, S. M.; Castilho, A. L. & Costa, R. C. 2019. Population dynamics of the crab *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Decapoda, Aethridae) on the southern coast of São Paulo state, Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 99(4), 867-878.
- Nagão, J.; Munehara, H. & Shimazaki, K. 1999. Embryonic development of the hair crab *Erimacrus isenbeckii*. *Journal of Crustacean Biology*. 19 (1), 77-83.
- Negreiros-Fransozo, M. L.; Fransozo, A.; Pinheiro, M. A. A.; Mantelatto, F. L. M. & Santos, S. 1991. Caracterização física e química da Enseada de Fortaleza, Ubatuba, SP. *Revista Brasileira de Geociências*. 21(2):114-120.



- 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. *Raffles Bulletin of Zoology*. 17(1): 1-286.
- Oksanen, J.; Blanchet, F. G.; Kindt, R.; Legendre, P.; Minchin, P. R.; O'hara, R. B; Simpson, G. L.; Solymos, P.; Henry, M.; Stevens, H. & Wagner, H. (2013). *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.0-7. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
- Pescinelli, R. A.; Davanzo, T. M. & Costa, R. C. 2015. Relative growth and morphological sexual maturity of the mangrove crab *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837) (Decapoda, Brachyura, Sesarmidae) on the southern coast of the state of São Paulo, Brazil. *Invertebrate Reproduction & Development*. 59: 1–6.
- Pinheiro, M. A. A. & Fransozo, A. 1998. Sexual maturity of speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Decapoda, Brachyura, Portunidae) in the Ubatuba Littoral, São Paulo State, Brazil. *Crustaceana*. 71(4): 434–452.
- Pinheiro, M. A. A.; Fransozo, A. & Negreiros-Fransozo, M. L. 1996. Distribution patterns of *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba (SP), Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*. 56: 705–716.
- Prozee, S. & P. R, I. (2006). Monitoramento da atividade pesqueira no litoral do Brasil- Relatório Técnico Final. 328p. Convênio SEAP/PROZEE/IBAMA: 109/2004. Processo no 00.350. 000.749/2004-19. Fundação de Amparo a Pesquisa de Recursos Vivos na Zona Economicamente Exclusiva-Fundação Prozee. Brasília, Basil. Disponível em <http://www.google.pt/url>.
- Reigada, A. L. D. & Negreiros-Fransozo, M. L. 2000. Reproductive cycle of *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea, Decapoda, Calappidae) in Ubatuba, SP, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*. 60(3): 483–491.
- Reigada, A. L. D.; Negreiros-Fransozo, M. L. & Mantelatto, F. L. M. 1994. Avaliação do tamanho dos quelípodos de *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea, Calappidae), em relação ao sexo e à maturação. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 37(4):797–807.
- Ricklefs, R. E. & Miller, G. L. 1999. *Ecology*. 4a Edição. W.H. Freeman and Company, 822.



- Ripoli, L. V.; Fernandes, J. M.; Rosa, D. M. & Araujo, C. C. V. 2007. Dinâmica populacional de *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Portunidae) em um trecho litorâneo da Ilha do Frade, Vitória – ES. Boletim do Instituto de Pesca. 33(2): 205-212.
- Rodrigues, A. M. T. 2000. Diagnóstico sócio-econômico e a percepção ambiental das comunidades pesqueiras artesanais do entorno da Baía da Babitonga (SC) um subsídio ao gerenciamento costeiro. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 223 p.
- Rodrigues, M. A. & D’Incao, F. 2008. Comparação do crescimento entre *Callinectes sapidus* (Crustacea, Decapoda, Portunidae) coletados em campo e mantidos em condições controladas. Iheringia Série Zoologia. 98(3): 372-378.
- Sampaio, C. M. S. & Fausto-Filho J. 1984. Considerações sobre a bioecologia dos crustáceos decápodos da Enseada do Macuripe (Fortaleza, Ceará, Brasil). Arquivos de Ciências Marinhas. 23, 11-24.
- 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. Pan-American Journal of Aquatic Sciences. 8(2):126-138.
- Severino-Rodrigues, E.; Guerra, D. S. F. & Graça-Lopes, R. 2002. Carcinofauna acompanhante da pesca dirigida ao camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) desembarcada na praia do Perequê, Estado de São Paulo, Brasil. Boletim do Instituto de Pesca. 28(1): 33-48.
- Serafini, T. Z.; Andriguetto Filho, J. M, & Pierri, N. 2014. Subsídios para a gestão compartilhada da pesca na baía da Babitonga (SC, Brasil). Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia Aquática , 18 (1), 99-111.
- Sharma, K. K. & Gupta, R. K. 2013. Population structure of freshwater crab *P. masoniana* (Henderson) in the lower reaches of Chenab river, J&K state, India. International Journal of Fisheries and Aquaculture Sciences. 3(1): 1–6.
- Sturges, H. A. 1926. The choice of a class interval. Journal of the American Statistical Association. 21(153): 65–66.



Taddei, F. G. & Herrera, D. R. 2010. Crescimento do caranguejo *Dilocarcinus pagei* Stimpson, 1861 (Crustacea, Brachyura, Trichodactylidae) na represa Barra Mansa, Mendonça, SP. Boletim do Instituto de Pesca. 36(2): 99–110.

Teles, J. N.; Mantelatto, F. L.; Miazaki, L. F.; Fransozo, A. & Bertini, G. 2020. A 20-year gap evaluation of the population biology of the crab *Hepatus pudibundus* in an area overexploited by fisheries. Biologia. 76(1), 147-158.

Terossi, M.; Torati, L. S.; Miranda, I.; Scelzo, M. A. & Mantelatto, F. L. M. 2010. Comparative reproductive biology of two southwestern Atlantic populations of the hermit crab *Pagurus exilis* (Crustacea: Anomura: Paguridae). Marine Ecology. 31(4): 584-591.

Wunderlich, A. C.; Pinheiro, M. A. A. & Rodrigues, A. M. T. 2008. Biologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Crustacea: Decapoda: Brachyura), na Baía da Babitonga, Santa Catarina, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia. 25 (2): 188–198.

Zar, J.H. 2010. Biostatistical analysis. 5th ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

