

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 25/02/2023.

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

BIOLOGIA POPULACIONAL DO CARANGUEJO ARANHA *Libinia spinosa* Guérin, 1832 (CRUSTACEA, DECAPODA, MAJOIDEA) NO LITORAL NORTE PAULISTA

MATEUS PEREIRA SANTOS

Orientadora: Prof^a. Tit. Dr^a. Maria Lucia Negreiros Fransozo

Botucatu – SP

2021

BIOLOGIA POPULACIONAL DO CARANGUEJO ARANHA *Libinia spinosa* Guérin, 1832 (CRUSTACEA, DECAPODA, MAJOIDEA) NO LITORAL NORTE PAULISTA

MATEUS PEREIRA SANTOS

Orientadora: Prof^a. Tit. Dr^a. Maria Lucia Negreiros Fransozo

Dissertação apresentada ao curso de pós-graduação em Ciências Biológicas: Zoologia, do Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP- Campus de Botucatu, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas – Área de Concentração: Zoologia.

Botucatu – SP

2021

S237b	Santos, Mateus Pereira Biologia populacional do caranguejo aranha <i>Libinia spinosa</i> Guérin, 1832 (Crustacea, Decapoda, Majoidea) no litoral norte paulista / Mateus Pereira Santos. -- Botucatu, 2021 84 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Botucatu Orientadora: Maria Lucia Negreiros Fransozo 1. Ecologia. 2. biologia populacional. 3. Majoidea. 4. Reprodução. 5. Distribuição ecológica. I. Título.
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

EPÍGRAFE

“Presentemente eu posso me considerar um sujeito de sorte
Porque apesar de muito moço, me sinto são e salvo e forte
E tenho comigo pensado: Deus é brasileiro e anda do meu lado
E assim já não posso sofrer no ano passado”

(Belchior)

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a Telma Ribeiro (*in memoriam*), minha avó, que sempre me incentivou a lutar pelos sonhos e foi a grande responsável para que eu pudesse chegar até aqui. Nossa ligação transcende o plano material.

TE AMO, INFINITAMENTE!

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à **Deus** e todas as outras forças espirituais das quais acredito, por permitirem que eu chegasse até aqui com alegria e saúde.

Agradecer à minha orientadora **Dra. Maria Lucia Negreiros-Fransozo**, que me recebeu de braços abertos como orientando e com toda certeza agregou muito na minha formação enquanto pesquisador. Obrigado pelo imenso privilégio de ter sido seu aluno. Sempre digo que a prof. Lucia (como a chamo carinhosamente) é um exemplo como profissional e como ser humano, sempre disposta a te ouvir e te ajudar em qualquer situação. Levarei nossa relação com muito carinho por toda a vida. Obrigado, mais uma vez, por tudo, professora!

Ao professor **Dr. Adilson Fransozo**, pelo grande apoio concedido, desde a disponibilidade dos dados usados no presente trabalho à todas as conversas científicas trocadas, que foram tão valiosas. Com toda certeza, este trabalho não seria possível sem a colaboração do professor Adilson. Meu muito obrigado!

À minha eterna professora e amiga **Dra. Vivian Fransozo**, por sempre me incentivar a correr atrás dos meus objetivos, criando pontes para que eu pudesse chegar até aqui. Obrigado pela parceria de sempre.

Agradeço também a **MSc. Aline Nonato**, que muito me ajudou nas análises estatísticas e sempre paciente, me deu ideias importantes para realização desta dissertação.

À **Dra. Geslaine Gonçalves** por ter oferecido parte de seus dados e a **Dra. Mariana Antunes**, que juntas me ajudaram nas correções, com relevantes contribuições no preparo dos capítulos.

Ao **Departamento de Zoologia** do Instituto de Biociências da UNESP pelo apoio concedido.

Ao **CNPq** (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela concessão da bolsa de estudo e à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pelo financiamento do projeto e veículos utilizados (proc.: 94/4878-8 e 98/031134-6).

Ao **ICMBio** (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade) por concederem a licença para a coleta do material nas áreas estudadas.

Ao **NEBECC** (Núcleo de Estudos em Biologia, Ecologia e Cultivo de Crustáceos) por toda infraestrutura e materiais disponibilizados e aos integrantes deste grupo de pesquisa que participaram das difíceis coletas, sem as quais seria impossível a realização desta dissertação.

Aos pescadores **Djalma Rosa** (Passarinho) e **Édson Ferreti** (Dedinho) comandantes da embarcação *Progresso*, a qual foi utilizada para as coletas em 1998 e 1999, pela dedicação e competência.

Ao meu amigo de laboratório **Lucas Galiotti** pela parceria de sempre. Obrigado pelos momentos especiais, Binho. Com toda certeza, você fez com que essa jornada fosse mais leve e divertida. Espero levar sua amizade pra sempre! Aproveito para agradecer a todos os alunos do NEBECC dos quais tive a honra de conhecer e de poder compartilhar experiências profissionais na área da carcinologia. Momentos como estes são fundamentais para o crescimento de qualquer cientista.

À minha família, em especial, minha mãe **Rosineide Pereira**, minha tia **Marta Ribeiro** e minha avó **Telma Ribeiro** (*in memoriam*) por todo suporte emocional e financeiro durante toda minha trajetória de vida. Sem estas mulheres, eu não teria conquistado absolutamente nada.

Aos meus amigos de Vitória da Conquista, em especial **Cata**, **Manu**, **Mi** e **Gabi** e aos meus amigos daqui de Botucatu, que me acolheram de uma forma única. Também não posso deixar de mencionar minhas amigas **Bruna**, **Day**, **Aninha** e **Nonato**.

Meu muito obrigado a todos (as) vocês!

SUMÁRIO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS	7
Referências bibliográficas	12

CAPÍTULO I	18
-------------------	----

**Crescimento relativo, maturidade sexual morfométrica e gonadal do caranguejo
aranha *Libinia spinosa* (Brachyura: Majoidea) proveniente da região de
Ubatuba, São Paulo**

Resumo	19
Introdução	20
Material e Métodos	23
Resultados	27
Discussão	36
Referências	41

CAPÍTULO II	50
--------------------	----

**Biologia populacional do caranguejo aranha *Libinia spinosa* (Brachyura:
Majoidea), proveniente da região de Ubatuba, São Paulo**

Resumo	51
Introdução	52
Material e Métodos	54
Resultados	57
Discussão	67
Referências	73

CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
-----------------------------	----

CONSIDERAÇÕES INICIAIS ¹

¹ As citações e referências bibliográficas do presente documento estão de acordo com as normas da revista *Crustaceana*, com pequenas modificações.

Entre todos os organismos atuais, o subfilo Crustacea detém a maior diversidade morfológica (Martin & Davis, 2001) e estima-se que para este táxon exista mais de 70 mil espécies descritas, distribuídas em mais de 1.000 famílias (Brusca *et al.*, 2018). Este subfilo é representado por 6 classes, 13 subclasses e 47 ordens (Martin & Davis, 2001; Fransozo & Negreiros Fransozo, 2016).

As classes do subfilo Crustacea são: Remipedia, Cephalocarida, Branchiopoda, Maxillopoda, Ostracoda e Malacostraca (Martin & Davis, 2001). A Classe Malacostraca constitui um grupo expressivo de crustáceos, bem conhecidos, como caranguejos, lagostas, siris e camarões; além de número abundante de outras espécies de tamanho reduzido, mas ecologicamente importantes. Esta classe é representada por sete ordens principais: Leptostraca, Stomatopoda, Decapoda, Syncarida, Euphausiacea, Pancarida e Peracarida (Martin & Davis, 2001).

A Ordem Decapoda inclui aqueles crustáceos comumente chamados de camarões, lagostas, caranguejos, siris, ermitões, tatuíras e lagostins e possui cerca de 18.000 espécies vivas (Ng *et al.*, 2008). Os crustáceos decápodes têm sido amplamente estudados, quando comparados a outros grupos, devido a sua diversidade e importância econômica (Martin & Davis, 2001, 2006). Desto desta ordem são apresentas duas subordens: Dendrobranchiata Bate, 1888 e Pleocyemata Burkenroad, 1963 (Martin & Davis, 2001). A subordem Pleocyemata dispõe de representantes diversificados quanto à forma, as brânquias se apresentam como tricobrânquias ou filobrânquias, o desenvolvimento embrionário pleopodial e larva típica é zoea, sendo esta subordem subdividida em onze infraordens. Entre estas, a infraordem Brachyura Linnaeus, 1758 (Fransozo & Negreiros Fransozo, 2016; Brusca *et al.*, 2018), que inclui os crustáceos chamados popularmente de caranguejos, possui cerca de 7.000 espécies descritas (Ng *et al.*, 2008; De Grave *et al.*, 2009; Brusca *et al.*, 2018).

Entre os Brachyura, a superfamília Majoidea Samouelle, 1819, popularmente conhecida como caranguejos “aranha”, compreende o grupo com maior diversidade dentro de Brachyura, com mais de 900 espécies descritas (Ng *et al.*, 2008; Marco-Herrero *et al.*, 2013). No Brasil, são registradas cerca de 100 espécies de Majoidea; enquanto no estado de São Paulo são conhecidas cerca de 47 espécies (Melo, 1996). Seus representantes estão distribuídos em todos os tipos de habitats nos oceanos, desde a zona entre marés até grandes profundidades (De Grave *et al.*, 2009). Este táxon originou-se da antiga família Majidae, a qual foi elevada para o status de superfamília Majoidea (Hendrickx, 1995; Martin & Davis, 2001; McLaughlin *et al.*, 2005).

Segundo Martin & Davis (2001), os Majoidea estão organizados em sete famílias: Majidae Samouelle, 1819; Epialtidae MacLeay, 1838; Inachidae MacLeay, 1838; Inachoididae Dana, 1851; Pisidae Dana 1851; Tychidae Dana 1851 e Mithracidae Balss, 1929. Por outro lado, Ng *et al.* (2008) reconheceram seis famílias em Majoidea, como segue: Epialtidae; Hymenosomatidae MacLeay, 1838; Inachidae; Inachoididae; Majidae e Oregoniidae Garth, 1958. A seguir, Hultgren *et al.* (2009)

propuseram o reconhecimento das famílias propostas por Martin & Davis (2001), porém incluíram a família Oregoniidae.

Percebe-se que há controvérsias para a classificação do táxon, do qual tem recebido propostas de reagrupamentos, contudo, nem sempre são adotadas pela maioria dos especialistas (Hendrickx, 1995; Ng *et al.*, 2008; Guinot & Van Bakel, 2020). Atualmente, devido à incorporação de novas propostas taxonômicas, considera-se que Majoidea seja composta pelas seguintes famílias: Epialtidae, Inachidae, Inachoididae, Majidae, Mithracidae e Oregoniidae (Guinot *et al.*, 2013; Windsor & Felder, 2014; Davie *et al.*, 2015).

A monofilia da superfamília Majoidea, também, tem sido bem documentada pela morfologia larval e adulta (Hultgren & Stachowicz, 2008), embora sua classificação interna seja menos estável (Ng *et al.*, 2008; Hultgren *et al.*, 2009). Com base em dados moleculares (Porter *et al.*, 2005), características larvais (Rice, 1980, 1983) e evidências ultraestruturais de espermatozóides (Jamieson, 1994), acredita-se que este táxon se ramificou próximo à base da árvore dos Brachyura, sendo portanto uma das linhagens de caranguejos braquiúros mais antigos. Os Majoidea compartilham duas sinapomorfias morfológicas: a muda terminal e o desenvolvimento larval, com somente dois estágios de zoea e um de megalopa (Boschi & Scelzo, 1968; Rice, 1980, 1983; Tsang *et al.*, 2014).

Dentre as famílias reconhecidas para a superfamília Majoidea, a família Epialtidae MacLeay, 1838 é a mais diversificada, incluindo cerca de 87 gêneros. A subfamília Pisinae incluem espécies do gênero *Libinia* Leach, 1815 no qual são descritas 10 espécies válidas (Tavares & Santana, 2012), porém no litoral brasileiro ocorre somente *L. spinosa* e *L. ferreirae* Brito Capello, 1871, de acordo com Ng *et al.* (2008) e Tavares & Santana (2011). O caranguejo aranha *Libinia spinosa* Guérin, 1832, foco deste estudo, distribui-se ao longo da costa sudoeste do Oceano Atlântico, do Espírito Santo (Brasil) ao sul do Uruguai e Argentina, podendo ser encontrado em profundidades de 10 a 130 metros em fundos lodosos (Melo, 1996, 2008; Tavares & Santana, 2012).

A importância ecológica de *L. spinosa* está relacionada a suas interações ecológicas na teia trófica, devido ao seu hábito alimentar generalista, alimentando-se de algas, poríferos, cnidários, moluscos, poliquetas, outros crustáceos e pequenos peixes (Barros *et al.*, 2008), além de ser predada por polvos e tartarugas (Iribarne *et al.*, 1991). Bem como suas relações simbióticas como hospedeiro de epibiontes e simbiote da medusa *Lychnorhiza lucerna* Haeckel, 1880 (Zamponi, 2002; Acuña *et al.*, 2003; Nogueira Jr *et al.*, 2006; Santos *et al.*, 2006; Cordeiro & Costa, 2010; Sal Moyano *et al.*, 2012; Sal Moyano & Gavio, 2012; Gonçalves *et al.*, 2016, 2020). Além disso, de acordo com Braga *et al.* (2005), *L. spinosa* está entre as três espécies de braquiúros mais abundantes na região do litoral norte paulista.

A espécie *L. spinosa* tem sido foco de vários estudos, sendo a maior parte deles realizados na América Latina, em especial, no Brasil e Argentina. Tais estudos incluem temas sobre desenvolvimento larval (Boschi & Scelzo, 1968; Clark *et al.*, 1998; Hereu & Calazans, 1999, 2001), biologia reprodutiva (Sal Moyano *et al.*, 2010; Sal Moyano *et al.*, 2011a, 2011b; González-Pisani *et al.*, 2012; Sal Moyano & Gavio, 2012; González-Pisani *et al.*, 2013; González-Pisani & López-Greco, 2014), taxonomia (Tavares & Santana, 2012; Low *et al.*, 2013), hábitos alimentares (Barros *et al.*, 2008), interações ecológicas (Zamponi, 2002; Acuña *et al.*, 2003; Santos *et al.*, 2006; Nogueira Jr. *et al.*, 2006; Cordeiro & Costa, 2010; Sal Moyano *et al.*, 2012) e distribuição (Braga *et al.*, 2007; Gonçalves *et al.*, 2020).

Para a região de Ubatuba, litoral norte de São Paulo, a pesca de arrasto é utilizada para a captura de camarões com interesse comercial. Embora haja um esforço para que a pesca seja dirigida a uma espécie alvo, a baixa seletividade das redes de arrasto acabam capturando outros organismos, que não possuem interesse comercial (denominados de fauna acompanhante ou “by catch”) (Alverson *et al.*, 1994; Broadhurst & Kennelly, 1996; Graça-Lopes *et al.*, 2002; Santos *et al.*, 2016). Dentre as espécies que compõe esta fauna acompanhante está o caranguejo aranha *L. spinosa* (Severino-Rodrigues *et al.*, 2002; Fransozo *et al.*, 2016; Mantelatto *et al.*, 2016).

A pesca de arrasto tem sido considerada uma atividade pesqueira que afeta e modifica habitats, devido aos seus impactos na composição e abundância de espécies bentônicas, alterando a estrutura e função do ecossistema e, como consequência, gerando perda da biodiversidade (Alverson *et al.*, 1994; Dernie *et al.*, 2003; Caddy, 2007; Herrera-Valdivia *et al.*, 2016).

O laboratório NEBECC (Núcleo de Estudos em Biologia, Ecologia e Cultivo de Crustáceos), o qual está sediado no Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP, têm se dedicado desde a década de 1980 em estudar os crustáceos decápodes nos diferentes ambientes litorâneos (estuário, manguezal, entre marés, além das regiões do infralitoral consolidado e não consolidado) do estado de São Paulo, especialmente no litoral norte deste estado. De acordo com Fransozo *et al.* (2016), ao longo de quarenta anos de estudos na região de Ubatuba têm-se aumentado a frota pesqueira artesanal o que gera significativa diminuição da riqueza e abundância das espécies de decápodes da fauna acompanhante. Tal fato deve-se, principalmente, à pesca de arrasto e à expansão imobiliária na região (Castilho *et al.*, 2008). Além disso, verificou-se um processo de sedimentação na plataforma sudeste do Brasil incluindo a região de Ubatuba, devido à circulação natural de massas de água, correntes de maré e processos hidrodinâmicos (Mahiques *et al.*, 2002, 2005). A exemplo do artigo de Bernardo *et al.* (2018), que constatarem mudanças como o aumento da sedimentação e diminuição da abundância de duas espécies de camarão (*Artemesia longinaris* e *Pleoticus muelleri*) no intervalo de 20 anos (1998/1999 –

2008/2009), na enseada de Fortaleza (Ubatuba). Segundo esses autores, as alterações verificadas podem estar associadas aos fenômenos naturais das massas de água e/ou atividades antropogênicas (desenvolvimento urbano, turístico e intensa exploração dos recursos naturais).

A região do presente estudo inclui três enseadas: Ubatumirim, Ubatuba e Mar Virado, na região de Ubatuba (SP), as quais pertencem à Área de Proteção Ambiental (APA) Marinha do Litoral Norte - Setor Cunhambebe (Decreto n ° 53525 de 2008). Entretanto, as atividades de campo referente a esta dissertação foram desenvolvidas em três períodos, sendo os dois primeiros períodos de janeiro/1998 a dezembro/1999 e de janeiro/2000 a setembro/2000 (antes da criação da APA Marinha), por meio de um projeto de pesquisa financiado pela FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), que abrangeu a biodiversidade dos crustáceos decápodes nas três enseadas citadas, anteriormente e o terceiro período de julho a novembro de 2013 nesta mesma região.

Neste âmbito, a presente dissertação intitulada “Biologia populacional do caranguejo aranha *Libinia spinosa* Guérin, 1832 (Crustacea, Decapoda, Majoidea) no litoral norte Paulista”, contribui com informações acerca dos aspectos populacionais da espécie nos períodos estabelecidos anterior a criação da APA. Tais informações serão úteis em comparação com dados obtidos posteriormente ao decreto, podendo revelar a eficiência de tal medida de preservação, ao menos em relação a espécie *L. spinosa*.

Esta dissertação apresenta dois capítulos, como segue:

- *Capítulo I*

- Maturidade sexual morfométrica e gonadal de *L. spinosa*;
- Crescimento relativo de *L. spinosa* com os dados referentes ao período de 2000 e 2013.

- *Capítulo II*

- Estrutura populacional com a distribuição de frequência em classes de tamanho, razão sexual e período reprodutivo de *L. spinosa*;
- Distribuição espacial e temporal, bem como a associação das variáveis ambientais na abundância dos indivíduos (temporalmente e espacialmente) nas enseadas da região de Ubatuba, utilizando os dados referentes aos períodos de 1998 e 1999.

REFERÊNCIAS

- ACUÑA, F.H.; EXCOFFON, A.C. & SCELZO, M.A. 2003. Mutualism between the sea anemone *Antholoba aches* (Drayton, 1846) (Cnidaria: Actiniaria: Actinostolidae) and the spider crab *Libinia spinosa* Milne-Edwards, 1834 (Crustacea: Decapoda, Majidae). *Belgian Journal of Zoology*, 133: 85–87.
- ALVERSON, D.L.; FREEBERG, M.H.; MURAWSKI, S.A. & POPE, J.G. 1994. *A global assessment of fisheries bycatch and discards*. Roma, FAO Fisheries Technical Paper. 2330p.
- BARROS, S. DE P.; COBO, V.J. & FRANSOZO, A. 2008. Feeding habits of the spider crab *Libinia spinosa* H. Milne Edwards, 1834 (Decapoda, Brachyura) in Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 51: 413–417, doi:10.1590/s1516-89132008000200023.
- BEATLEY, T. 1991. Protecting biodiversity in coastal environments: introduction and overview. *Coastal Management*, 19: 1–19, doi:10.1080/08920759109362128.
- BERNARDO, C.H.; SANCINETTI, G.S.; TADDEI, F.G.; HIROKI, K.A.N.; DE ALMEIDA, A.C. & FRANSOZO, A. 2018. Abundance and spatio-temporal distribution of two Southwest Atlantic endemic shrimps: changes after 20 years. *Biologia*, 73: 589–598, doi:10.2478/s11756-018-0066-x.
- BOSCHI, E.E. & SCELZO, M.A. 1968. Larval development of the spider crab *Libinia spinosa* H. Milne Edwards, reared in the laboratory. *Crustaceana*, 170–180.
- BRAGA, A.A.; FRANSOZO, A.; BERTINI, G. & FUMIS, P.B. 2005. Composição e abundância dos caranguejos (Decapoda, Brachyura) nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba, litoral norte paulista, Brasil. *Biota Neotropica*, 5: 45–78, doi:10.1590/s1676-06032005000300004.
- BRAGA, A.A.; FRANSOZO, A.; BERTINI, G. & FUMIS, P.B. 2007. Bathymetric distribution and recruitment of the spider crab *Libinia spinosa* H. Milne Edwards 1834 in the Ubatuba and Caraguatatuba regions, northern coast of São Paulo, Brazil (Crustacea, Brachyura, Majoidea, Pisidae). *Senckenbergiana biologica*, 7–16.
- BROADHURST, M.K. & KENNELLY, S.J. 1996. Effects of the circumference of cod ends and a new design of square- mesh panel in reducing unwanted by-catch in the New South Wales oceanic prawn-trawl fishery, Australia. *Fisheries Research*, 27: 203–214, doi:10.1016/0165-7836(95)00469-6.
- BRUSCA, R.; MOORE, W. & SHUSTER, S. 2018. *Invertebrates*. 3rd ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. 1032p.
- CADDY, J.F. 2007. *Marine habitat and cover: their importance for productive coastal fishery resources*. Paris, UNESCO. 630p.
- CASTILHO, A.L.; PIE, M.R.; FRANSOZO, A.; PINHEIRO, A.P. & COSTA, R.C. 2008. The relationship between environmental variation and species abundance in shrimp community

(Crustacea: Decapoda: Penaeoidea) in south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88: 119–123, doi:10.1017/S0025315408000313.

- CLARK, P.F.; CALAZANS, D.K. & RODRIGUES, S.S. 1998. *Libinia spinosa* H. Milne Edwards, 1834 (Crustacea: Majidae: Pisinae): A reappraisal of larval characters from laboratory reared material. *Invertebrate Reproduction and Development*, 33: 145–157, doi:10.1080/07924259.1998.9652628.
- CORDEIRO, C.A.M.M. & COSTA, T.M. 2010. Infestation rates of the pedunculated barnacle *Octolasmis lowei* (Cirripedia: Poecilasmatidae) on the spider crab *Libinia spinosa* (Decapoda: Majoidea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90: 315–322, doi:10.1017/S0025315409990506.
- DAVIE, P.J.F.; GUINOT, D. & NG, P.K.L. 2015. Systematics and classification of Brachyura In: Castro, P.; Davie, P. J. F.; Guinot, D.; Schram, F. & Klein, C.V.V. (Eds.). *Treatise on Zoology-Anatomy, Taxonomy, Biology. The Crustacea, Vol. 9. Part C-II*. Brill, Leiden and Boston. p. 921–979.
- DE GRAVE, S.; PENTCHEFF, N.D.; AHYONG, S.T.; CHAN, T.; 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*, 21: 1–109.
- DERNIE, K.M.; KAISER, M.J.; RICHARDSON, E.A. & WARWICK, R.M. 2003. Predicting recovery of soft sediment communities following physical disturbance. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 286: 415–434.
- FRANSOZO, A. & NEGREIROS FRANSOZO, M.L. 2016. *Zoologia dos invertebrados*. São Paulo, Roca. 716p.
- FRANSOZO, A.; DE SOUSA, 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: 369–386, doi:10.20950/1678-2305.2016v42n2p369.
- GONÇALVES, G.R.L.; PALOMARES, L.F. DA S.; SOUSA, A.N.; STANSKI, G.; SANCINETTI, G.; COSTA, R.C. DA & CASTILHO, A.L. 2020. Geographical ecology of the symbiotic crabs *Libinia ferreirae* and *Libinia spinosa*: Distributional patterns in south and south-eastern coast of Brazil. *Marine Ecology*, 1–12, doi:10.1111/maec.12606.
- GONÇALVES, G.R.L.; WOLF, M.R.; DA COSTA, R.C. & CASTILHO, A.L. 2016. Decapod crustacean associations with scyphozoan jellyfish (Rhizostomeae: Pelagiidae) in the Southeastern Brazilian coast. *Symbiosis*, 69: 193–198, doi:10.1007/s13199-016-0395-x.
- GONZÁLEZ-PISANI, X.; BARÓN, P. & LÓPEZ GRECO, L.S. 2012. Functional anatomy of the female reproductive systems of two spider crabs (Decapoda, Majoidea). *Invertebrate Biology*, 131: 61–74, doi:10.1111/j.1744-7410.2011.00252.x.

- GONZÁLEZ-PISANI, X.; DELLATORRE, F.G. & LÓPEZ-GRECO, L. 2013. Embryology of the spider crabs *Leurocyclus tuberculosus* (H. Milne-Edwards & Lucas 1842) and *Libinia spinosa* (H. Milne-Edwards 1834) (Brachyura, Majoidea). *Zootaxa*, 3718: 301–316, doi:10.11646/zootaxa.3718.4.1.
- GONZÁLEZ-PISANI, X. & LÓPEZ-GRECO, L. 2014. Comparative reproductive effort and fecundity in the spider crabs, *Leurocyclus tuberculosus* and *Libinia spinosa* (Majoidea, Brachyura). *Zoological Science*, 31: 244–250, doi:10.2108/zs130089.
- GRAÇA-LOPES, R. G.; GOMES TOMÁS, A.R.; LUIZ, S.; TUTUI, S.; RODRIGUES, E.S. & PUZZI, A. 2002. Fauna acompanhante da pesca camaroeira no litoral do estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 28: 173–188.
- GUINOT, D. & VAN BAKEL, B. 2020. Extraordinary majoid crabs: the genus *Esopus* A. Milne-Edward, 1875 in the new subfamily Esopinae subfam. nov., and erection of Paulitinae subfam. nov. (Crustacea, Decapoda, Brachyura, Majoidea, Inachoididae Dana, 1851). *Zootaxa*, 4766: 101–127.
- GUINOT, D.; TAVARES, M. & CASTRO, P. 2013. Significance of the sexual openings and supplementary structures on the phylogeny of brachyuran crabs (Crustacea, Decapoda, Brachyura), with new nomina for higher-ranked Podotreme taxa. *Zootaxa*, 3665: 1–414, doi:10.11646/zootaxa.3665.1.1.
- HENDRICKX, M.E. 1995. Checklist of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from the eastern tropical Pacific. *Bulletin de L'institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 65: 125–150.
- HEREU, C.M. & CALAZANS, D. 1999. The effect of salinity on larval development of the spider crab *Libinia spinosa* reared in the laboratory. In: Klein, C V. K. & Frederick, R. S. (Eds.). *The Biodiversity Crisis and Crustacea: Proceedings of the fourth international Crustacean congress, Amsterdam, Rotterdam*. Rotherdam, A.A. Balkema. p. 605-609.
- HEREU, C.M. & CALAZANS, D. 2001. Larval distribution of *Libinia spinosa* Milne-Edwards, 1834 (Decapoda, Brachyura, Majidae) off southern Brazil. *Nauplius*, 9: 1–10.
- HERRERA-VALDIVIA, E.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, J.; VARGASMACHUCA, S.C. & GARCÍA-JUÁREZ, A.R. 2016. Diversidad taxonómica y funcional en la comunidad de peces de la pesca de arrastre de camarón en el Norte del Golfo de California, México. *Revista de Biología Tropical*, 64: 587–602, doi:10.15517/rbt.v63i3.15852.
- HULTGREN, K.M.; GUERAO, G.; MARQUES, F.P.L.L.; PALERO, F.P. & KOENEMANN, S. 2009. Assessing the contribution of molecular and larval morphological characters in a combined phylogenetic analysis of the superfamily Majoidea. In: Martin, J.W, Crandall, K.A. & Darryl, L.F. (Eds.). *Decapod Crustacean Phylogenetics*, New York, Taylor & Francis Group Boca Raton. p.437-455.
- HULTGREN, K.M. & STACHOWICZ, J.J. 2008. Molecular phylogeny of the brachyuran crab superfamily Majoidea indicates close congruence with trees based on larval morphology. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 48: 986–996, doi:10.1016/j.ympev.2008.05.004.

- IRIBARNE, O.O.; MIRIAM E. FERNANDEZ & HUGO ZUCCHINI. 1991. Prey selection by the small Patagonian octopus *Octopus tehuelchus* d'Orbigny. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 148: 375–390, doi:10.1016/0165-7836(91)90020-G.
- JAMIESON, B.G.M. 1994. Phylogeny of the Brachyura with particular reference to the Podotremata: evidence from a review of spermatozoal ultrastructure (Crustacea, Decapoda). *Philosophical Transactions the Royal Society B.*, 345: 373–393, doi:10.1098/rstb.1994.0116.
- LOW, M.E.Y.; NG, P.K.L. & EVENHUIS, N.L. 2013. Names and publication dates of the Brachyura. in F.É. Guérin (Guérin-Méneville) (Crustacea: Decapoda). *Zootaxa*, 3736: 101–127, doi:10.11646/zootaxa.3736.2.1.
- MAHIQUES, M.M.; BÍCEGO, M.C.; SILVEIRA, I.C.A.; SOUSA, S.H.M.; LOURENÇO, R.A. & FUKUMOTO, M.M. 2005. Modern sedimentation in the Cabo Frio upwelling system, Southeastern Brazilian shelf. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 77: 535–548, doi:10.1590/s0001-37652005000300013.
- MAHIQUES, M.M.; SILVEIRA, I.C.A.; SOUSA, S.H.M. & RODRIGUES, M. 2002. Post-LGM sedimentation on the outer shelf-upper slope of the northernmost part of the São Paulo Bight, southeastern Brazil. *Marine Geology*, 181: 387–400, doi:10.1016/S0025-3227(01)00225-0.
- MANTELATTO, F.L.; BERNARDO, C.H.; SILVA, T.E.; BERNARDES, V.P.; COBO, V.J. & FRANSOZO, A. 2016. Composição e distribuição de crustáceos decápodes associados à pesca do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) no litoral norte do Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42: 307–326, doi:10.20950/1678-2305.2016v42n2p307.
- MARCO-HERRERO, E.; TORRES, A.P.; CUESTA, J.A.; GUERAO, G.; PALERO, F. & ABELLÓ, P. 2013. The systematic position of *Ergasticus* (Decapoda, Brachyura) and allied genera, a molecular and morphological approach. *Zoologica Scripta*, 42: 427–439, doi:10.1111/zsc.12012.
- MARTIN, J.W. & DAVIS, G.E. 2001. *An updated classification of the recent Crustacea*. Los Angeles, Natural History Museum of Los Angeles. p. 129.
- MARTIN, J.W. & DAVIS, G.E. 2006. Historical trends in crustacean systematics. *Crustaceana*, 79: 1347–1368.
- MCLAUGHLIN, P.A.; CAMP, D.K.; ANGEL, M. V; BOUSFIELD, E.L.; BRUSCA, R.C.; CADIEN, D.; COHEN, A.C.; CONLAN, K.; ELDREDGE, L.G.; FELDER, D.L.; GOY, J.W.; HANEY, T.; HANN, B.; HEARD, R.W.; HENDRYCKS, E.A.; HI, H.H.H.; HOLSINGER, J.R.; KENSLEY, B.; LAUBITZ, D.R.; LECROY, S.E.; LEMAITRE, R.; MADDOCKS, R.F.; MARTIN, J.W.; MIKKELSEN, P.; NELSON, E.; NEWMAN, W.A.; OVERSTREET, R.M.; POLY, W.J.; PRICE, W.W.; REID, J.W.; ROBERTSON, A.; ROGERS, D.C.; ROSS, A.; SCHOTTE, M.; SCHRAM, F.R.; SHIH, C.; WATLING, L. & WILSON, G.D.F. 2005. Crustaceans. *American Fisheries Society special publication*, 31: 1–545.
- MELO, G.A.S. 2008. The Brachyura (Decapoda) of Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Nauplius*, 16: 1–22.

- MELO, G.A.S. 1996. *Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro*. São Paulo, Editora.Plêiade. 603p
- NG, P.K.L.; DANIELE GUINOT & DAVIE, P. 2008. Systema Brachyurorum: Part 1. An Annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 1–286.
- NOGUEIRA JR., M.; ROBERT, M.D.C. & HADDAD, M.A. 2006. *Calliactis tricolor* (Anthozoa, Acontiarina) epibionte em Brachyura (Crustacea, Decapoda) no litoral sul do Paraná e norte de Santa Catarina. *Acta Biológica Paranaense*, 35: 233–248, doi:10.5380/abpr.v35i0.7260.
- PORTER, M.L.; PÉREZ-LOSADA, M. & CRANDALL, K.A. 2005. Model-based multi-locus estimation of decapod phylogeny and divergence times. *Molecular Biology and Evolution*, 37: 355–369, doi:10.1016/j.ympev.2005.06.021.
- RICE, A.L. 1980. Crab zoeal morphology and its bearing on the classification of the Brachyura. *Transactions of the Zoological Society of London*, 35: 271–424.
- RICE, A.L. 1983. Zoeal evidence for brachyuran phylogeny. In: Schram, F. R. (Ed). *Crustacean Phylogeny*. Rotterdam, A.A. Balkema. p. 313–329.
- SAL MOYANO, M.P. & GAVIO, M.A. 2012. Comparison of mating behavior and copulation in male morphotypes of the spider crab *Libinia spinosa* (Brachyura: Majoidea: Epialtidae). *Journal of Crustacean Biology*, 32: 31–38, doi:10.1163/193724011X615307.
- SAL MOYANO, M.P.; GAVIO, M.A. & CUARTAS, E.I. 2010. Morphology and function of the reproductive tract of the spider crab *Libinia spinosa* (Crustacea, Brachyura, Majoidea): pattern of sperm storage. *Helgoland Marine Research*, 64: 213–221, doi:10.1007/s10152-009-0180-9.
- SAL MOYANO, M.P.; GAVIO, M.A. & CUARTAS, E.I. 2011A. Copulatory system of the spider crab *Libinia spinosa* (Crustacea: Brachyura: Majoidea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 91: 1617–1625, doi:10.1017/S0025315411000257.
- SAL MOYANO, M.P.; GAVIO, M.A. & MAGGI, M.D. 2011B. Morphometric and gonad maturity of the spider crab *Libinia spinosa* (Crustacea: Brachyura: Majoidea: Epialtidae) in Argentina. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 91: 837–844, doi:10.1017/S0025315410001657.
- SAL MOYANO, M.P.; SCHIARITI, A.; GIBERTO, D.A.; DIAZ BRIZ, L.; GAVIO, M.A. & MIANZAN, H.W. 2012. The symbiotic relationship between *Lychnorhiza lucerna* (Scyphozoa, Rhizostomeae) and *Libinia spinosa* (Decapoda, Epialtidae) in the Río de la Plata (Argentina-Uruguay). *Marine Biology*, 159: 1933–1941, doi:10.1007/s00227-012-1980-z.
- SANTOS, C.; BUENO, S.L.S. & NORENBURG, J.L. 2006. Infestation by *Carcinonemertes divae* (Nemertea: Carcinonemertidae) in *Libinia spinosa* (Decapoda: Pisidae) from São Sebastião Island, SP, Brazil. *Journal of Natural History*, 40: 999–1005, doi:10.1080/00222930600834105.

- SANTOS, L.O.; CATTANI, A.P. & SPACH, H.L. 2016. Ictiofauna acompanhante da pesca de arrasto para embarcações acima de 45 hp no litoral do Paraná, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42: 816–830, doi:10.20950/1678-2305.2016v42n4p816.
- SEVERINO-RODRIGUES, E.; GUERRA, D. & 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: 33–48.
- TAVARES, M. & SANTANA, W. 2011. A new genus for *Libinia rostrata* Bell, 1835, with comments on the validity of *Libinia bellicosa* Oliveira, 1944 (Crustacea, Brachyura, Majoidea, Epialtidae). *Zootaxa*, 68: 61–68.
- TAVARES, M. & SANTANA, W. 2012. On the morphological differentiation between *Libinia spinosa* and *L. ferreirae* (Crustacea: Brachyura: Majoidea: Epialtidae). *Zoologia*, 29: 577–588, doi:10.1590/S1984-46702012000600009.
- TSANG, L.M.; SCHUBART, C.D.; AHYONG, S.T.; LAI, J.C.Y.; AU, E.Y.C.; CHAN, T.; NG, P.K.L. & CHU, K.H. 2014. Evolutionary history of true crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura) and the origin of freshwater crabs. *Molecular Biology and Evolution*, 31: 1173–1187, doi:10.1093/molbev/msu068.
- WINDSOR, A.M. & FELDER, D.L. 2014. Molecular phylogenetics and taxonomic reanalysis of the family Mithracidae MacLeay (Decapoda: Brachyura: Majoidea). *Invertebrate Systematics*, 28: 145–173.
- ZAMPONI, M.O. 2002. The association between medusa *Lychnorhiza lucerna* (Scyphomedusae, Rhizostomeae) and decapod *Libinia spinosa* (Brachyura, Majidae) recorded for the first time in neritic waters of Argentina. *Russian Journal of Marine Biology*, 28: 267–269, doi:10.1023/A:1020229328660.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação abordou aspectos importantes sobre a biologia da espécie *L. spinosa* na região de Ubatuba no litoral norte do estado de São Paulo, investigando a maturidade sexual morfométrica e gonadal da espécie bem como o crescimento relativo, estrutura populacional e distribuição espaço-temporal.

No I capítulo, observamos que nos machos, a maturidade sexual gonadal antecedeu a maturidade sexual morfométrica e foi possível distinguir três morfotipos: machos morfometricamente juvenis (MMJ), machos adolescentes (MMA_d) e machos morfometricamente adultos (MMA). Tal distinção se deu através da relação morfométrica (regressão linear do tipo II) da largura da carapaça (LC) vs. comprimento do maior própodo quelar (CPM). Nesta relação, todos os morfotipos apresentaram crescimento alométrico positivo, sendo que os adolescentes o valor do *b* alométrico foi maior nos machos adolescentes. Supõe-se que para evitar a competição intraespecífica com os machos adultos, estes adolescentes podem ser considerados oportunistas uma vez que imitam o comportamento das fêmeas para evitar o comportamento agonístico com MMA, copulando-as. A presença de morfotipos em uma população podem indicar diferentes estratégias reprodutivas como já reportado para outras espécies de Majoidea. Nas fêmeas, a maturidade morfométrica foi similar a maturidade gonadal e, através da relação LC vs. largura do abdômen (LA), foi possível distinguir dois grupos demográficos: fêmeas morfometricamente juvenis (FMJ) e fêmeas morfometricamente adultas (FMA), sendo que para esta relação, ambos grupos demográficos apresentam crescimento alométrico positivo, sendo o valor de *b* maior nas FMA. De fato, mudanças alométricas na relação LC vs. LA são evidenciadas pela muda puberal, que traz mudanças morfológicas principalmente no abdômen. O alargamento e crescimento de tal estrutura corpórea junto com o desenvolvimento dos pleópodos, permite a fixação e incubação de ovos após a desova.

Consideramos que mais estudos precisam ser realizados para que possamos compreender melhor as estratégias reprodutivas dos machos adolescentes na população de *L. spinosa* na região de Ubatuba. Neste âmbito, abordagens comportamentais e histológicas poderiam ser empregadas. Outra discussão apresentada é que o paradigma latitudinal e, conseqüentemente, variações ambientais nas quais diferentes populações de *L. spinosa* ao longo da sua distribuição geográfica na América do Sul, possivelmente não podem explicar as variações no tamanho da maturidade sexual e morfométrica da espécie em trabalhos já realizados, pois devido a associação de juvenis na cavidade gastrovascular das medusas estas populações podem estar conectadas, caracterizando uma meta população.

No capítulo II, observamos que os machos adultos foram maiores que as fêmeas adultas, sendo esta diferença indicando dimorfismo sexual na espécie. O comportamento de coorte e cópula exerce uma pressão biológica, o que explica os machos serem maiores que as fêmeas. A população estudada

apresentou uma distribuição bimodal possivelmente devido à grande abundância de indivíduos juvenis. Além disso, este padrão de distribuição pode refletir na razão sexual, que no presente estudo desvio do padrão 1:1, favorecendo as fêmeas nas classes de tamanho intermediárias, enquanto que nas ultimas classes, os machos. Outro aspecto populacional importante foi o período reprodutivo, caracterizado como contínuo (padrão comumente em crustáceos que vivem em regiões tropicais) com maior incidência de fêmeas ovígeras no inverno.

Neste sentido, ao estudarmos a distribuição espaço-temporal da espécie, verificamos que, sazonalmente, os juvenis foram mais abundantes no verão. Espacialmente, verificamos os juvenis ocorrem em todas as profundidades e por esta questão, inferimos que a região de Ubatuba seja um local de recrutamento juvenil. A entrada desta massa de água ocasiona modificações químicas na água, aumentando a disponibilidade de alimentos na região. Quanto os fatores ambientais, a temperatura de fundo (TF) e o teor de matéria orgânica (MA) modulam a distribuição de fêmeas ovígeras e machos adultos, principalmente nas profundidades de 20 e 15 metros da região exposta, estas profundidades apresentaram os menores valores de TF e MO.