

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 31/07/2022.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE BOTUCATU

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO – ZOOLOGIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

RELAÇÕES TRÓFICAS DOS CAMARÕES PENAEOIDEA E FAUNA

ACOMPANHANTE PESCADOS NO LITORAL DE UBATUBA, SÃO PAULO

Giovanna Mielli Galli

Orientador: Prof. Dr. Antonio Leão Castilho

BOTUCATU, SP

JULHO, 2020

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE BOTUCATU

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO – ZOOLOGIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

RELAÇÕES TRÓFICAS DOS CAMARÕES PENAEOIDEA E FAUNA

ACOMPANHANTE PESCADOS NO LITORAL DE UBATUBA, SÃO PAULO

Giovanna Mielli Galli

Orientador: Prof. Dr. Antonio Leão Castilho

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Botucatu, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia).

BOTUCATU, SP

JULHO, 2020

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Galli, Giovanna Mielli.

Relações tróficas dos camarões Penaeoidea e fauna
acompanhante pescados no litoral de Ubatuba, São Paulo /
Giovanna Mielli Galli. - Botucatu, 2020

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

Orientador: Antonio Leão Castilho

Capes: 20502001

1. Camarão - Pesca. 2. Biodiversidade marinha. 3. Valor
nutritivo. 4. Pesca de arrastão. 5. Ubatuba (SP).

Palavras-chave: Biodiversidade marinha; Posição trófica;
Preferência alimentar; Relações interespecíficas; Variação
isotópica.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a **Deus** por todas as minhas conquistas e realizações dos meus últimos anos.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Antonio Leão Castilho** por todo o auxílio durante a iniciação científica e depois no meu mestrado. Obrigada pelo profissionalismo, e pelos ensinamentos científicos passados durante esses anos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (**FAPESP**), agência de fomento que concedeu a bolsa (número processo: 2018/14093-4) durante o meu período de mestrado, sem seu auxílio, esse trabalho não poderia ser realizado.

Ao Ciências do Mar (**CIMAR**) pelo auxílio financeiro para a realização das coletas em Ubatuba/SP (2018-2019).

Gostaria de agradecer aos professores **Prof. Dr. Adilson Fransozo** (UNESP) e **Profa. Dra. Maria Lucia Negreiros-Fransozo** (UNESP), por disponibilizar a infraestrutura do Núcleo de Estudos em Biologia, Ecologia e Cultivo de Crustáceos (NEBECC).

Ao **Prof. Dr. Vladimir Eliodoro Costa**, por todo o apoio e infraestrutura do Centro de Isótopos Estáveis “Carlos Ducatti”, a **Cibele Regina de Souza-Kruliski** (por todas as amostras rodadas e instruções), e a **Mariana Sasso** (pela paciência e atenção), e a todos os presentes no CIE, que sem vocês, não seria possível a realização deste trabalho.

Aos técnicos e funcionários da secretaria e do departamento de Zoologia da UNESP de Botucatu e aos funcionários da seção de Pós-Graduação do Instituto de Biociências de Botucatu **Davi B. O. Muller, Flávio da Silva, Roseli Aguiar de Oliveira, Silvio César de Almeida** por todo o profissionalismo e por todo o auxílio sempre que precisei.

À **Isabel Soares** pela identificação dos peixes marinhos coletados, e por toda a ajuda e profissionalismo durante os anos de mestrado. Além de todos os discentes presentes no departamento de Zoologia que puderam contribuir com o meu cotidiano.

Aos amigos e colegas de trabalho orientandos do Prof. Dr. Antonio Leão Castilho, **Gabriel**, ao **Pedro** (Camaleão), ao **João**, a **Isabela**, a **Mariana** (Magrela), a **Geslaine** (por todo o auxílio e orientação científica e pessoal, serei eternamente grata), a **Milena**, ao **Alexandre** (Dino) (por ter paciência e me ajudar na iniciação científica), a **Rhani**, e a **Ana** (Fogs) (por todo o companheirismo, ajudas e conversas em nosso cotidiano).

Agradeço também as minha amigas **Amanda** (Xubak), **Poliana** (Tapioca), **Júlia** (Magda), **Nivea** (Curinga) e **Ana Cláudia** (Central) por todas as conversas que tivemos e que com certeza me ajudaram tanto no profissional quanto no pessoal, sendo pessoas muito importantes na minha vida.

Além disso, agradeço ao meu noivo, **Lucas**, por todo apoio emocional, todas as conversas (científicas e pessoais), conselhos, e que mesmo nos momentos mais difíceis você acreditou em mim e me deu forças para conseguir seguir em frente, e dessa forma, sem você, certamente, não teria conseguido realizar essa etapa na minha vida.

E por fim, mas muito importante na minha vida, aos meus pais **Renata e Marcelo**, por sempre me apoiarem, por todo amor, carinho e educação que vocês deram a mim. Às minhas queridas irmãs, **Marcella e Isabella**, por sempre estarem comigo não importa o que aconteça. Aos meus avós, **Mércia, Ailton, Rubens e Janete**, por estarem na minha vida tanto no presente quanto em outro plano espiritual.

Obrigada a todos que me ajudaram tanto diretamente quanto indiretamente para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS	6
<i>Análise de Isótopos Estáveis</i>	10
Referências	13
CAPÍTULO 1	21
Variação sazonal da diversidade e da teia trófica de organismos capturados pela pesca de arrasto em Ubatuba, SP	21
Resumo	22
Introdução	23
Material e Métodos	25
<i>Análise de dados</i>	27
<i>Análises estatísticas</i>	27
Resultados	29
<i>Teia trófica e variação isotópica</i>	30
<i>Sobreposição entre guildas tróficas</i>	34
Discussão	36
Anexos	43
Referências	47
CAPÍTULO 2	56
O que comem e quais são os predadores dos camarões que nós comemos? Análise da preferência alimentar de camarões de valor comercial coletados em pesca de arrasto, a partir da análise de isótopos estáveis	56
Resumo	57
Introdução	58
Material e Métodos	61
<i>Região de Ubatuba-SP</i>	61
<i>Análise de isótopos estáveis</i>	61
<i>Análises Estatísticas</i>	64
Resultados	65
<i>Teia trófica e variação isotópica</i>	67
<i>Preferência alimentar</i>	69
Discussão	71
Anexos	76
Referências	78
CONSIDERAÇÕES FINAIS	87

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Ubatuba (estado de São Paulo) é uma região de transição faunística entre a província argentina (sul da América do Sul até limite norte na região de Cabo Frio-Rio, Rio de Janeiro) e a província brasileira (águas costeiras da região do nordeste e do norte brasileiro, além da Guiana Francesa, Suriname, Guiana e uma pequena parte da Venezuela), onde há um processo de mistura e instabilidade das massas de água de origens tropicais e subantárticas em escalas temporais e batimétricas (Boschi 2000, Furlan et al. 2013). A área de estudo faz parte de uma grande plataforma continental do sudeste e sul do Brasil, onde a pesca de arrasto camaroeira é um dos métodos de captura mais utilizados (Valentini et al. 1991, D’Incao et al. 2002, Vianna & Verani 2002).

Esta técnica de coleta de indivíduos é dominante em todo o mundo (NRC 2002), com ela ocorre a pesca de organismos bentônicos tanto os alvos quanto também os demais presentes, gerando uma grande quantidade de descarte, modificando o fundo do oceano e até alterações físico-químicas do local (Martín et al. 2014). Os efeitos no ecossistema são inúmeros, desde mudança da relativa abundância de presas para os predadores bentônicos e demersais (Kaiser et al. 2002, Agnetta et al. 2019), diminuição da saúde e produtividade do ecossistema, levando a um decaimento da biomassa, densidade, diversidade e conectividade dos indivíduos e da teia trófica (Johnson et al. 2015, Pruell et al. 2003, Badalamenti et al. 2008, DeMartini et al. 2008, Fanelli et al. 2010, Zeug et al. 2017).

Como principais recursos marinhos rentáveis coletados pela pesca de arrasto no Brasil, temos os camarões peneídeos, especialmente do gênero *Farfantepenaeus*, que apresentam uma alta importância econômica e uma considerável abundância no estoque pesqueiro em locais de climas tropicais e subtropicais (Vasques 2005), sendo o principal exemplo do gênero os camarões-rosa, *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille 1817) e

Farfantepenaeus paulensis (Pérez-Farfante 1967) (figura 1). *Farfantepenaeus brasiliensis* é encontrado no Atlântico Ocidental, desde os EUA até o Brasil (Amapá ao Rio Grande do Sul), em profundidades variando desde águas costeiras até 366m de profundidade. O *Farfantepenaeus paulensis* também é encontrado no Atlântico Ocidental, se estendendo do Brasil (Bahia até o Rio Grande do Sul) ao Uruguai e Argentina (até a cidade de Mar del Plata), e habitam regiões costeiras até 150m de profundidade (Costa et al. 2003).

A pesca do camarão-rosa é realizada em diferentes regiões, tais como em estuário e lagoas costeiras, onde ocorre a captura de indivíduos jovens; e em mar aberto, onde são coletados indivíduos adultos (Mello 1973, Lopes 2008). Isso ocorre pelo fato do ciclo de vida da espécie ser estratificado, ou seja, as formas larvais estão presentes na coluna d'água e conforme há o avanço das fases larvais para as pós-larvais, há a entrada em áreas de estuário e lagoas costeiras, onde as temperaturas são mais altas e apresentam uma menor profundidade e uma maior quantidade de nutrientes (Saldaña 1975, Valentini et al. 1991). Uma vez que eles se tornam juvenis, ocorre a sua migração para maiores profundidades, onde ocorrerá o desenvolvimento da fase adulta (Saldaña 1975, Valentini et al. 1991).

Além do camarão-rosa, o camarão sete-barbas *Xiphopenaeus* sp. (Smith 1869) (Carvalho-Batista et al. 2019) (figura 1) ocupa a posição de segundo lugar na produção comercial no sul e no sudeste brasileiro (Iwai 1973). Este gênero apresenta uma distribuição entre a Carolina do Norte (EUA) e o Rio Grande do Sul (D'Incao et al. 2002), e apresenta ciclo de vida não estratificado, dessa forma, ambas as fases, juvenil e adulto, ocupam o mesmo nicho ecológico (Neiva & Wise 1967, Iwai 1973). Os adultos deste gênero habitam regiões de águas rasas perto da costa, caracterizadas pela presença de substrato fino (Freire et al. 2011, Costa et al. 2007). O fato de eles estarem presentes em

locais mais próximos à costa, e apresentarem uma grande abundância, faz com que eles sejam acessíveis as pescas costeiras, sendo assim, uma das espécies alvo da pesca artesanal (Silva et al. 2013, Branco 2005).

Penaeoidea além de apresentar um ciclo de vida diversificado, possuem também um rápido crescimento (Neiva & Wise 1964, Gulland & Rothschild 1981, Da Silva et al. 2018), este processo ocorre de forma descontínua, uma série de mudas (ecdyses) são feitas, e a duração do ciclo depende da espécie, sexo, estágio larval e condições ambientais, tais como temperatura e salinidade (Hartnoll 1982, Bauer 1992, Clarke 1993, Boschi 1997, Castilho et al. 2007a, b, Costa et al. 2010). Tanto o crescimento rápido e os fatores ambientais dificultam a avaliação do impacto da pesca não seletiva de arrasto das espécies alvo e bycatch (= fauna acompanhante explorada acidentalmente pela pesca, com baixo valor comercial ou nulo) especialmente ao que se refere à exploração intencional ou acidental da diversidade marinha regional.

Como as comunidades bentônicas recebem uma grande atenção nos últimos anos, há uma preocupação ecológica com os possíveis impactos que essa pesca pode causar (Bertini et al. 2010). A pesca de camarões Penaeoidea, principalmente do camarão-rosa, teve o seu estoque reduzido nas últimas décadas, devido a sua exploração, fato que provocou uma degradação ambiental das regiões em que ele depende para completar o seu ciclo de vida (Tommasi 1990, Paiva 1997, Reis & D’Incao 2000, D’Incao et al. 2002, Santos et al. 2008). Isto fez com que o interesse pela pesca do camarão sete-barbas aumentasse, causando um aumento considerável da sua retirada mundialmente, em 1990 (11.000 t) e em 2013 (50.000 t), o tornando uma das espécies mais pescadas no mundo (FAO 2014, Silva et al. 2013).

Atualmente, a medida de defeso regulada pelo governo foi adotada no sudeste brasileiro, em que a pesca de camarões é proibida do dia 1 de março até o dia 31 de maio,

neste período ocorre a reestruturação da população e reprodução das espécies. Durante esses meses, a biomassa se recompõe consideravelmente. De acordo com o Instituto de Pesca, em um período de 15 anos (2000 a 2015), o camarão sete-barbas teve um aumento do estoque natural de 643 t para 3250 t, mas ainda assim, está longe da biomassa anteriormente reportada em D´Incao (2002). A importância desta medida é incalculável, visto que a falta desse camarão ou de qualquer espécie no ambiente, tais como a fauna bycatch, pode prejudicar o equilíbrio das relações ecológicas regionais, e consequentemente da sua teia trófica (Nagata et al. 2015, Castilho et al. 2008).

A pesca do camarão-rosa é acompanhada por uma biomassa elevada de espécies da fauna acompanhante, no entanto, também pode ser coletado como bycatch na pesca de arrasto do *Xiphopenaeus* sp. (Severino-Rodrigues et al. 2002). Uma vez que a reprodução do camarão sete-barbas não é estratificada (Iwai 1973), quando há a sua coleta em áreas mais costeiras, há a captura de juvenis do camarão-rosa, prejudicando a reestruturação do estoque pesqueiro ou recrutamento juvenil, o que de forma progressiva reduz o número de reprodutores potenciais nos anos subsequentes (Severino-Rodrigues et al. 2002). Outra espécie de camarão que pode ser capturada como bycatch do *Xiphopenaeus* sp. é o camarão branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad 1936) (figura 1) (Valentini & Pezzutto 2006).

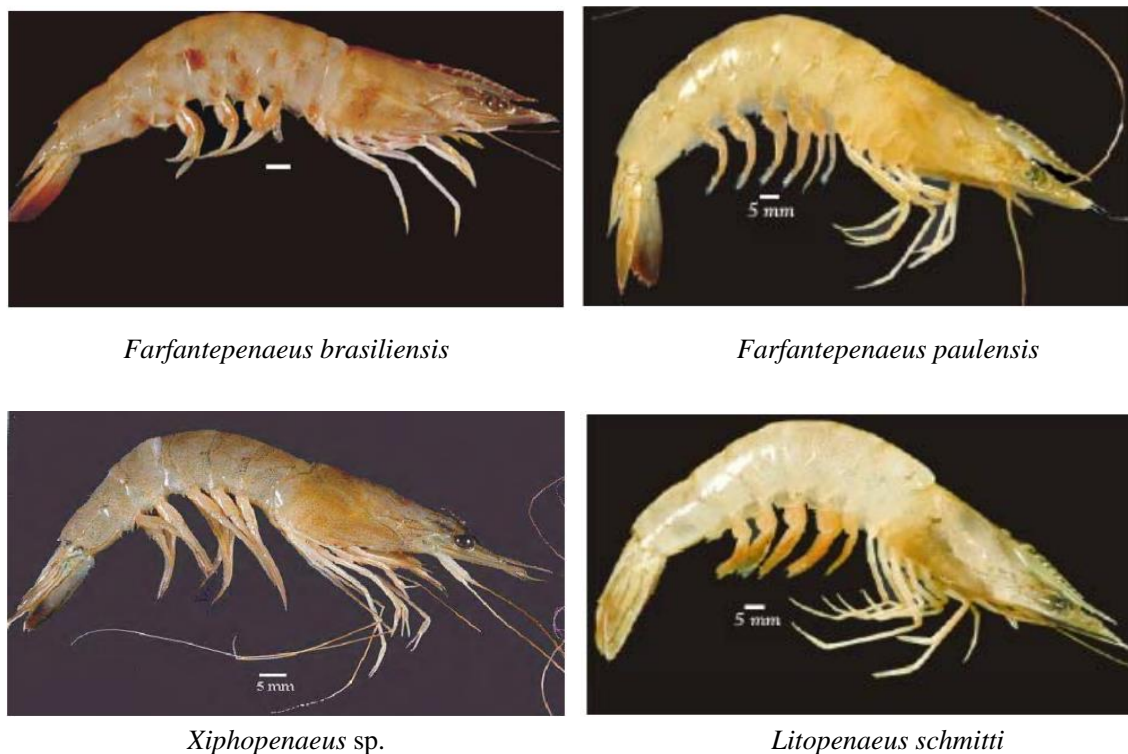


Figura 1: Vista lateral dos camarões peneídeos (Costa et al. 2003).

Análise de Isótopos Estáveis

Os organismos presentes na fauna acompanhante, sejam invertebrados ou vertebrados marinhos, estão envolvidos em uma série de relações, sendo que todos eles possuem um papel no seu habitat, e também podem estar presentes em diversos níveis tróficos para a obtenção de alimento (Nagata et al. 2015). Com isso, é de extrema importância a análise do nível trófico dos animais, a possível identificação de espécies base e topo de teia trófica, e também poder inferir como um ecossistema pode vir a responder com a remoção de consumidores (Nagata et al. 2015).

A maioria das análises de níveis tróficos é feita a partir da identificação do conteúdo estomacal dos animais (Purcell & Grover 1990, Purcell & Sturdevant 2001), no entanto, este tipo de estudo não permite a identificação de presas com um estado avançado de digestão (Fry 2008), o que limita a caracterização de todos os níveis tróficos. No

presente estudo, foi utilizada a análise de isótopos estáveis, uma nova forma de estudar as teias tróficas (Layman et al. 2012). Com uma pequena quantidade de amostras, é possível caracterizar itens alimentares de difícil visualização estrutural macro ou microscópica (Peterson & Fry 1987, Pitt et al. 2009), possibilitando traçar as fontes alimentares e relações interespecíficas diversas (Nagata et al. 2015, Fleming et al. 2014, Riascos et al. 2015). Valores isotópicos são determinados para organismos e a partir disso é possível quantificar aspectos da ecologia trófica, nicho da espécie e a sobreposição de nicho (Newsome et al. 2007).

Dessa forma, a análise de isótopos estáveis é utilizada para estimar o fluxo da matéria orgânica na teia trófica (DeNiro & Epstein 1978, 1981). No entanto, as razões isotópicas entre os recursos e os consumidores podem sofrer previsíveis mudanças. Este processo de variação isotópica entre digestão, incorporação e assimilação é chamado de fator de discriminação trófico (TDF) (Post 2002). Este fracionamento varia dependendo das características do consumidor, da composição da dieta e da taxa de alimentação (Post 2002, McCutchan et al. 2003, Vanderklift & Ponsard 2003), dessa forma, os valores estão de acordo com o tipo de recurso utilizado pelo organismo.

Com isso, análises de performance são feitas de acordo com cada TDF utilizado (Moore & Semmens 2008). Para identificação da preferência alimentar, isto é $\delta^{13}\text{C}$, existem vários TDFs aplicados em estudos (Post 2002, McCutchan et al. 2003, Vanderklift & Ponsard 2003). O TDF é importante tanto para estimar a preferência alimentar quanto para analisar a posição trófica. Nos casos de organismos de vida livre, o enriquecimento de $\delta^{15}\text{N}$ varia entre 3-4 ‰ (Post 2002), sendo $3,4 \pm 1,1$ ‰ (Minagawa & Wada 1984) o valor utilizado independente do: habitat, forma de excreção de nitrogênio, e taxa de crescimento.

Desta forma, a análise de isótopos estáveis está entre as ferramentas mais poderosas para o estudo de relações tróficas em ambientes aquáticos. A partir dela é possível identificar links de assimilação de energia e dinâmica de massa entre os mais diferentes caminhos tróficos levando ao organismo base (Post 2002).

Referências

- Agnetta, D., Badalamenti, F., D'Anna, G., Sinopoli, M., Andaloro, F., Vizzini, S. & Pipitone, C. (2019). Sizing up the role of predators on *Mullus barbatus* populations in Mediterranean trawl and no-trawl areas. *Fisheries Research*, 213, 196-203.
- Badalamenti, F., Sweeting, C. J., Polunin, N. V. C., Pinnegar, J., D'Anna, G. & Pipitone, C. (2008). Limited trophodynamics effects of trawling on three Mediterranean fishes. *Marine Biology*, 154(5), 765-773.
- 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, 139-202.
- 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. (1997). Las pesquerías de crustáceos decápodos en el litoral de la República Argentina. *Investigaciones Marinas*, 25, 19-40.
- Boschi, E.E. (2000). Species of decapod crustaceans and their distribution in the American marine zoogeographic provinces. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 13, 7-136.
- Branco, J.O. (2005). Fishery and biology of the sea-bob-shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (heller) (Crustacea, penaeidae), at armacao do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22, 1050-1062.
- Castilho, A.L., Costa R.C., Fransozo, A. & Boschi, E.E. (2007a). Reproductive pattern of the South American endemic shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeidae), off the coast of São Paulo state, Brazil. *Revista Biologia Tropical*, 55, 39-48.

- Castilho, A. L., Costa, R. C., Fransozo, A. & Negreiros-Fransozo, M. L. (2008).
Reproduction and recruitment of the South American red shrimp, *Pleoticus muelleri*
(Crustacea: Solenoceridae), from the southeastern coast of Brazil. *Marine Biology*
Research, 4, 361-368.
- Castilho, A.L., Gavio, M.A., Costa, R.C., Boschi, E.E., Raymond, T.B. & Fransozo, A.
(2007b). Latitudinal variation in population structure and reproductive pattern of the
endemic South American shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea).
Journal of Crustacean Biology, 27, 548-552.
- Carvalho-Batista, A., Terossi, M., Zara, F. J., Mantelatto, F. L. & Costa, R. C. (2019). A
multigene and morphological analysis expands the diversity of the seabod shrimp
Xiphopenaeus Smith, 1869 (Decapoda: Penaeidae), with descriptions of two new
species. *Scientific reports*, 9(1), 1-19.
- Clarke, A. (1993). Reproductive trade-offs in caridean shrimp. *Functional Ecology*, 7,
411-419.
- Costa, R.C., Branco, J.O., Machado, I.F., Campos, B.R. & Avila, M.G. (2010).
Population biology of shrimp *Artemesia longinaris* (Crustacea: Decapoda:
Penaeidae) from the southern coast of Brazil. *Journal of the Marine Biological*
Association of the United Kingdom, 90, 663-669.
- Costa, R. C. D., Fransozo, A., Melo, G. A. S. & Freire, F. A. D. M. (2003). Chave ilustrada
para identificação dos camarões Dendrobranchiata do litoral norte do estado de São
Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, 3(1), 1-12.
- Costa, R.C., Fransozo, A., Freire, F.A.M. & Castilho, A.L. (2007). Abundance and
ecological distribution of the “sete-barbas” shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller,
1862) (Decapoda: Penaeoidea) in three bays of the Ubatuba region, south-eastern
Brazil. *Gulf and Caribbean Research*, 19, 33-41.

- Da Silva, S. L. R., Santos, R. D. C., Costa, R. C. & Hirose, G. L. (2018). Growth and population structure of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Decapoda: Penaeidae) on the continental shelf of Sergipe, Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 99(1), 81-92.
- DeMartini, E. E., Friedlander, A. M., Sandin, S. A. & Sala, E. (2008). Differences in fish-assemblage structure between fished and unfished atolls in the northern Line Islands, central Pacific. *Marine Ecology Progress Series*, 365, 199-215.
- DeNiro, M. J. & Epstein, S. (1978). Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 42,495-506.
- DeNiro, M. J. & Epstein, S. (1981). Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 45, 341-351.
- D’Incao, F., Valentini, H. & Rodrigues, L.F. (2002). Avaliação Da Pesca De Camarões Nas Regiões Sudeste E Sul Do Brasil: 1965- 1999. *Atlântica*, Rio Grande, 24 (2), 103-116.
- FAO (2014). Global Capture Production for *Xiphopenaeus Kroyeri*. *FAO Fishery Statistic*.
- Fanelli, E., Badalamenti, F., D’Anna, G., Pipitone, C. & Romano, C. (2010). Trophodynamic effects of trawling on the feeding ecology of pandora, *Pagellus erythrinus*, off the northern Sicily coast (Mediterranean Sea). *Marine and Freshwater Research*, 61(4), 408-417.
- Fleming, N. E., Harrod, C., Griffin, D. C., Newton, J. & Houghton, J. D. (2014). Scyphozoan jellyfish provide short-term reproductive habitat for hyperiid amphipods in a temperate near-shore environment. *Marine Ecology Progress Series*, 510, 229-240.

- Freire, F.A.M., Luchiari, A.C., Fransozo, V. (2011). Environmental substrate selection and daily habitual activity in *Xiphopenaeus kroyeri* shrimp (Heller, 1862) (Crustacea: penaeoidea). *Indian Journal of Geo-Marine Science*, 40, 325-330.
- Fry, B. (2008). *Stable isotope ecology*. Springer Science Business Media, New York.
- Furlan, M., Castilho, A. L., Fernandes-Goes, L.C., Fransozo, V., Bertini, G. & Costa, R. C. (2013). Effect of environmental factors on the abundance of decapod crustaceans from soft bottoms off southeastern Brazil. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 85(4), 1345-1356.
- Gulland, J.A. & Rothschild, B.J. (1981) *Penaeid shrimp: their biology and management*. 1st edition. Farnham: Fishing News Books.
- Hartnoll, R.G. (1982) Growth. In Abele L.G. (ed.) *The biology of Crustacea: embryology, morphology and genetics*. New York, NY: Academic Press, 111-185.
- Iwai, M. (1973). Pesca exploratória e estudo biológico sobre o camarão na costa Centro/Sul do Brasil com o Navio Oceanográfico —Prof. W. Besnard em 1969-1971. São Paulo, Sudelpa, IOUSP, 71p.
- Johnson, A. F., Gorelli, G., Jenkins, S. R., Hiddink, J. G. & Hinz, H. (2015). Effects of bottom trawling on fish foraging and feeding. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1799), 20142336.
- Kaiser, M. J., Collie, J. S., Hall, S. J., Jennings, S. & Poiner, I. R. (2002). Modification of marine habitats by trawling activities: prognosis and solutions. *Fish and Fisheries*, 3(2), 114-136.
- Layman, C. A., Araujo, M. S., Boucek, R., Hammerschlag-Peyer, C. M., Harrison, E., Jud, Z. R., Matich, P., Rosenblatt, A. E., Vaudo, J. J., Yeager, L. A., Post, D. M. & Bearhop, S. (2012). Applying stable isotopes to examine food-web structure: an overview of analytical tools. *Biological Reviews*, 87, 545-562.

- Lopes, M. (2008). Ecologia populacional dos camarões- rosa, *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) e *F. paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) (Decapoda: Dendrobranchiata: Penaeidae) em áreas de berçário do litoral norte de São Paulo. 175p. (Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências de Botucatu, São Paulo).
- Martín, J., Puig, P., Palanques, A. & Giamportone, A. (2014). Commercial bottom trawling as a driver of sediment dynamics and deep seascape evolution in the Anthropocene. *Anthropocene*, 7, 1-15.
- McCutchan Jr, J. H., Lewis Jr, W. M., Kendall, C. & McGrath, C. C. (2003). Variation in trophic shift for stable isotope ratios of carbon, nitrogen, and sulfur. *Oikos*, 102(2), 378-390.
- Mello, J.T.C. (1973). Estudo populacional do camarão-rosa, *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) e *Penaeus paulensis* (Perez-Farfante,1967). *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, 2(2),19-65.
- Minagawa, M. & Wada, E. (1984). Stepwise enrichment of ^{15}N along food chains: further evidence and the relation between ^{15}N and animal age. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 48,1135-1140.
- Moore, J. W. & Semmens, B. X. (2008). Incorporating uncertainty and prior information into stable isotope mixing models. *Ecology Letters*, 11,470-480.
- Nagata, R. M., Moreira, M. Z., Pimentel, C. R. & Morandini, A. C. (2015). Food web 16 characterization based on $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ reveals isotopic niche partitioning between fish and jellyfish in a relatively pristine ecosystem. *Marine Ecology Progress Series*, 519, 13-27.
- Neiva, G.S. & Wise, J.P. (1964) The biology and fishery of the sea bob shrimp of Santos Bay, Brazil. *Caribbean Fisheries*, 16, 131-139.

- Neiva, G.S. & Wise, J.P. (1967). A biologia e pesca do —camarão sete-barbas da Baía de Santos, Brasil. *Revista Nacional de Pesca, São Paulo*, 1, 12-19.
- Newsome, S. D., Del Rio, C. M., Bearhop, S. & Phillips, D. L. (2007). A niche for isotopic ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5, 429-436.
- NRC. (2002). Effects of trawling and dredging on seafloor habitat. Washington (DC): National Research Council.
- Paiva, M.P. (1997). Recursos pesqueiros estuarinos marinhos do Brasil. Edições UFC, Fortaleza, 278 p.
- Peterson, B. J. & Fry, B. (1987). Stable isotopes in ecosystem studies. *Annual review of ecology and systematics*, 18, 293-320.
- Pitt, K. A., Connolly, R. M. & Meziane, T. (2009). Stable isotope and fatty acid tracers in energy and nutrient studies of jellyfish: a review. *Hydrobiologia*, 616, 119-132.
- Post, D. M. (2002). Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions. *Ecology*, 83, 703-718.
- Pruell, R. J., Taplin, B. K. & Cicchelli, K. (2003). Stable isotope ratios in archived striped bass scales suggest changes in trophic structure. *Fisheries Management and Ecology*, 10(5), 329-336.
- Purcell, J. E. & Grover, J. J. (1990). Predation and food limitation as causes of mortality in larval herring at a spawning ground in British Columbia. *Marine Ecology Progress Series*, 59, 55-61.
- Purcell, J. E. & Sturdevant, M. V. (2001). Prey selection and dietary overlap among zooplanktivorous jellyfish and juvenile fishes in Prince William Sound, Alaska. *Marine Ecology Progress Series*, 210, 67-83.

- Reis, E.G. & D'Incao, F. (2000). The present status of artisanal fisheries of extreme Southern Brazil: an effort towards community-based management. *Ocean & Coast Management*, 43, 585-595.
- Riascos, J. M., Docmac, F., Reddin, C. & Harrod, C. (2015). Trophic relationships between the large scyphomedusa *Chrysaora plocamia* and the parasitic amphipod *Hyperia curticephala*. *Marine Biology*, 162, 1841-1848.
- Saldaña, H. C. (1975). Nota sobre el comportamiento de los camarônês del gênero *Penaeus*. Mem. II Simp. Latinoam. Oceanography and Marine Biology, 121-138.
- Santos, J.L., Severino-Rodrigues, E. & Vaz-dos-Santos, A. (2008). Estrutura Populacional do Camarão- Branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) nas regiões estuarina e marinha da Baixada Santista, São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, 34(3), 375- 389.
- 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, São Paulo*, 28(1), 33- 48.
- Silva, C.N.S., Broadhurst, M.K., Medeiros, R.P. & Dias, J.H. (2013). Resolving environmental issues in the southern Brazilian artisanal penaeid-trawl fishery through adaptive co-management. *Mar. Policy*, 42, 133-141.
- Tommasi, L.R. (1990). Efeitos antrópicos sobre o ecossistema marinho das regiões Sudeste e Sul do Brasil. In II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Estrutura, Função e Manejo. Águas de Lindóia, *Anais do ACIESP*, 71 (1), 53-54.

- Valentini, H., D’Incao, F., Rodrigues, F. L., Neto, J. E. R. & Rahn, E. (1991). Análise da pesca do camarão-rosa, *Penaeus brasiliensis* e *Penaeus paulensis*, nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, 13, 143-157.
- Valentini, H. & Pezzutto, P. R. (2006). Análise das principais pescarias comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil com base na Produção Controlada do período 1986-2004. São Paulo: Instituto Oceanográfico - USP/Série Documentos REVIZEE, 56p.
- Vanderklift, M. A. & Ponsard, S. (2003). Sources of variation in consumer-diet $\delta^{15}\text{N}$ enrichment: a meta-analysis. *Oecologia*, 136(2), 169-182.
- Vasques, R. O. R. (2005). Aspectos da dinâmica populacional do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Perez-Farfante, 1967) Crustacea, Decapoda, na Região de Ilhéus, BA. Ilhéus, 147p (Dissertação de Mestrado. Departamento de Ciências Biológicas, UESC).
- Vianna, M. & Verani, J.R. (2002). Biologia populacional de *Orthopristis ruber* (Teleostei: Haemulidae) espécie acompanhante da pesca de arrasto do camarão-rosa, no sudeste brasileiro. *Atlantica*, Rio Grande, 23(1), 27-36.
- Zeug, S. C., Feyrer, F. V., Brodsky, A. & Melgo, J. (2017). Piscivore diet response to a collapse in pelagic prey populations. *Environmental Biology of Fishes*, 100(8), 947-958.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo foi realizado em uma área de atividade pesqueira intensa e de crescente urbanização, e apesar destes maiores índices, o local apresentou uma complexa teia trófica, com uma grande diversidade de espécies e de relações tróficas estabelecidas. Com as análises realizadas em duas estações distintas, conseguimos obter diferentes formações de teia trófica, com variados predadores de topo, com diferenciação da base da teia e mudança de nichos isotópicos das guildas.

Pela pesca de arrasto possuir como camarões alvo as espécies *Farfantepenaeus brasiliensis*, *Litopenaeus schmitti* e *Xiphopenaeus* sp., estudos sobre preferência alimentar são de extrema importância pois, são a partir deles que conseguimos obter as principais relações tróficas destes organismos de altos valores comerciais, e onde eles estão inseridos na teia alimentar, sendo uma forma de evitar possíveis colapsos no ecossistema. Com o hábito alimentar onívoro oportunista, estes crustáceos foram caracterizados como consumidores primários, e capazes de se alimentarem de fontes inacessíveis para os demais indivíduos. Dessa forma, muitos destes camarões são utilizados como recursos pelos consumidores secundários, como os peixes, o que possibilita a passagem de energia de organismos bentônicos para os organismos pelágicos.

Estudos isotópicos a partir da pesca de arrasto no litoral norte de São Paulo são inéditos o que caracteriza estes resultados obtidos serem de grande importância para a sociedade. Avanços dos nossos conhecimentos sobre os ecossistemas costeiros explorados podem ajudar a prever futuras mudanças ou serem a base para novos estudos na região. Desta forma, este estudo apesar de ser um dos primeiros realizados, não deve ser o último, visto que a atividade humana em Ubatuba está presente e crescente na região, podendo causar variações na estrutura trófica do local.