

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JULIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Botucatu
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
Pós-Graduação em Ciências Biológicas - AC: Zoologia

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Dinâmica populacional do camarão *Sicyonia dorsalis*
(Crustacea: Penaeoidea) no litoral de Cananéia, sul do
estado de São Paulo

Ana Karolyne de Camargo Silvestre

Orientador: Prof. Dr. Antonio Leão Castilho

Botucatu – SP

2015

Dinâmica populacional do camarão *Sicyonia dorsalis*
(Crustacea: Penaeoidea) no litoral de Cananéia, sul do
estado de São Paulo

Ana Karolyne de Camargo Silvestre

Orientador: Prof. Dr. Antonio Leão Castilho

**Dissertação apresentada ao programa de Pós-
Graduação 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
– Área de concentração: Zoologia.**

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

Silvestre, Ana.

Dinâmica populacional do camarão *Sicyonia dorsalis* (Crustacea: Penaeoidea) no litoral de Cananéia, sul do estado de São Paulo / Ana Silvestre. - Botucatu, 2015

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

Orientador: Antonio Leão Castilho
Capes: 20400004

1. Camarão - Distribuição geográfica. 2. Dinâmica populacional - Cananeia (SP). 3. Decapode (Crustáceo). 4. Distribuição espacial da população.

Palavras-chave: Camarão pedra; Crescimento; Fatores ambientais; Fauna acompanhante; Razão sexual.

“Um dia é preciso parar de sonhar e, de algum modo, partir...” (Amyr Klink)

“Vejo a natureza como uma estrutura magnífica que podemos compreender apenas imperfeitamente e que deveria inspirar em qualquer pessoa com capacidade de reflexão um sentimento de humildade.” (Albert Einstein)

“Nossa espécie precisa, e merece, cidadãos com mentes aguçadas e com um entendimento básico de como o mundo funciona.” (Carl Sagan)

*Ao meu primeiro grande mestre, o vô **Benedicto** (in memorian).*

*E para todos aqueles com quem eu tenho imensa alegria em dividir
o caminhar, em especial a minha vó **Cecília**, a mainha **Rosy**, ao
meu irmão **Karlão** e ao meu sobrinho **Brayan**.*

Agradecimentos

Ao **Prof. Dr. Antonio Leão Castilho** pela orientação durante a iniciação científica e mestrado, que tanto contribuíram para meu crescimento profissional e pessoal. Obrigada pela paciência, compreensão, atenção, amizade e por sua grande dedicação, além do amor em transmitir o conhecimento científico. Foi um grande aprendizado! Muito obrigada Tony!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (**CAPES**), agência de fomento pela concessão de bolsa durante o mestrado.

A Fundação De Amparo à Pesquisa Do Estado De São Paulo (**FAPESP**) por financiar o projeto temático “Crustáceos Decápode: multidisciplinaridade na caracterização da biodiversidade marinha do Estado de São Paulo (taxonomia, espermiotaxonomia, biologia molecular e dinâmica populacional)” inserido no Programa Biota/FAPESP (Processo número: 2010/50188-8), o qual este projeto está vinculado.

Aos professores participantes do projeto Biota/FAPESP, **Fernando Mantelatto**, **Fernando José Zara**, **Rogério Caetano da Costa** e **Antonio Leão Castilho**.

Ao Ministério do meio ambiente (**MMA**), ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (**ICMBIO**) e ao Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade, (**SISBIO**) pela concessão da licença de coleta do material biológico.

A todos que contribuíram para que as coletas fossem realizadas com sucesso, em especial aos pescadores **Ceará**, **Jocílio** e **Cinésio**.

Aos professores **Dr. Adilson Fransozo** e **Dra. Maria Lúcia Negreiros Franzoso**, pela dedicação aos estudos na área da carcinologia, pelos auxílios e disponibilidade da infraestrutura encontrada no do Núcleo de Estudos em Biologia, Ecologia e Cultivo de Crustáceos (NEBECC).

Ao **Prof. Dr. Rogério Caetano da Costa**, pela dedicação ao grupo participante do projeto biota, pelos ensinamentos compartilhados durante as disciplinas, congressos e reuniões, que foram de grande valia para minha formação.

Ao professor Dr. **Raymond Bauer**, que mesmo em meio a dificuldades pessoais, esteve bastante disponível, contribuindo muito com seu conhecimento e experiências durante sua estadia no Brasil. Grande inspiração profissional e pessoal a todos nós!

Aos técnicos e funcionários da secretaria do departamento de Zoologia da UNESP Botucatu e aos funcionários da seção de Pós-Graduação do Instituto de Biociências de Botucatu: **André R.T. Arruda, Cláudia A. O. Silva, Davi B. O. Müller, Flávio da Silva, Hamilton A. Rodrigues, Herivaldo M. Santos, Juliana Ramos, Luciana E. N. Campos e Silvio C. Almeida, Tatiana C. S. Avellar**. Muito obrigada pelo auxílio!

A amizade e parceria do pessoal do LABCAM, **Sabrina, Gabriel (Woody), Thiago (Chuck), João, Daphine, Abner, Ana Paula, Régis, e Sarah**. Obrigada por todo auxílio e companhia durante coletas, congressos e reuniões!

Aos amigos que tive a honra de conhecer no departamento de zoologia, **José Roberto (Zé), Patrícia (Pitot), Mirian, Carol, Natália, Ana Maria (Matinho), Danilo, Juliana, Jorge, Marco Aurélio, Maria Carolina, Eduardo, Valter (Mineiro), Bárbara, Paloma** ao **Prof. Dr. Marcos Nogueira** e ao **Prof. Dr. Raoul Henry** pelos auxílios no departamento e conhecimento compartilhado durante as disciplinas.

Aos amigos do NEBECC, **Mariana (Magrela), Thiago (Cabelo), Marciano e Eduardo (Frio)**.

Aos amigos do LabTony, que sempre foram muito atenciosos comigo, **Joyce (Jó), Milena (Mi), Alexandre (Dino), Gilson, Geslaine, Raphael (Rapha/Big), João, Isa e Laura**. Tenho um carinho imenso por vocês, obrigada pelas ajudas, contribuições científicas, companhias durante viagens e pelas horas de descontração.

Agradeço em especial a **Jó**, a **Mi** e ao **Rapha**, pela ajuda com as análises do crescimento, análises estatísticas, construção de gráficos, discussões e detalhes da dissertação. Obrigada de coração!

Gostaria de agradecer a **Jó** pela amizade desde os tempos de graduação, por todos os aprendizados compartilhados e por sua dedicação incansável quando solicitada a ajudar o grupo! Muito obrigada Joyceana!

A **Mi**, pessoa que admiro muito, pela amizade, pelas palavras nas horas difíceis e sua agradável companhia, pelas conversas filosóficas e científicas. Valeu Mi!

As minhas queridas companheiras de Rep. **Clarissa, Ivi, Paty, Victória e Ana Paula**. E a todos aos amigos que vieram por consequência da república, em especial a **Cibele, Bruno**, ao **Julio** e ao **Felipe!** Já nem sei o que seria da minha vida sem vocês... Obrigada!

Em especial a **Clá**, que sempre estava disposta a ajudar com tudo em casa. Além de ter deixado a Mistie, e depois a Canela, serem ótimas companhias caninas! Obrigada Clá!

A **Paty**, que foi uma das primeiras pessoas que conheci em Botucatu e me recebeu na tão bem na rep, tornando a adaptação à cidade bastante fácil. Obrigada pelas caronas, cervejas e comidas veganas! Arrasou!

Ao **Bruno**, que me ajudou e aturou durante as aulas de inglês, excursões fotográficas ao Lageado e discussões muito proveitosas! Sucesso Brunowisk!

Aos amigos muitíssimo especiais, **Talita, Wajihah, Everton e Cinthia!**

A toda minha família, em especial aos meus avós **Maria Cecília e Benedicto** (in memoriam), a minha mãe **Rosy**, ao meu irmão **Karlos** e ao meu sobrinho **Brayan**. Não há agradecimentos suficientes... obrigada, obrigada e obrigada! Eu amo vocês infinitamente!

Sou muito grata a todos que contribuíram para a realização dessa dissertação, pelas pessoas que conheci no caminho e por tudo que aprendi até aqui! Obrigada de coração!

Sumário

Dinâmica populacional do camarão *Sicyonia dorsalis* (Crustacea: Penaeoidea) no litoral de Cananéia, sul do estado de São Paulo

Considerações iniciais	1
A pesca e a fauna acompanhante	1
Área de estudo	3
Caracterização da espécie	5
Referências	7

Capítulo 1: Abundância e distribuição espaço-temporal do camarão *Sicyonia dorsalis* (Kingsley, 1878) (Crustacea, Penaeoidea) no litoral de Cananéia, sul do estado de São Paulo

Resumo	11
Abstract	12
Introdução	13
Material e Métodos	14
Amostragem dos fatores ambientais	16
Análise de dados	17
Resultados	18
Fatores Ambientais	18
Abundância e distribuição espaço-temporal de <i>Sicyonia dorsalis</i>	26
Discussão	33
Referências	38

Capítulo 2: Biologia reprodutiva e crescimento do camarão *Sicyonia dorsalis* (Crustacea, Penaeoidea) no litoral de Cananéia, sul do estado de São Paulo

Resumo	41
Abstract	42
Introdução	43
Material e Métodos	46
Razão Sexual.....	49
Estrutura Populacional	49
Maturidade Sexual	50
Fatores Ambientais	51
Crescimento e Longevidade.....	51
Resultados	53
Discussão	67
Referências	73
Considerações finais	77

Considerações iniciais

A pesca e a fauna acompanhante

A atividade pesqueira possui grande importância à economia mundial, ao fornecimento de recurso alimentar e a geração de empregos as populações litorâneas (Dias Neto, 2003). Apesar do valor econômico e social, diferentes espécies marinhas podem estar ameaçadas devido à intensa exploração pesqueira, a poluição e a destruição de habitats (Pauly, 2002; Lotze *et al.*, 2006).

Embora não se tenha registro de altas taxas de extinções marinhas em escala global (Dulvy, *et al.*, 2003), em ecossistemas regionais, como nos recifes de coral e nas regiões costeiras, há uma perda rápida significativa de espécies (Pandolfi *et al.*, 2003; Jackson *et al.*, 2001; Worm, *et al.*, 2006).

A atividade pesqueira artesanal ocorre em todo o mundo e possui um papel importante para a produção do mercado interno, sendo caracterizada pela exploração de recursos pouco abundantes localizados em áreas próximas à costa, continentais ou estuarinas, geralmente através de embarcações com pequeno porte (Fonteles-Filho, 2011). Embora exista a ampliação da frota pesqueira para regiões de maiores profundidades, no Brasil a pesca é realizada principalmente sobre a plataforma continental (Wongtschowski *et al.*, 2005). Essa atividade também possui grande importância econômica à região sudeste do Brasil, sendo uma das formas de pesca mais importantes (Graça-Lopes *et al.*, 2002). O camarão rosa, *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) e *F. paulensis* (Pérez-Farfante, 1967); o camarão branco, *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936); e o camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), são espécies que possuem um alto valor comercial nessa região (Fransozo *et al.*, 2004).

A pesca de arrasto, por não ser seletiva, captura uma grande quantidade de organismos além das espécies alvos. A captura de espécies não desejadas pela pesca é denominada de fauna acompanhante ou bycatch e interfere consideravelmente na prática das pescarias (Graça-Lopes *et al.*, 2002). Grande parte dessas espécies é descartada, já que não possuem valor comercial ou são exemplares pequenos de espécies com interesse econômico (Haimovici & Mendonça, 1996). Embora essa rejeição seja altamente variável entre a arte de pesca e as regiões (Hamovici & Mendonça, 1996), estima-se que a biomassa da fauna acompanhante ultrapasse o que se captura da espécie alvo (Lage-soto, 1981; Alverson *et al.*, 1994).

Vários invertebrados bentônicos possuem importância fundamental no funcionamento e na complexidade dos ecossistemas tropicais (Hendrickx, 1995). Os camarões marinhos ao processarem o sedimento se alimentam de bactérias, protozoários, diatomáceas, fungos e de matéria orgânica em forma de detrito. Desse modo, exercem um importante papel no fluxo de energia, convertendo detritos em biomassa disponível aos níveis superiores da cadeia trófica (Bertness, 1999). Dessa maneira, a perda crescente da biodiversidade marinha interfere consideravelmente na capacidade de recuperação dos estoques e do ambiente oceânico como um todo (Worm *et al.*, 2006).

O camarão *Sicyonia dorsalis* (Kingsley, 1878) não é explorado comercialmente devido seu tamanho e sua carapaça rígida, pertencendo assim à fauna acompanhante. Mesmo não sendo foco da pesca, a abundância de *S. dorsalis* pode estar comprometida afetando a cadeia trófica marinha.

Embora haja alguns estudos com enfoque para a fauna acompanhante (Lage-Soto, 1981; Haimovici & Mendonça, 1996; Graça Lopes *et al.*, 2002; Dias Netos, 2011; Robert *et al.*, 2007), ainda é restrito pesquisas sobre a dinâmica populacional das

espécies que compõe o bycatch. Conhecer os fatores que determinam os padrões de distribuição espaço-temporal, a biologia reprodutiva e o crescimento possibilita um melhor gerenciamento pesqueiro e a busca de alternativas para que seja realizada uma pesca sustentável.

Área de estudo

A região Estuarino - Lagunar de Cananéia-Iguape está localizado no extremo sul da costa paulista (25°S - 48°W), sendo caracterizada por um complexo sistema hidrográfico, composto por inúmeros canais, desembocaduras e lagunas, além da formação de restingas, manguezais, morros, e ilhas (Bonetti Filho & Miranda, 1997; Ab'Saber, 2006). As quatro grandes ilhas são: a Ilha do Cardoso, a Ilha Comprida, Cananéia e Iguape. Essas são separadas por canais lagunares e rios (Canal de Ararapira, Baía do Trapandé, Mar de Cubatão, Mar de Cananéia e Mar Pequeno/Iguape, Valo grande e Rio Ribeira de Iguape). A bacia fluvial do Ribeira se origina nos contrafortes da Serra do Mar sendo principal aporte fluvial da região (Besnard, 1950).

A região estuarina é fortemente influenciada por regimes energéticos de descarga de água doce, ventos, ondas e áreas inundadas pela maré (Miranda *et al.*, 2002), sendo conectada a região costeira adjacente através de uma passagem denominada de Barra de Cananéia, que situa-se entre a Ilha Comprida e a Ilha do Cardoso. Essa passagem esta sujeita à ação de correntes de maré intensas, caracterizando-se por apresentar uma topografia de fundo bastante irregular, com formação de bancos arenosos submersos (Bernardes & Miranda, 2001).

Cananéia apresenta verões chuvosos e invernos secos (Silvia, 1984; Wainer *et al.*, 1996), os ventos são predominantes fracos durante o ano inteiro, embora apresente

uma acentuada oscilação diária, sendo condicionada principalmente pela ação das brisas marinhas (Occhipinti, 1963).

As águas da plataforma continental e oceânica, em frente à Cananéia são influenciadas principalmente pela massa de Água Tropical (AT), pela Água Costeira (AC) e pela Água Central do Atlântico Sul (ACAS) (Matsuura, 1986). Essas massas de água apresentam características particulares de temperatura e salinidade, além de padrões distintos de distribuição durante o inverno e o verão. A Água Tropical é caracterizada por apresentar altas temperatura e salinidade ($t > 20^{\circ} \text{C}$ e $s > 36$), enquanto a Água Costeira apresenta alta temperatura e baixa salinidade ($t > 20^{\circ} \text{C}$ e $s < 36$) e a Água Central do Atlântico Sul possui temperatura e salinidade baixas ($t < 18^{\circ} \text{C}$ e $s < 36$) (Castro-Filho *et al.*, 1987).

A região apresenta uma grande importância ecológica, já que possui uma alta diversificação de ambientes, biodiversidade de fauna e flora, além de sua expressiva preservação ambiental (Diegues, 1987). Foi considerado como reserva da Biosfera da Mata atlântica em 1993 (Unesco, 2005) e reconhecida pela *União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais* (IUCN) como 3° ambiente quanto à produtividade marinha do Atlântico Sul (Mendonça, 2007).

As atividades predominantes nessa região são a pesca, a agricultura, o extrativismo vegetal e o turismo, não apresentando setor industrial e comercial desenvolvido (Mendonça, 2007).

Caracterização da espécie

O gênero *Sicyonia* pertence à família Sicyoniidae (Ortman, 1898) e a superfamília Penaeoidea que está inserida na subordem Dendrobranchiata (Spence Bate, 1888), pois possuem brânquias do tipo dendríticas e não incubam seus ovos. Dendrobranchiata se encontra na ordem Decapoda (Latreille, 1802) subclasse Eumalacostraca (Grobber, 1892) e subfilo Crustacea (Brünnich, 1772) (Martin & Davis, 2001).

A família Sicyoniidae é composta por um único gênero e são representados na costa brasileira por seis espécies: *Sicyonia burkenroadi* (Cobb, 1971), *S. dorsalis*, *Sicyonia laevigata* (Stimpson, 1871), *Sicyonia olgae* (Pérez Farfante, 1980), *Sicyonia parri* (Burkenroad, 1934) e *Sicyonia typica* (Boeck, 1864) (D’Incao, 1995).

Entre o sicionídeos, apenas *S. brevirostris* (Stimpson, 1871) e *S. typica* desperta algum interesse comercial no Atlântico Central (Tavares & Martin, 2009). Por apresentarem um exoesqueleto bastante rígido não é comum a comercialização das espécies que compõe o gênero (Pérez Farfante, 1985).

Sicyonia dorsalis é conhecida popularmente como camarão pedra e distribui-se desde a Carolina do Norte (EUA) até a costa de Santa Catarina (Brasil). De forma geral, é encontrada desde águas rasas até aproximadamente os 60 metros (Costa *et al.*, 2000). Esses camarões têm como características um corpo robusto, carapaça rígida e um rostro curto (figura 1).



Figura 1. *Sicyonia dorsalis*. Imagem da espécie em estudo pertencente à família Sicyoniidae.

No litoral norte do estado de São Paulo, o camarão *S. dorsalis* foi responsável por 90% dos camarões sicionídeos coletados, sendo o sétimo Penaeoidea mais abundante nessa região (Costa *et al.*, 2005). Em Cananéia, *S. dorsalis* foi o único representante da família Sicyoniidae e o quinto Penaeoidea mais abundante.

Estudos sobre a biologia dessa espécie são escassas (Kennedy *et al.*, 1977; William, 1994; Anderson *et al.*, 1985; Bauer 1992ab; 1996ab, Castilho *et al.*, 2008 ab), sendo ausentes amplas informações para a compreensão da dinâmica populacional, como a estimativa de crescimento e longevidade. Apesar da importância ambiental de Cananéia, ainda não há trabalhos sobre a biologia das espécies de camarões nessa região, reforçando assim a necessidade de novos estudos.

Assim, o objetivo desse trabalho é investigar a dinâmica populacional, com ênfase na distribuição, abundância, biologia reprodutiva, estrutura e crescimento populacional do camarão *S. dorsalis* no litoral de Cananéia, São Paulo.

Referências

- Ab'Saber, A. N. 2006. *Brasil: paisagens de exceção: o litoral e o Pantanal Mato-grossense: patrimônios básicos*. Ateliê Editorial, Cotia- SP, 95 -97p.
- Alverson, D. L.; Freeberg, M. H.; Pope, J. G.; Murawski, S. A. 1994. A global assessment of fisheries bycatch and discards. *FAO Fisheries Technical Papers*, 339: 1-233p.
- Anderson, S. L., Clark Jr, W. H. & Chang, E. S. 1985. Multiple spawning and molt synchrony in a free spawning shrimp (*Sicyonia ingentis*: Penaeoidea). *Biological Bulletin*, 168: 377-394p.
- Bernardes, M. E. C. & Miranda, L. B. 2001. Circulação estacionária e estratificação de sal em canais estuarinos: simulação com modelos analíticos. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 49 (1/2): 115-132p.
- Bertness, M. D. 1999. *The ecology of Atlantic shorelines*. 1st ed. Sinauer Associates, Inc. Publishers Sunderland, Massachusetts, 417 p.
- Besnard, W. 1950. Considerações gerais em torno da região lagunar de Cananéia-Iguape. I – *Boletim do Instituto Paulista de Oceanografia, São Paulo*, 1(1): 9-26p.
- Bonetti, J. F. & Miranda, L. B. 1997. Estimativa da Descarga Fluvial no Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia Iguape. *Revista Brasileira de Oceanografia, São Paulo*, 45(1/2): 89-94p.
- Castilho, A. L.; Furlan M., Costa R. C. & Fransozo V. 2008a. Reproductive biology of the rock shrimp *Sicyonia dorsalis* (Decapoda: Penaeoidea) from the southeastern coast of Brazil. *Invertebrate Reproduction and Development*, 52 (1–2):59–68p.
- Castilho, A. L.; Furlan, M.; Costa, R. C. & Fransozo, V. 2008b. Abundance and temporal-spatial distribution of the rock shrimp *Sicyonia dorsalis* Kingsley, 1878 (Decapoda, Penaeoidea) from the northern coast of São Paulo state, Brazil. *Senckenbergiana, Maritima*, 38: 75–83p.
- Castro-Filho, B. M.; Miranda, L. B. & Myao, S. Y. 1987. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 35(2): 135-151p.
- Costa, R. C.; Fransozo, A.; Mantelatto, F. L. M. & Castro, R. H. 2000. Occurrences of shrimps (Natantia: Penaeidea and Caridea) in Ubatuba bay, Ubatuba, São Paulo, Brazil. *Proceedings of Biological Society of Washington*, 113(3): 776-781p.

- Costa, R. C., Fransozo, A. & Negreiros-Fransozo, M. L. 2005. Ecology of the rock shrimp *Sicyonia dorsalis* Kingsley, 1878 (Crustacea: Sicyoniidae) in a subtropical region of Brazil. *Gulf Caribbean Research*, 17: 49–56p.
- D’Incao, F. 1995. Brazilian rock shrimps of the genus *Sicyonia* (Decapoda: Sicyoniidae). *Nauplius* 3: 101–125p.
- Dias Neto, J. 2003. *Gestão do uso dos recursos pesqueiros marinhos do Brasil*. Edições IBAMA, Brasília, 242p.
- Diegues, A. C. 1987. *Conservação e desenvolvimento sustentado de ecossistemas litorâneos no Brasil*. Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, 46p.
- Dulvy N. K., Sadovy Y. & Reynolds J. D. 2003. Extinction vulnerability in marine populations. *Fish and Fisheries*, 4: 25-64p.
- Fonteles-Filho, A. A. 2011. *Oceanografia, Biologia e Dinâmica Populacional de Recursos Pesqueiros*. Expressão Gráfica e Editora, 70 p.
- Fransozo, A.; Costa, R. C.; Castilho, A. L. & Mantellato, F. L. 2004. Ecological Distribution of the shrimp “Camarão Serrinha” *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba, Brazil, in relation to abiotic factors. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 16: 43-50p.
- Graça-Lopes, R.; Tomás, A. R. G.; Tutui, S. L. S.; Severino-Rodrigues, E. & Puzzi, A. 2002. Comparação da dinâmica de desembarques de frotas camaroeiras do Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto Pesca*, 28(2): 163-171p.
- Haimovici, M. & Mendonça, J. T. 1996. Descartes da fauna acompanhante na pesca de arrasto de tangones dirigida a linguados e camarões na plataforma continental do sul do Brasil. *Atlantica, Rio Grande*, 18: 161-177p.
- 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, Biologie*, 65: 125-150p.
- Jackson, J. B. C., Kirby, M. X., Berger, W. H. 2001. Historical overfishing and recent collapse of coastal ecosystem. *Science* 293, 629-38. Jackson. 2003. Global trajectories of the long-term decline of coral reef ecosystems. *Science* 301: 955-958p.
- Kennedy, F. S.; Crane, J. J.; Schlieder, R. I & Barber, D. G. 1977. Studies of the rock shrimp *Sicyonia brevirostris*, a new fishery resource on Florida's Atlantic shelf. *Florida Marine Research Publications, Marine Research Laboratory*, 27: 69p.

-
- Lage-Soto, J. C. 1981. Enfoques de integración de La pesquería del camarón.. *Universssidad. Autónonma de Baja California Sur., Mexico*, 5: 1-47p.
- Lotze, H. K.; Lenihan, H. S.; Bourque, B. J.; Bradbury, R.; Cooke, R. G.; Kay, M. C.; Kidwell, S. M.; Kirby, M. X.; Peterson, C. H. & Jackson, J. B. C. 2006. Depletion, degradation, and recovery potential of estuaries and coastal seas. *Science*, 312: 1806-1809p.
- Martin, J. W. & Davis, G. E. 2001. An updated classification of the recent Crustacea. *Science Series, Natural History Museum, Los Angeles*, 19: 124p.
- Matsuura, Y. 1986. Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo Santa Marta Grande (SC). *Ciência e Cultura, São Paulo*, 38 (8): 1439 – 1450p.
- Mendonça, J. T. 2007. Gestão dos recursos pesqueiros do complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape Ilha Comprida, litoral sul de São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos.
- Miranda, L. B.; Castro, B. M. & Kjerfve, B. 2002. *Princípios de oceanografia física de estuários*. EDUSP, São Paulo. 417 p.
- Occhipinti, A. G. 1963. *Climatologia dinâmica do litoral sul brasileiro*. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, série. Oceanografia física. 3: 1-86p.
- Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - UNESCO, 2005. World Network of Biosphere Reserves: SC/EES. Marrakesh, Morocco. The MAB Program, 19p.
- Pandolfi, J.M., Bradbury, R.H., Sala, E., Hughes, T.P., Bjorndal, K.A., Cooke, R.G., McArdle, D., McClenachan, L., Newman, M.J.H., Paredes, G., Warner, R.R., Jackson, J.B.C.2003. Global trajectories of the long-term decline of coral reef ecosystems. *Science* 301: 955-958
- Pauly, D., Christensen, V., Guénette, S., Pitcher, T., Sumaila, U., Walters, C., Watson, R. & Zeller, D. 2002. Towards sustainability in world fisheries. *Nature*, 418: 689-695.
- Pérez Farfante, I. 1985. The rock shrimp genus *Sicyonia* (Crustacea: Decapoda: Penaeoidea) in the eastern Pacific. *Fishery Bullenim. National Administration Oceanic Atmospheric , Washington*, 83 (1): 1-79p.

-
- Robert, R.; Borzone, C. A. & Natividade, C. D. 2007. Os camarões da fauna acompanhante na pesca dirigida ao camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) no litoral do Paraná. *Boletim do Instituto de Pesca*, 33 (2): 237-246p.
- Silva, J. F. 1984. Dados Climatológicos de Cananéia e Ubatuba (Estado de São Paulo). *Boletim Climatológico* 5: 1-18p.
- Tavares, C. & Martin, J. 2009. Suborder Dendrobranchiata Bate. 1888. In: Koninklijke Brill NV, Leiden. *Crustacea*, 9A(63): 99-164p.
- Wainer, I. L. K. C. & Colombo, P. M. 1996. Boletim de monitoramento climatológico para as bases “Norte” e “Dr João Paiva Carvalho” do Instituto Oceanográfico, 38: 1-13p.
- Wongtschowski, C. L. B.; Ávila-da-Silva, A. O. & Cergole, M. C. 2005. Análise das principais pescarias comerciais da região sudeste-sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração – II. Série Documentos REVIZEE – Score Sul. *Instituto Oceanográfico, São Paulo, Universidade de São Paulo*, 11-15p.
- Worm, B., E. B. Barbier, N. Beaumont, J.E. Duffy, C. Folke, B.S. Halpern, J.B.C. Jackson, H.K. Lotze, F. Micheli, S.R. Palumbi, E. Sala, K.A. Selkoe, J.J. Stachowicz & Watson, R. 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, 314: 787-790p.

Capítulo 1: Abundância e distribuição espaço-temporal do camarão *Sicyonia dorsalis* (Kingsley, 1878) (Crustacea, Penaeoidea) no litoral de Cananéia, sul do estado de São Paulo

Resumo

A abundância e estrutura espacial de uma população são fortemente influenciadas pelas condições ambientais de uma região. O objetivo desse estudo é avaliar a abundância e a distribuição espaço-temporal do camarão *Sicyonia dorsalis* em relação à variação de diferentes fatores ambientais, como a temperatura, a salinidade, a granulometria e a quantidade de matéria orgânica do sedimento. As coletas foram realizadas mensalmente durante o período de jul/12 a maio/14 no litoral de Cananéia, região sul do estado de São Paulo. As estações de amostragem foram predeterminadas em zonas estuarinas e oceânicas. Arrastos com duração de 30 minutos foram promovidos nas sete estações amostrais utilizando-se um barco camaroneiro equipado com redes double-rig. As temperaturas de superfície e de fundo foram mensuradas com termômetro e a salinidade através de um refratômetro óptico específico, enquanto que para a amostragem do sedimento foi utilizado um pegador de Petersen. A partir de janeiro de 2013, foi realizado o monitoramento de parâmetros da coluna d'água (superfície ao fundo) através de uma sonda multiparâmetro (EUREKA). Um total de 1154 indivíduos foi coletado na região amostrada, com maior abundância durante a primavera e o inverno dos dois anos, sofrendo um decréscimo em sua captura nos meses de verão e outono. Espacialmente, foi observado um maior número de indivíduos na zona oceânica (1049). Houve diferença significativa na abundância de indivíduos espaço-temporalmente (Kruskal-Wallis, $p < 0,001$). A temperatura e salinidade foram variáveis ambientais que influenciaram na distribuição da abundância dos indivíduos, quando analisadas por meio de Regressão Linear Múltipla ($p < 0,05$). Além da limitação pelos fatores ambientais, a distribuição espaço-temporal pode estar relacionada ao ciclo de vida da espécie exclusivamente marinha.

Palavras-chave: ecologia; fatores ambientais; *Sicyonia dorsalis*; Cananéia.

Abstract

The abundance and spatial structure of a population are strongly influenced by environmental conditions of a region. The aim of this study is to assess the abundance and the spatiotemporal distribution of the shrimp *Sicyonia dorsalis* in relation of the variation of different environmental factors such as temperature, salinity, grain size and the organic matter in the sediment. Samples were collected monthly during the period of Jul-12 to May-14 in the Cananéia coastal, southern state of São Paulo. Sampling stations were predetermined in estuarine and oceanic zones. Monthly trawls were conducted within duration of 30 minutes in the seven sampling stations using a shrimp boat equipped with double-rig nets. Surface and bottom temperatures and salinities were measured with thermometer and specific optical refractometer, while for sediment sampling was used a Petersen tagger. From January 2013, we performed the monitoring parameters of the water column (surface to the bottom) through a multi-parameter probe (EUREKA). A total of 1154 individuals was collected in the survey area with higher abundance during the spring and winter seasons. On the other hand, few individuals was captured during the summer and autumn. Spatially we observed a higher number of individuals in the oceanic zone (1049). There were significant differences in the abundance of individuals in space and seasons (Kruskal-Wallis, $p < 0.001$). The temperature and salinity were environmental variables that influence the distribution of the abundance of individuals, according to the Linear Multiple Regression ($p < 0.05$). In addition to limiting the environmental factors, the space-time distribution may be related to the kind of life cycle exclusively marine.

Keywords: ecology; environmental factors; *Sicyonia dorsalis*; Cananéia.

1.0 Introdução

A abundância e estrutura espacial de uma população são fortemente influenciadas pelas condições ambientais de uma região, assim cada espécie adapta-se a um intervalo de um conjunto de fatores ambientais (Ricklefs, 2010).

Vários autores documentaram variáveis ambientais que limitam a abundância e a forma de distribuição espaço-temporal de camarões (Dall *et al.*, 1990; Boschi, 2000; Fransozo *et al.*, 2002; Castilho *et al.*, 2008a). A temperatura e a salinidade são conhecidas por serem fatores denso-independentes, já que afetam a abundância das espécies através de processos fisiológicos (Fonteles-Filho, 2011). Enquanto a temperatura esta associada a diversas atividades biológicas como a reprodução e o crescimento (Dall *et al.*, 1990), a salinidade é responsável pelo equilíbrio osmótico dos diferentes organismos aquáticos (Schmidt – Nielsen, 2002).

Dall *et al.* (1990) e Fransozo *et al.* (2002) também destacaram a granulometria do sedimento como fator importante na distribuição de inúmeras espécies. A granulometria do sedimento direciona a abundância e a distribuição de diversos camarões, como *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Costa *et al.*, 2007) e o próprio camarão *Sicyonia dorsalis* (Kingsley, 1878) (Castilho *et al.*, 2008b). O hábito de se enterrar no substrato durante o dia para essas espécies torna o estudo da estrutura do sedimento bastante importante.

A região de Cananéia caracteriza-se por uma expressiva complexidade ambiental, já que possui forte interação entre a água oceânica e o ambiente estuarino. Tais condições hidrográficas podem ser bastante importantes para a compreensão do estabelecimento e da distribuição da fauna bêntica nessa região (Mishima *et al.*, 1985; Tommasi, 1970).

Portanto, o objetivo desse estudo é avaliar a abundância e a distribuição espaço-temporal do camarão *S. dorsalis*, em relação à variação dos diferentes fatores ambientais, como a temperatura, salinidade, granulometria e quantidade de matéria orgânica do sedimento.

2.0 Material e Métodos

2.1 Material biológico

As coletas foram realizadas mensalmente de julho de 2012 a maio de 2014, com exceção do mês de março de 2013 onde as condições de navegação não permitiram a realização da coleta do material biológico e abiótico na zona oceânica, ou seja, nas estações I, II, III e IV (Figura 1). As estações de amostragem foram determinadas com o intuito de abranger zonas estuarinas, intermediárias e oceânicas da região de Cananéia e seu entorno, região sul de São Paulo.

Arrastos com duração de 30 minutos foram promovidos no complexo Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape e área adjacente oceânica, utilizando-se um barco camaroneiro equipado com redes *double-rig*. Um total de sete estações amostrais (= arrastos) foram previamente determinadas com as profundidades verificadas segundo a estratificação batimétrica de cartas náuticas e monitoradas durante as coletas por uma sonda Multiparâmetros Eureka. Quatro estações amostrais foram efetuadas na zona oceânica adjacente à região de Cananéia, sendo: I, II e III localizadas nas isóbatas 10 – 15 m, e IV nas isóbatas 5 – 10 m. A estação amostral V localiza-se na transição entre a zona oceânica e estuarina com as isóbatas 5 – 10 m. As duas últimas estações amostrais VI e VII (isóbatas 5 – 10 m) localizam-se na zona estuarina denominada de Mar

Pequeno, localizada entre Cananéia e a Ilha Comprida, a qual sofre influência do aporte de água doce oriundo do complexo sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape (Besnard, 1950) (Figura 1).

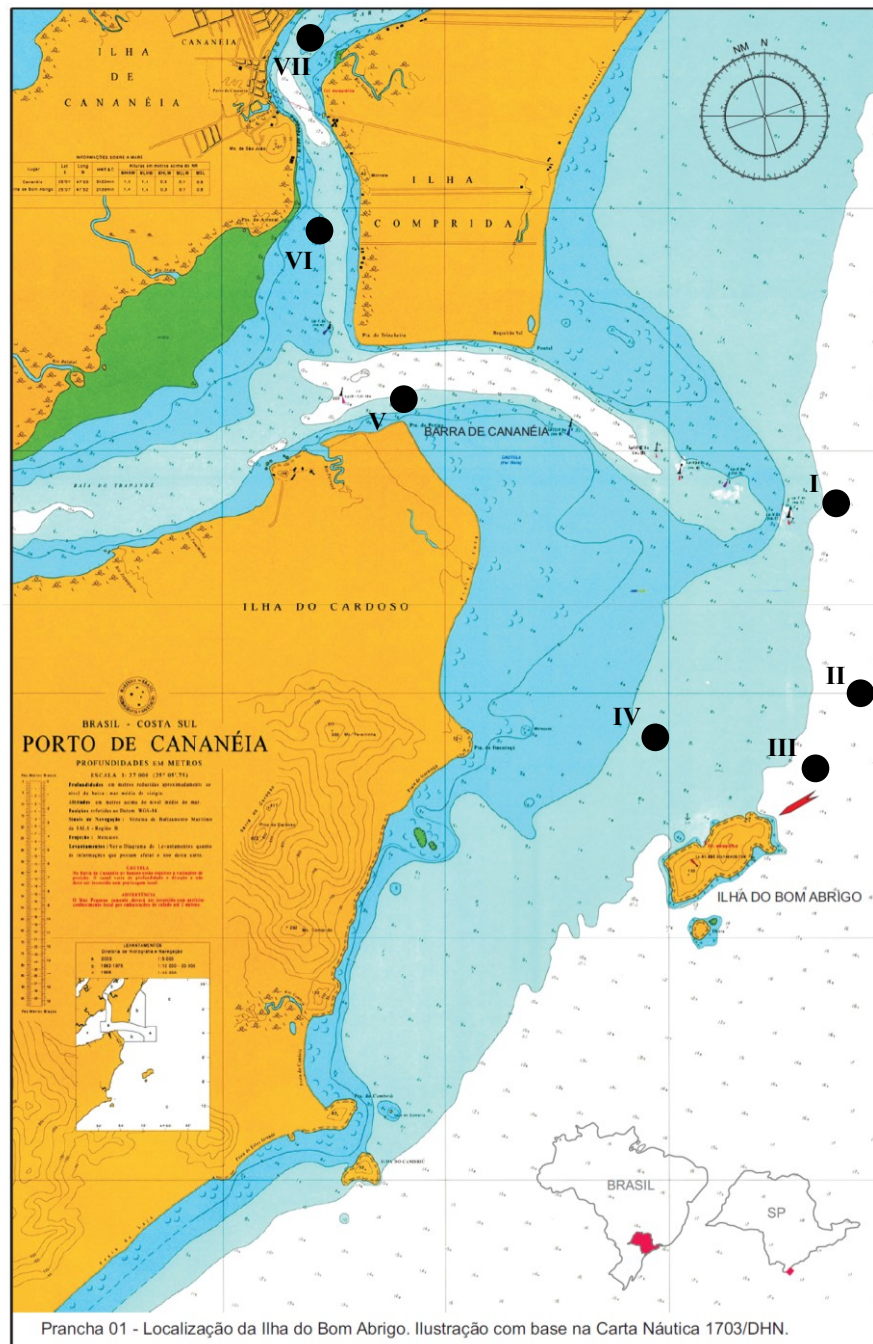


Figura 1. Carta náutica com a plotagem das estações amostrais na zona oceânica da região adjacente à Cananéia (I, II, III e IV), zona intermediária (V) e zona estuarina (Mar Pequeno – VI e VII).

Uma triagem inicial dos camarões foi realizada no barco e o material biótico foi acondicionado em sacos plásticos com gelo picado para posterior identificação da espécie em laboratório de acordo com Pérez Farfante e Kensley (1997).

2.2 Amostragem dos fatores ambientais

Em todas as estações amostrais foram coletadas as amostras de água de superfície e de fundo com uma garrafa de Van Dorn e amostra do sedimento com um pegador de Petersen. As temperaturas de superfície e de fundo foram mensuradas com termômetro e a salinidade através de um refratômetro óptico específico. A partir de janeiro de 2013, foi realizado o monitoramento de parâmetros da coluna d'água (superfície ao fundo), como: temperatura, salinidade, e profundidade. Para mensurar tais variáveis foi utilizada uma sonda multiparâmetro (EUREKA - modelo Manta 2 – 4.0).

Para as análises granulométricas foram separadas duas subamostras, em laboratório, de 50 gramas nas quais foram adicionados 250 mL de solução de 0,2 N de hidróxido de sódio (NaOH) para que as partículas de silte + argila ficassem suspensas. O sedimento foi lavado em uma peneira de 0,063 mm, que permitia a passagem apenas de silte + argila. O restante do sedimento foi novamente seco em uma estufa a 60° C por 24 horas e submetidos ao processo de peneiramento diferencial por cinco minutos.

A textura do sedimento foi classificada de acordo com o diâmetro das partículas em sete frações: cascalho (>2,0 mm), areia muito grossa (2,0 [-- 1,0mm), areia grossa (1,0 [-- 0,5 mm), areia média (0,5 [-- 0,25 mm), areia fina (0,25 [-- 0,125mm), areia muito fina (0,125 [-- 0,062 mm) e silte + argila (<0,062). Os valores foram plotados em um gráfico de curvas acumulativas de distribuição de frequência das amostras do sedimento utilizando-se a fórmula $M=\phi_{16}+\phi_{50}+\phi_{84}/3$ para a obtenção do PHI (ϕ), que são valores correspondendo a 16th, 50th, 84th percentuais para determinar o diâmetro médio do sedimento e convertidas nas frações granulométricas aplicando $-\log_2$. A

Silvestre, A. K. C.

Capítulo 1: Abundância e distribuição espaço-temporal do camarão *Sicyonia dorsalis* (Kingsley, 1878) (Crustacea, Penaeoidea) no litoral de Cananéia, sul do estado de São Paulo

partir da porcentagem das frações granulométricas de cada estação amostral (Suguió, 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).

Para análise do conteúdo de matéria orgânica foram separadas três subamostras de sedimento acondicionadas em cadinhos de porcelana e incineradas em uma mufla a 500°C durante 3 horas. Posteriormente, cada subamostra foi pesada a fim de se obter, pela diferença de peso, o conteúdo de matéria orgânica do sedimento convertido em porcentagem (Mantelatto & Fransozo, 1999).

2.3 Análise de dados

Para a avaliação da distribuição espaço-temporal da espécie foi analisada a abundância total por mês, estações do ano, por estações amostrais e pelos intervalos de fatores ambientais, onde o número de indivíduos foi padronizado através da CPUE (Captura por Unidade de Esforço).

A abundância dos indivíduos foi comparada à distribuição espacial e por estação do ano (verão= janeiro a março, sucessivamente para as demais estações) utilizando-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,001$), nos casos em que a distribuição mostrou-se diferente foi adotado o teste de Dunn ($p > 0,05$), para discriminar a igualdade ou diferença por estações do ano e estações amostrais. A influência dos fatores ambientais foi analisada por meio de Regressão Linear Múltipla ($p > 0,05$), testando-se previamente a normalidade e homocedasticidade das variáveis (Zar, 1999).

3.0 Resultados

3.1 Fatores Ambientais

Durante o estudo, a temperatura de superfície variou de 17,4 a 30,6°C, com média de $23,8 \pm 3,22^\circ\text{C}$. A temperatura de fundo variou entre 17,2 a 30,2 °C e obteve média de $23,2 \pm 3,1^\circ\text{C}$. As maiores médias de temperatura foram registradas durante o verão dos dois anos coletados, com destaque para dezembro de 2012, janeiro e fevereiro de 2013, janeiro e fevereiro de 2014. Já a menor média de temperatura ocorreu durante o inverno, principalmente nos meses de julho de 2012, e de julho a setembro de 2013 (Figura 2).

Uma maior diferença entre a média de temperatura de superfície e de fundo foi observada durante a primavera de 2012, o verão de 2013, e a primavera e verão de 2014 (Figura 2).

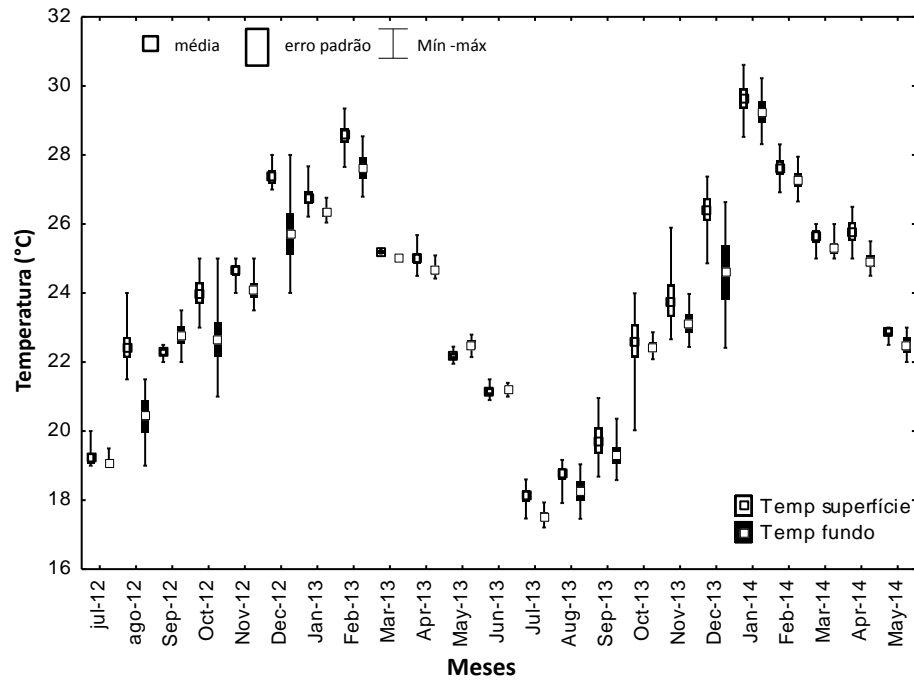


Figura 2. Variações mensais na temperatura de superfície e fundo durante o período de jul/12 a maio/14, na região de Cananéia, SP. Média; Erro Padrão, Mín-Máx: valores mínimos e máximos.

Embora a média e a amplitude da temperatura de fundo entre as estações amostrais tenha sido bastante semelhantes, notamos que as temperaturas mais elevadas foram registradas nas estações localizadas no estuário (VI, VII), enquanto as menores foram registradas nas estações mais afastadas da costa (I, II) (Figura 3).

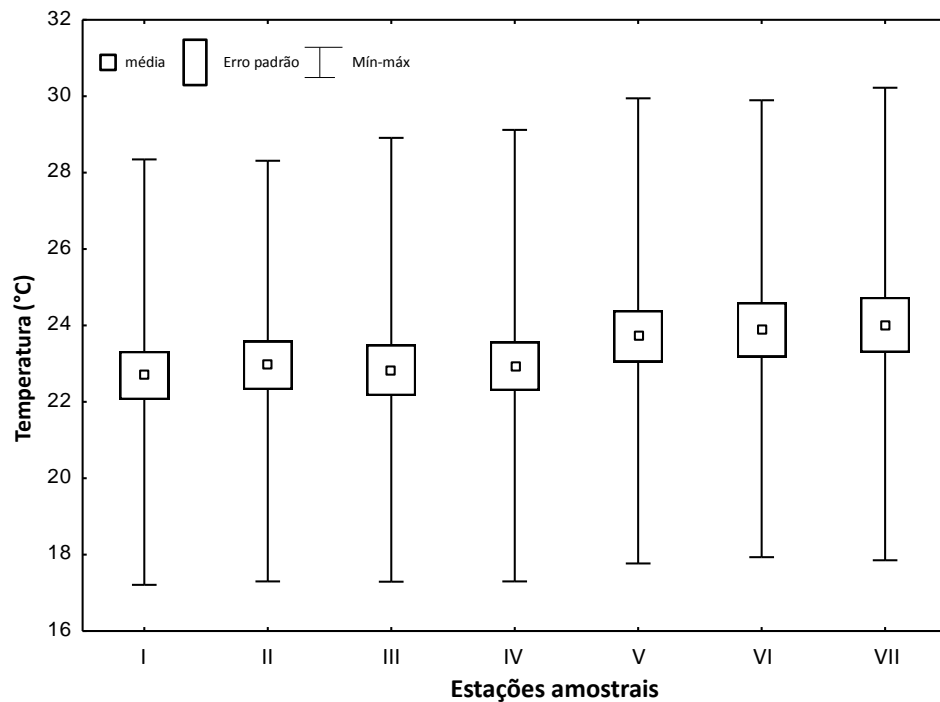


Figura 3. Variações na temperatura de fundo entre as estações amostrais na região de Cananéia SP. Média; Erro Padrão; Mín-Máx: valores mínimos e máximos.

A maior salinidade de superfície registrada foi de 37, enquanto a menor foi de 10 ($30,3 \pm 4,5$). Já, a salinidade de fundo variou entre 16,9 a 38,0 ($31,4 \pm 4,9$). As maiores médias de salinidade foram registradas durante setembro a novembro de 2012 e a menor durante novembro de 2013 (Figura 4).

A região estuarina apresentou médias de salinidade menores em relação à região costeira, também foi registrada para essa região uma diferença maior entre os valores máximos e mínimos (Figura 5).

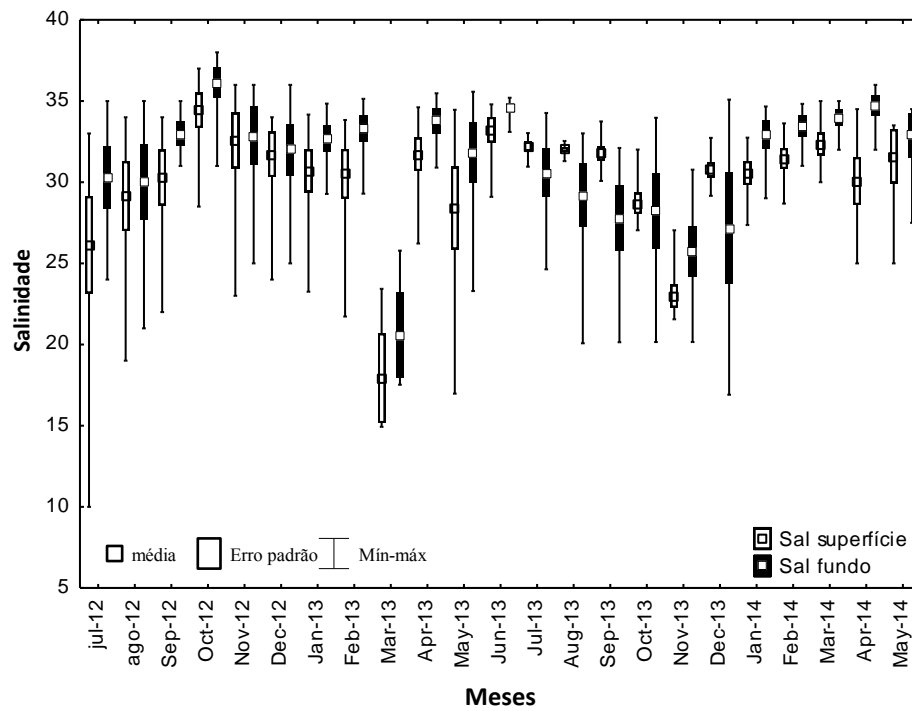


Figura 4. Variações mensais na salinidade de superfície e fundo durante o período de jul/12 a maio/14 na região de Cananéia, SP. Média, Erro Padrão, Mín-Máx: valores mínimos e máximos.

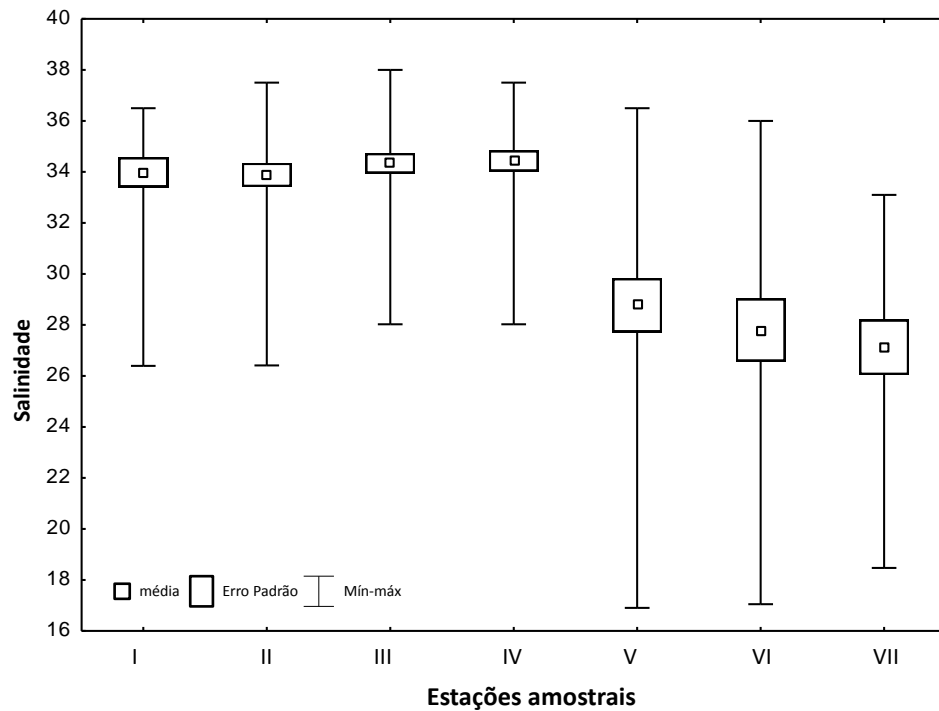


Figura 5. Variações na salinidade de fundo entre as estações amostrais na região de Cananéia SP. Média, Erro Padrão, Mín-Máx: valores mínimos e máximos.

O sedimento foi caracterizado por apresentar um predomínio de areia muito fina (3 [-- 4) e silte e argila (≥ 4). Durante a primavera de 2012, o inverno de 2013 e o outono de 2014 foi observado um predomínio de silte e argila, enquanto nas demais estações verificou-se o predomínio de areia muito fina (Figura 6).

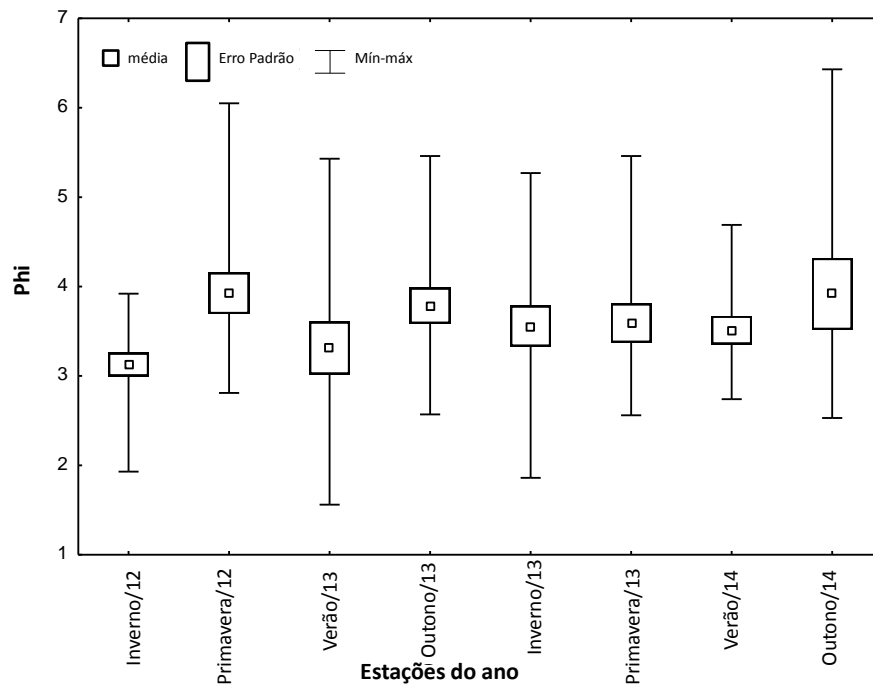


Figura 6. Variações do Phi (granulometria do sedimento) na região costeira durante as estações do ano dos dois anos coletados, na região de Cananéia, SP.; Mín-Máx: valores mínimos e máximos.

O sedimento da região costeira caracterizou-se por apresentar menor granulometria, com destaque para a estação amostral IV que obteve predomínio de silte e argila (≥ 4) (Figura 7).

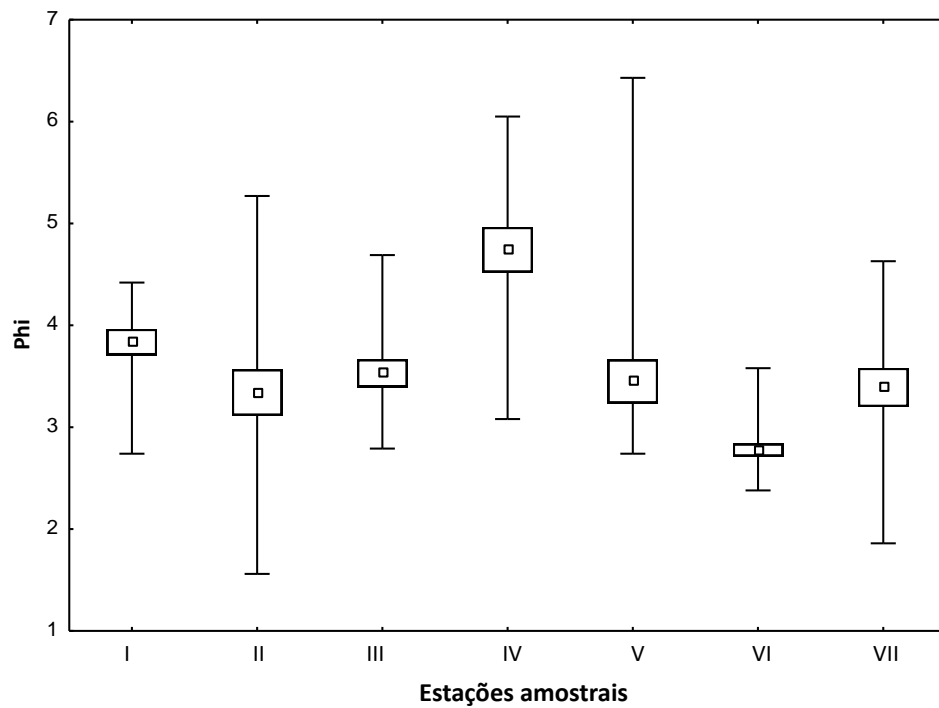


Figura 7. Variações do Phi (granulometria do sedimento) nos pontos amostrados, na região estuarina de Cananéia, SP. Média; Erro Padrão; Mín-Máx: valores mínimos e máximos.

A porcentagem de matéria orgânica (%MO) dissolvida na região costeira variou de 0,48 a 16,6 %. Embora as médias de % de matéria orgânica tenham variado pouco sazonalmente, as estações com maiores porcentagem de matéria orgânica foram a primavera de 2012, o verão de 2013, o verão e outono de 2014 (Figura 8).

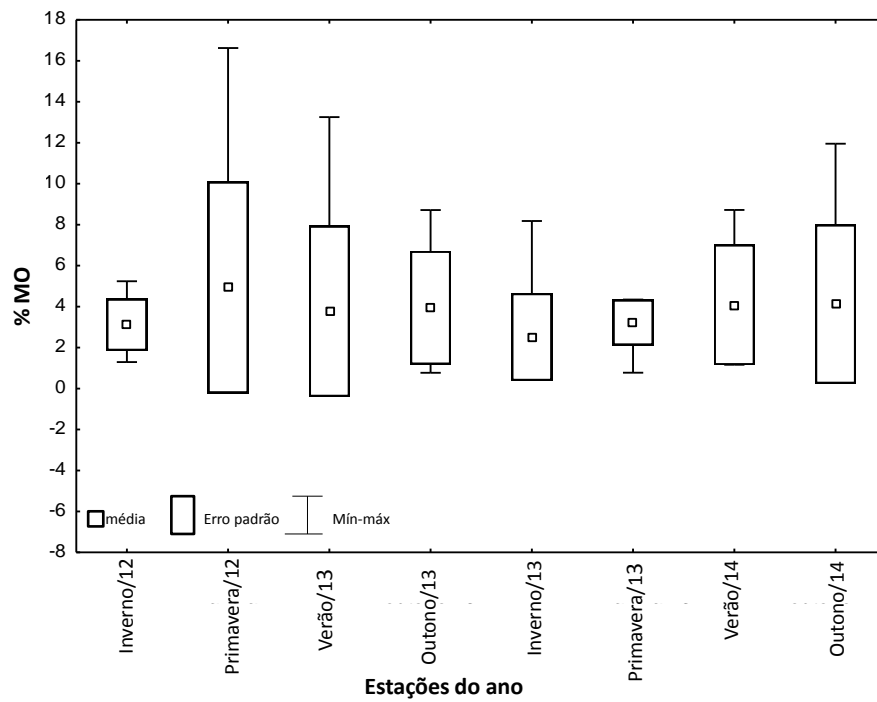


Figura 8. Variações da matéria orgânica dissolvida (%MO) durante as estações do ano dos dois anos coletados, Cananéia, SP. Média; Erro Padrão; Mín-Máx: valores mínimos e máximos.

Embora a média de porcentagem de matéria orgânica entre as estações amostrais sejam semelhantes, a estação IV apresentou uma porcentagem maior em relação aos demais (Figura 9).

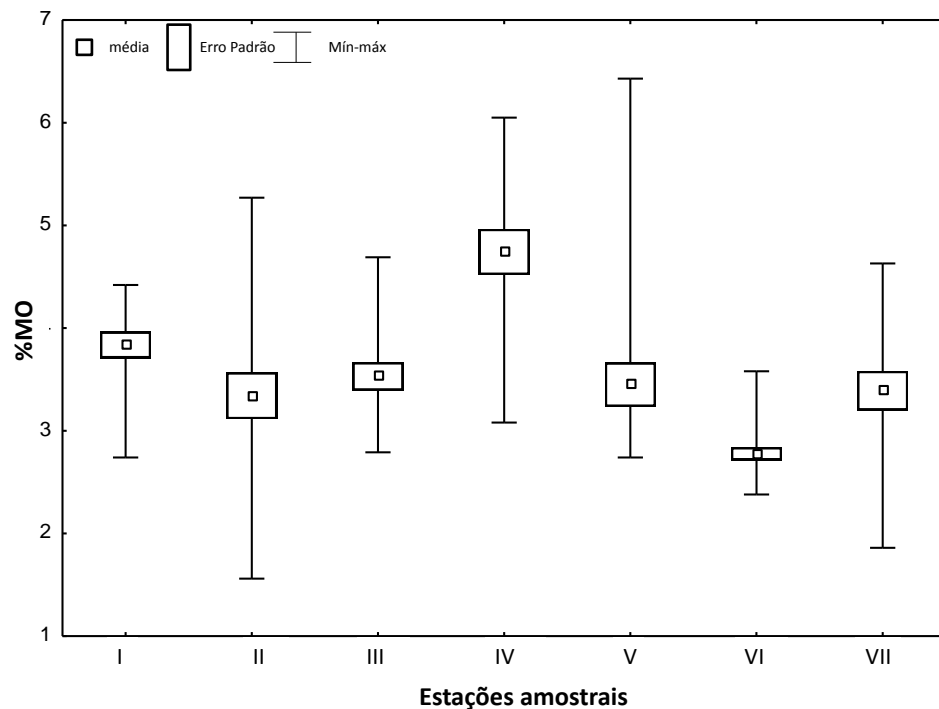


Figura 9. Variações da matéria orgânica dissolvida (%MO) por estações amostrais coletados em Cananéia, SP. Média; Erro Padrão; Mín-Máx: valores mínimos e máximos.

3.2 Abundância e distribuição espaço-temporal de *Sicyonia dorsalis*

Um total de 1154 indivíduos de *S. dorsalis* foi coletado na região amostrada. De forma geral, o camarão em estudo foi mais abundante durante a primavera e o inverno dos dois anos amostrados, sofrendo um decréscimo em sua captura nos meses de verão e outono. Houve diferença significativa na abundância de indivíduos espaço-temporalmente (Kruskal-Wallis, $p < 0,001$) (Tabela I). Para o primeiro ano de coleta, foi registrado um número expressivo de *S. dorsalis* durante a primavera (391), sendo novembro o mês mais abundante (252). Já no segundo ano, foi registrado um maior número de indivíduos no inverno (346), principalmente nos meses de julho (113) e setembro (139) de 2013 (Tabela I, Figuras 10 e 11). Verificou-se estatisticamente (teste

posterior de Dunn, $p < 0,05$) que a abundância no verão de 2013 diferiu da primavera de 2012 e do inverno de 2013, não diferindo das demais estações (Figura 10).

Tabela I. Resultados obtidos na análise Kruskal- Wallis para a abundância de indivíduos quanto às estações dos dois anos e as estações amostrais no período de julho/12 a maio/14, em Cananéia, SP. **GL**= grau de liberdade, **H**= valor crítico, **p**= probabilidade.

	GL	H	P
Estação do ano	7	24,7	$p < 0.001$
Estação amostral	6	61,2	$p < 0.001$

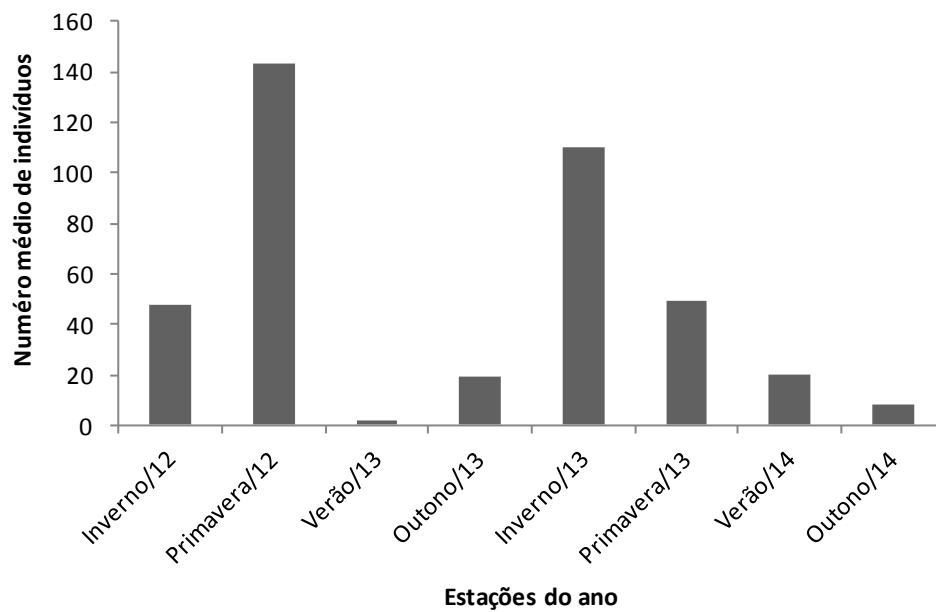


Figura 10. *Sicyonia dorsalis*. Número médio de indivíduos (indivíduos/mês) de *Sicyonia dorsalis* por estação do ano, coletadas de julho/12 a maio/14 na região de Cananéia, SP.

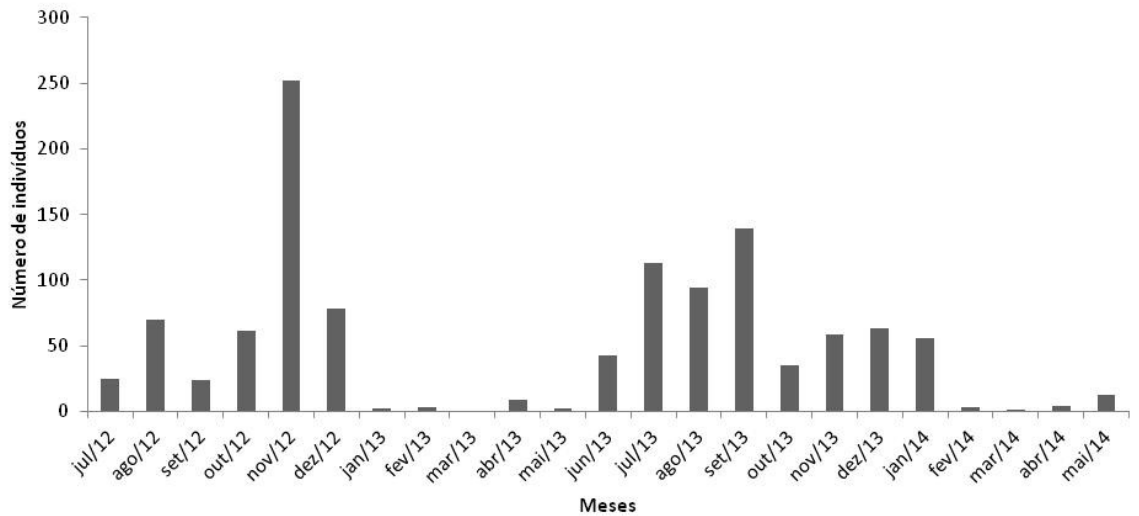


Figura 11. *Sicyonia dorsalis*. Número de indivíduos por meses do ano coletados de jun/12 a maio/14 na região de Cananéia, SP.

Espacialmente, foi observado um maior número de indivíduos na região costeira (1049), enquanto na região estuarina foram amostrados apenas cinco indivíduos. As estações amostrais II (491) e I (209) apresentaram maior abundância (Figura 12), sendo significativamente diferentes às estações V, VI e VII. As estações III e IV foram significativamente diferentes apenas às VI e VII (Teste de Dunn, $p < 0,05$).

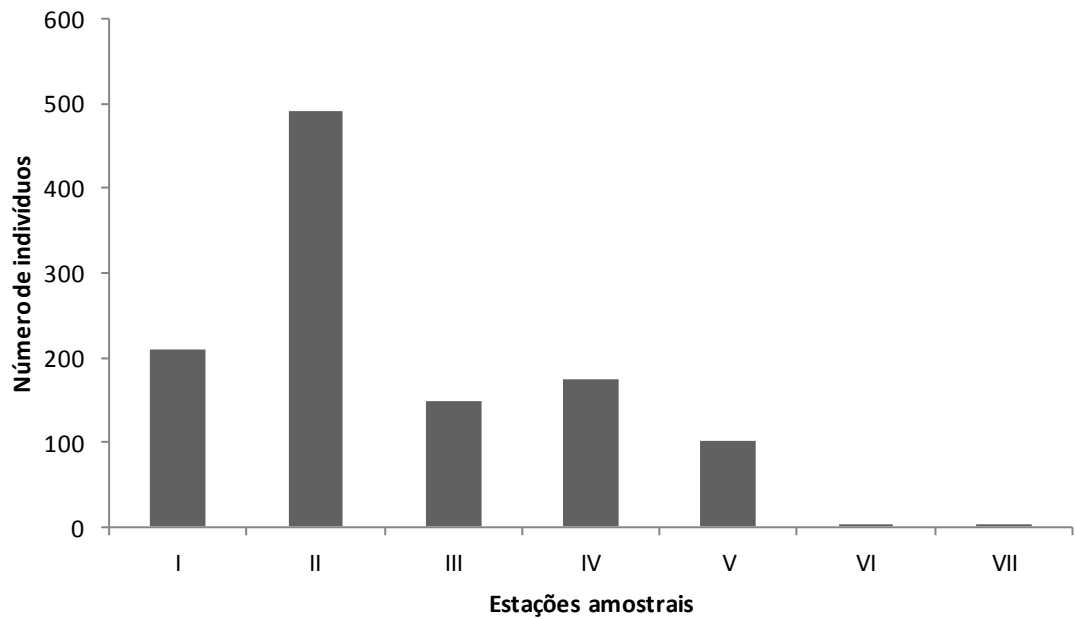


Figura 12. *Sicyonia dorsalis*. Número de indivíduos de *Sicyonia dorsalis* por estação amostral em Cananéia, SP.

As variáveis ambientais influenciaram na distribuição da abundância dos indivíduos de *S. dorsalis*, quando analisadas por meio de Regressão Linear Múltipla ($r^2=0,24$; $F= 11,36$; $p= 0,0048$). Os parâmetros que melhor se relacionaram à abundância da espécie em questão foram a temperatura, a qual apresentou uma relação inversa, enquanto que a salinidade correlacionou-se diretamente ao número de indivíduos (Tabela II).

Tabela II. *Sicyonia dorsalis*. Regressão Linear Múltipla, testando a relação entre os fatores ambientais amostrados (salinidade, temperatura, % de matéria orgânica – MO – dissolvida) e a abundância de indivíduos coletados no período de julho/12 a maio/14, em Cananéia, SP.

	Coefficientes	Erro padrão	Stat t
Interseção	1.41505449	1.342205224	1.054276
Salinidade	2.27661791	0.58510441	3.89096
Temperatura	-3.5187346	0.76308396	-4.6112
% MO	0.07900823	0.263455264	0.299892
Phi	0.70649012	0.722421026	0.977948

Embora a espécie tenha ocorrido em todas as faixas de temperatura amostradas, foi verificada uma maior abundância desses indivíduos nos intervalos com temperaturas intermediárias (17 a 25 °C) (Figura 13). Para a salinidade, foi observada a ocorrência do camarão *S. dorsalis* quase que exclusivamente em salinidades maiores que os 26, sendo mais abundante na faixa que compreende os 32 a 38 (Figuras 14).

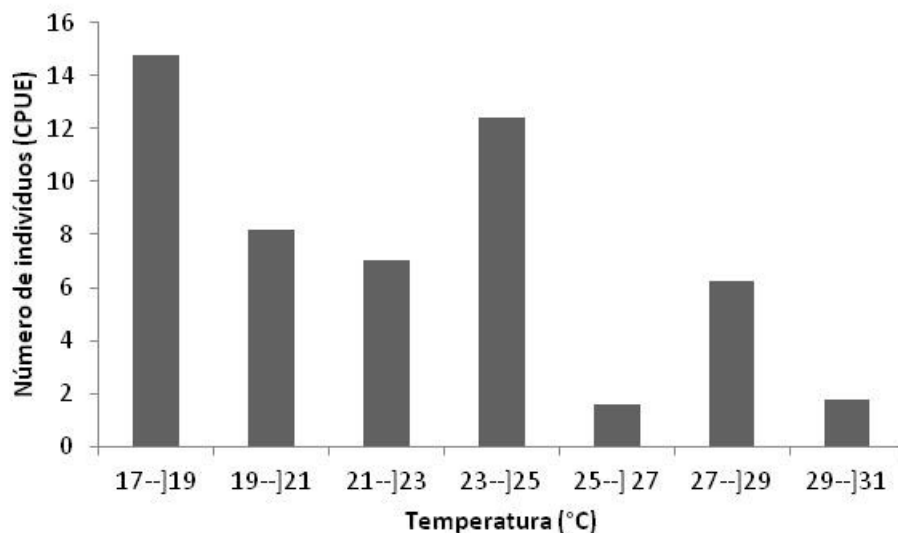


Figura 13. *Sicyonia dorsalis*. Número de indivíduos por arrasto (CPUE) em relação à classe de temperatura de fundo.

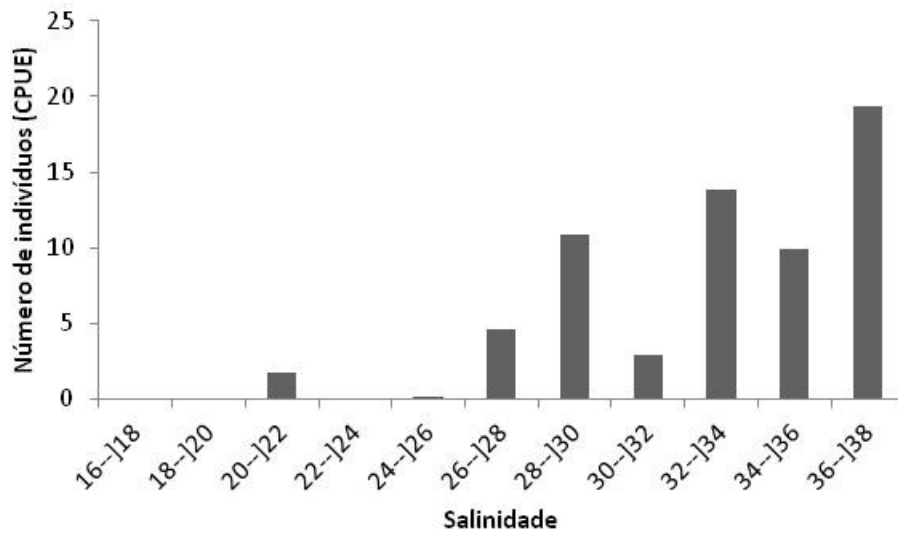


Figura 14. *Sicyonia dorsalis*. Número de indivíduos por arrasto (CPUE) em relação à classe de salinidade de fundo.

Embora não haja relação significativa na distribuição dos indivíduos com o tipo de granulometria do sedimento, observamos uma tendência em um aumento de indivíduos nas regiões com predomínio de areia fina, areia muito fina e silte + argila (Figura 15).

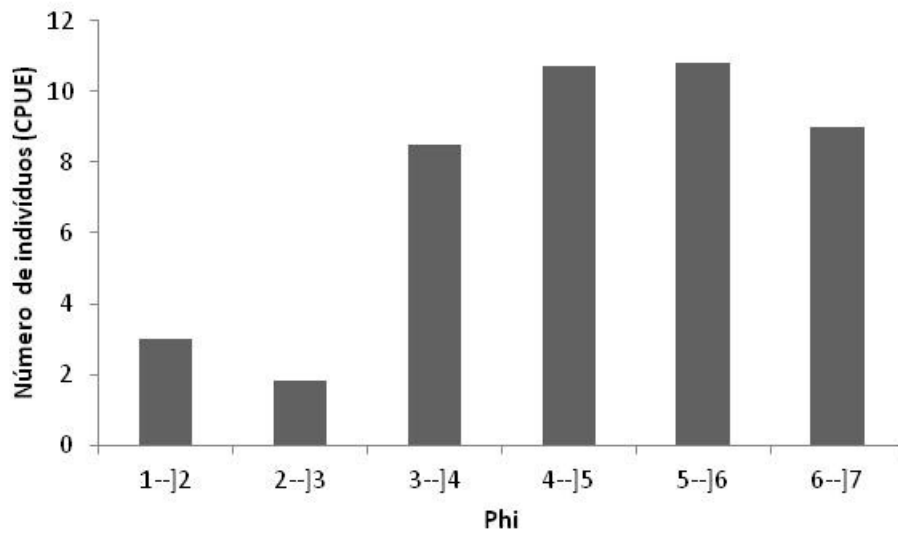


Figura 15. *Sicyonia dorsalis*. Número de indivíduos por arrasto (CPUE) em relação à classe de phi.

Já para a matéria orgânica dissolvida não foi encontrado nenhum padrão, sendo observado indivíduos tanto nas maiores porcentagens dessa variável, como também nas menores (Figura 16).

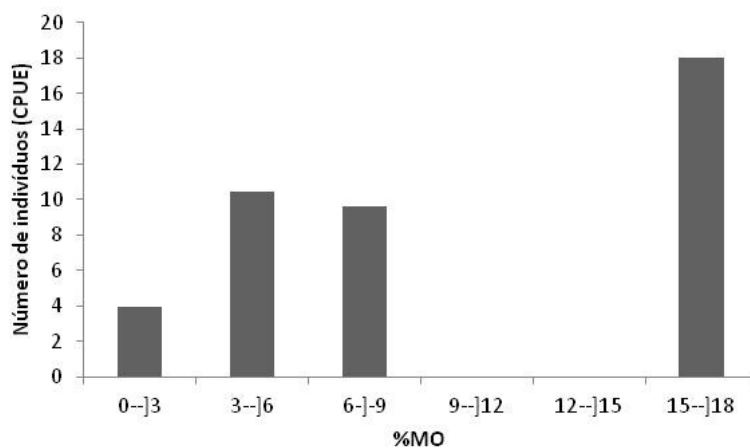


Figura 16. *Sicyonia dorsalis*. Número de indivíduos por arrasto (CPUE) em relação à classe de matéria orgânica dissolvida (MO %).

4.0 Discussão

O limite entre a zona estuarina e a marinha é bastante dinâmico. A transição entre os dois ambientes pode variar sazonalmente, ou até mesmo em períodos curtos, de acordo com a intensidade da descarga fluvial, a variação da maré, a intensidade do vento e o padrão de circulação da região costeira adjacente (Miranda, 1995).

Nesse estudo, foi registrada uma diferença entre a temperatura de superfície e de fundo principalmente na primavera e o verão, indicando que as águas superficiais são aquecidas durante as estações mais quentes sendo dessa maneira isoladas da água de fundo por uma camada de transição ou descontínua denominada de termoclina (Fonteles-Filho, 2011). Embora não tenham sido caracterizadas massas de águas durante as estações coletadas, a termoclina também pode ser explicada pela influência de massas oceânicas atuantes em regiões mais profundas (Castro-Filho *et al.*, 1987). Além disso, o aporte da água continental, o regime de marés e a batimetria da região pode contribuir para a estratificação observada.

Como era de se esperar, a zona oceânica apresentou médias maiores de salinidade que a região estuarina, sendo que a estuarina apresentou elevada amplitude de variação. É importante ressaltar que a salinidade das regiões estuarinas pode variar de água doce a hipersalina, já que esses ambientes sofrem uma grande influência tanto do aporte fluvial como do litoral adjacente (Kjerfve & Magill, 1989). De acordo com o critério de estratificação, a salinidade na região estuarina de Cananéia é classificada como parcialmente misturada (Miyao & Nishiara, 1986). Assim, a salinidade tende a aumentar com a profundidade, apresentando em determinadas fases da maré uma acentuada haloclina à meia profundidade. Essa estratificação pode eventualmente desaparecer subsequentemente, tornando a coluna d'água uniforme (Miyao & Nishihara, 1989; Miranda *et al.*, 1995).

Os sedimentos litogênicos possuem origem continental e são carregados até o ambiente marinho pelo aporte fluvial. A granulometria, geralmente, varia conforme a distância da fonte que lhes deu origem. Assim, nas regiões mais próximas ao estuário os sedimentos são mais grossos, como as areias e nas regiões mais afastadas há o predomínio de sedimento mais finos, como silte e argila, já que as correntes marinhas não tem força suficiente para transportar sedimentos de maiores dimensões a grandes distâncias (Fontele-Filho, 2011).

A complexidade fisiográfica e hidrográfica reflete nas características físicas, sedimentares e conseqüentemente na estrutura da fauna bentônica. A interação dos fatores ambientais limita a distribuição de inúmeras espécies por exercer uma pressão seletiva sobre os organismos, portanto um organismo deve estar funcionalmente adaptado a um conjunto de variáveis para sua sobrevivência em uma determinada área (Soares-Gomes e Figueiredo, 2009). Entretanto, é interessante notar que os fatores ambientais não são limitantes apenas por uma questão fisiológica-adaptativa, mas também por influenciar comportamentos, regulação de alimentos, zonas para cópula e tempo de forrageamento (Beckerman *et al.*, 2002).

No litoral norte paulista durante o inverno e a primavera, estações com registro de temperaturas intermediárias, a abundância do camarão *S. dorsalis* foi maior. Além da associação desse camarão aos valores de temperatura intermediários e a um substrato com predominância de grãos com menores dimensões, a maior quantidade de matéria orgânica também foi relacionada a uma maior abundância da espécie estudada (Castilho *et al.*, 2008b).

Nesse estudo, a temperatura e a salinidade de fundo exerceram um papel importante na distribuição e abundância do camarão pedra. No geral, as maiores abundâncias de *S. dorsalis* foram registradas em meses que apresentaram médias de

temperatura intermediárias, sendo ausentes ou em baixa abundância durante os meses com temperaturas elevadas. Essa é uma variável fundamental no entendimento da distribuição e abundância dos invertebrados marinhos, já que controla diversas atividades biológicas como a reprodução e o crescimento (Dall, *et al.*;1990).

Costa *et al.* (2005) sugeriram que esse camarão tenha preferência por salinidades acima de 30, já que seu ciclo de vida não inclui águas estuarinas, sendo um camarão estenohalino. Em estudo com camarões do mesmo gênero, *Sicyonia brevirostris* (Stimpson, 1871) e *Sicyonia ingentes* (Boeck, 1864), foi constatado a ocorrência dessas espécies entre 33 e 35 (Pérez Farfante, 1985), indicando que as espécies de *Sicyonia* ocorrem em faixas variáveis de salinidade acima dos 30, e, portanto, a correlação positiva com essa variável indica possivelmente a preferência do camarão *S. dorsalis* por salinidades mais altas.

A distribuição de diversos camarões esta associada com a fração granulométrica do substrato, já que muitos peneídeos possuem o hábito de se enterrar durante o dia como estratégia de proteção e economia de energia (Dall *et al.*, 1990). Costa *et al.* (2005) observaram que o camarão *S. dorsalis* se distribui preferencialmente em profundidades com substrato mais lamoso e maior quantidade de matéria orgânica na região de Ubatuba. No entanto, apesar de constatar uma maior abundância desses camarões em um sedimento mais fino, essa variável não foi determinante para a distribuição de *S. dorsalis* no litoral norte paulista durante os anos de 1998 e 1999. Nesse estudo também não houve relação significativa entre a abundância e a fração granulométrica e a quantidade de matéria orgânica do substrato. A baixa variação do tipo de sedimento na área amostrada explicaria o motivo pelo qual a abundância não foi associada à fração granulométrica, ou seja, a amplitude de variação desse fator não foi

Silvestre, A. K. C.

Capítulo 1: Abundância e distribuição espaço-temporal do camarão *Sicyonia dorsalis* (Kingsley, 1878) (Crustacea, Penaeoidea) no litoral de Cananéia, sul do estado de São Paulo

suficiente para demonstrar um resultado aparente entre essas variáveis (Castilho *et al.*, 2008b).

Pérez Farfante (1985) observou que no Oceano Pacífico a distribuição da família Sicyoniidae aparentemente se restringe a áreas menores quando comparadas as outras famílias de Penaeidae. Além disso, é interessante notar que as espécies que compõe o gênero também possuem preferências diferenciadas de habitat. Enquanto as espécies *Sicyonia laevigata* (Stimpson, 1871) e *Sicyonia parri* (Burkenroad, 1934) estão associadas a fundo organogênicos (conchas e algas calcárias) (Coelho & Ramos-Porto, 1980; Coen & Heck, 1983), *Sicyonia typica* (Boeck, 1864) tem preferências por locais abrigados (Pralon, 2012) e *S. dorsalis* por fundos lamosos, sendo portanto um fator limitante a distribuição dessas espécies (Castilho *et al.*, 2008b, Costa *et al.*, 2005; Costa, 2002).

O tipo de habitat que uma espécie ocupa também pode estar relacionado à etapa de seu ciclo de vida. Assim, larvas, juvenis e adultos migram durante sua ontogenia. Dall *et al.* (1990) sugeriram 4 tipos de ciclo de vida para os camarões: o tipo 1, tem seu ciclo restrito ao estuário; no tipo 2, a desova ocorre distante da costa e com o fim do estágios planctônicos há migração das pós-larvas para próximo da costa, se estabelecendo na região estuarina; já no tipo 3, as pós larvas são encontradas em regiões com salinidades mais elevadas, geralmente em águas protegidas próximo à costa; enquanto que o tipo 4, o ciclo de vida ocorre inteiramente em águas mais afastadas da costa. Assim, o camarão *S. dorsalis* está incluso no ciclo de vida do tipo 3.

Portanto, a distribuição espaço-temporal do camarão *S. dorsalis* se limitou claramente a região costeira de Cananéia, área que apresentou menores valores médios de temperatura e maiores médias de salinidade ao longo dos dois anos de estudo. Assim, as características ambientais, bem como a relação entre a variação dos fatores de uma

Silvestre, A. K. C.

Capítulo 1: Abundância e distribuição espaço-temporal do camarão *Sicyonia dorsalis* (Kingsley, 1878) (Crustacea, Penaeoidea) no litoral de Cananéia, sul do estado de São Paulo

determinada região é fundamental para o entendimento da distribuição e abundância da espécie. Sendo as flutuações espaço-temporais causadas principalmente pela combinação das condições do ambiente e do ciclo de vida do organismo.

Silvestre, A. K. C.

Capítulo 1: Abundância e distribuição espaço-temporal do camarão *Sicyonia dorsalis* (Kingsley, 1878) (Crustacea, Penaeoidea) no litoral de Cananéia, sul do estado de São Paulo

5.0 Referências

- Beckerman, A.; Bento, T. G.; Ranta, E.; Kaitala, V. & Lundberg, P. 2012. Population dynamic consequences of delayed life-history effects. *Trends in Ecology and Evolution*, 17(6): 263–269p.
- Besnard, W. 1950. Considerações gerais em torno da região lagunar de Cananéia-Iguape. I - *Bol. Inst. Paulista de Oceanografia, São Paulo*, 1(1): 9-26p.
- Boschi, E. E. 2000. Species of decapod crustaceans and their distribution in the American marine zoogeographic provinces. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 13: 1-64p.
- Castilho, A. L.; Costa, R. C.; Fransozo, A. & Negreiros-Fransozo, M. L. 2008a. Reproduction and recruitment of the South American red shrimp, *Pleoticus muelleri* (Crustacea: Solenoceridae), from the southeastern coast of Brazil. *Marine Biology Research*, 4: 361-368p.
- Castilho, A. L., Furlan, M., Costa, R. C. & Fransozo, V. 2008b. Abundance and temporal-spatial distribution of the rock shrimp *Sicyonia dorsalis* Kingsley, 1878 (Decapoda, Penaeoidea) from the northern coast of São Paulo state, Brazil. *Senckenbergiana marítima*, 38: 75-83p.
- Castro-Filho, B. M.; Miranda, L. B. & Myao, S. Y. 1987. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 35(2): 135-151p.
- Coelho, P. A. & Ramos-Porto, M. 1980. Crustáceos decápodos da costa do Maranhão, Brasil. *Boletim Instituto Oceanográfico*, 29(2): 135-138p.
- Coen, L. D. & Heck Jr., K. L. 1983. Notes on the biology of some seagrass-dwelling crustaceans (Stomatopoda and Decapoda) from Caribbean Panama. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 96(2): 202-234p.
- Costa, R. C. 2002. Biologia e distribuição ecológica das espécies de camarões Dendrobranchiata (Crustacea, Decapoda) na região de Ubatuba (SP). 186f. Tese (Doutorado em Zoologia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- Costa, R. C., Fransozo, A. & Negreiros-Fransozo, M. L. 2005. Ecology of the rock shrimp *Sicyonia dorsalis* Kingsley, 1878 (Crustacea: Sicyoniidae) in a subtropical region of Brazil. *Gulf Caribbean Research*, 17: 49–56p.

Silvestre, A. K. C.

Capítulo 1: Abundância e distribuição espaço-temporal do camarão *Sicyonia dorsalis* (Kingsley, 1878) (Crustacea, Penaeoidea) no litoral de Cananéia, sul do estado de São Paulo

- 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, Southeastern, Brazil. *Gulf and Caribbean Research*, 19: 33-41p.
- Dall, W.; Hill, B. J.; Rothilsberg, P. C. & Staples, D. J. 1990. The biology of the Penaeidae. In: *Advances in Marine Biology*, 27, San Diego: J. H. S. Blaxter and A. J. Southward (Eds). Academic Press, 489p., 1990. Éditions du Muséum national d histoire naturelle. Paris, 233p.
- Fonteles-Filho, A. A. 2011. *Oceanografia, Biologia e Dinâmica Populacional de Recursos Pesqueiros*. Expressão Gráfica e Editora. São Paulo, 317p.
- Fransozo, A.; Costa, R. C.; Mantelatto, F. L. M.; Pinheiro, M. A. A. & Santos, S. 2002. Composition and abundance of shrimp species (Penaeidea and Caridea) in Fortaleza Bay, Ubatuba, São Paulo, Brazil. In: *Moddern Approaches of the Study on Crustacea*. E. E. Briones. and F. Alvarez (Eds). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 17: 123p.
- Kjerfve, B. & Magill, K. E. 1989. Geographic and hydrographic characteristics of shallow coastal lagoons. *Marine Geology* 88: 187-199p.
- Mantelatto, F. L. M. & Fransozo, A. 1999. Reproductive biology and moulting cycle of the crab *Callinectes ornatus* (decapoda, portunidae) from the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Crustaceana*, 72 (1): 63-76p.
- Miranda, L. B.; Mesquita, A. R. & França, C. A. S. 1995. Estudo da circulação e dos processos de mistura no extremo sul do mar de Cananéia: condições de dezembro de 1991. *Boletim do Instituto Oceanográfico, São Paulo*, 43(2): 153-164p.
- Mishima, M.; Yamanaka, N.; Pereira, O. M.; Soares, F., Das C. Siquio, C.; Akaboshi, S & Jacobsen, O. 1985. Hidrografia do complexo estuarino-lagunar de Cananéia (25° S, 48°W), São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca São Paulo*, 12 (3): 109-121p.
- Miyao, S. Y.; Nishihara, L. & Sarti, C. C. 1986. Características físicas e químicas do sistema estuarino - lagunar de Cananéia-Iguape. *Boletim do Instituto Oceanográfico, São Paulo*, 34: 23-36p.
- Pérez-Farfante, I. & Kensley, B. 1997. *Penaeoid and Segestoid shrimps andprawns of the World. Keys and diagnosese for the families and genera*.

Silvestre, A. K. C.

Capítulo 1: Abundância e distribuição espaço-temporal do camarão *Sicyonia dorsalis* (Kingsley, 1878) (Crustacea, Penaeoidea) no litoral de Cananéia, sul do estado de São Paulo

- Pérez Farfante, I. 1985. The rock shrimp genus *Sicyonia* (Crustacea: Decapoda: Penaeoidea) in the eastern Pacific. *Fishery Bulletin. National Administration Oceanic Atmospheric, Washington*, 83 (1): 1-79p.
- Pralon, B. G. N. 2012. Dinâmica Populacional do Camarão Pedra *Sicyonia typica* (Boeck, 1864) (Penaeoidea:Sicyoniidae) no Litoral norte do Estado de São Paulo. Tese (Doutorado em Zoologia) – Instituto de Biociências – Unesp - Botucatu, São Paulo.
- Ricklefs, R. E. 2010. *A Economia da Natureza*. 6ª ed. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 526p.
- Soares-Gomes, A. & Figueiredo, A. G. 2009. O ambiente marinho. In: *Biologia Marinha*, Pereira, R. C e Soares-Gomes (Eds), 2ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 1-3p.
- Suguio, K. 1973. *Introdução à sedimentologia*. São Paulo: Edgard Blucher Ltda. Ed. da Universidade de São Paulo, 312p.
- Tommasi, L. R. Observações sobre a fauna bêntica do complexo estuarino - lagunar de Cananéia (SP). 1970. *Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo*, 298 (19): 43-56p.
- Zar, J. H. *Biostatistical analysis*.1999. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 662p.

Capítulo 2: Biologia reprodutiva e crescimento do camarão *Sicyonia dorsalis* (Crustacea, Penaeoidea) no litoral de Cananéia, sul do estado de São Paulo

Resumo

O objetivo deste estudo é investigar a dinâmica populacional de *Sicyonia dorsalis* na região de Cananéia, litoral sul do estado de São Paulo. Assim, os objetivos específicos foram analisar: a razão sexual, a periodicidade reprodutiva e recrutamento, e a relação dos mesmos com parâmetros ambientais (temperatura, salinidade e concentração de clorofila-a), além da análise do crescimento e da longevidade. As coletas foram realizadas mensalmente com um barco equipado com uma rede “double-rig”. Os camarões e fatores abióticos foram coletados em zonas estuarinas, intermediárias e oceânicas. A análise de crescimento foi realizada a partir do acompanhamento da progressão modal, cujo os comprimentos modais e as idades corrigidas foram utilizados para o cálculo de uma curva de crescimento médio, pela equação de Von Bertalanfy. Para o estudo de biologia reprodutiva foi possível identificar o sexo, a maturidade sexual e a mensuração do comprimento da carapaça para 1131 indivíduos. Houve um predomínio significativo de fêmeas (1047♀, 84♂) (χ^2 , $p=2.02E-178$), que pode estar relacionado a o ciclo de vida, a mortalidade diferencial entre os sexos e as taxas diferenciais de migração e crescimento. A reprodução e o recrutamento juvenil não ocorreram de forma contínua, com picos de indivíduos jovens observados principalmente em agosto e novembro/2012, julho a setembro/2013 e maio/2014. Picos de fêmeas reprodutivas ocorreram em períodos semelhantes. A abundância de fêmeas reprodutivas e os recrutas apresentaram relação significativa com a variação de temperatura e salinidade (Regressão Múltipla, $p<0,05$). Ademais, observamos uma correlação negativa entre fêmeas reprodutivas e a clorofila-a (Correlação Cruzada, $p<0,05$). A longevidade foi estimada de 489 dias (1,34 anos) para as fêmeas, sendo a constante de crescimento de 0,0090/dia.

Palavras-chave: razão sexual; periodicidade reprodutiva; crescimento, longevidade.

Abstract

The objective of this study is to investigate the population dynamics of *Sicyonia dorsalis* in the region of Cananéia, Southern coast of São Paulo state. Thus, the specific objectives was to analyze: the sex ratio, reproductive and recruitment periodicity, the relationship of these with environmental factors (temperature, salinity and chlorophyll-a), as well we verified of growth and longevity. Samples were made monthly during July 2012 to May 2014 with a shrimp boat equipped with nets double-rig. The shrimps and abiotic factors were collected in estuary and oceanic zones. The growth analysis was performed based on the monitoring of modal progression, where the modal lengths and corrected ages were used to calculate an average growth curve, using the equation of Von Bertalanfy. To reproductive biology study was possible to identify the sex, sexual maturity and the measurement of the length of the carapace to 1131 individuals. There was a significant predominance of females (1047♀, 84 ♂) (χ^2 , $p = 2.02E-178$), which may be related to the life cycle, the differential mortality between the sexes and the migration of differential rates and growth. Reproduction and juvenile recruitment did not occur continuously with main peaks of juveniles during August and November/2012, July to September/2013 and May/2014. Reproductive females peaks were detected in the similar periods. The abundance of reproductive females and recruits were significantly related to the variation of temperature and salinity (Multiple Regression, $p < 0.05$). Temporal analysis revealed a negative correlation between reproductive females and chlorophyll-a (Cross-correlation, $p < 0.05$). Longevity was estimated 489 days (1.34 years) for females, and growing constant 0.0090/day.

Keywords: sex ratio; reproductive periodicity; growth, longevity

1.0 Introdução

A razão sexual, o tamanho em que os indivíduos atingem a maturidade sexual, o período reprodutivo, o crescimento e a longevidade são atributos essenciais para o entendimento da dinâmica populacional.

O conhecimento sobre a proporção sexual de uma população, por exemplo, é essencial para a compreensão de sua estrutura, já que fornece subsídios ao conhecimento da estabilidade ecológica das populações (Hutchinson, 1981).

Em estudos sobre o crescimento dos indivíduos, utilizando-se como parâmetro a progressão modal ou de uma coorte, nota-se uma ampla variedade de comprimentos em que fêmeas e machos atingem à maturidade sexual. Por esse motivo, estimar o comprimento médio da primeira maturidade sexual CC50%, onde 50% das fêmeas são potencialmente capazes a reprodução, é bastante importante em um estudo de biologia reprodutiva. A determinação do CC50% tem como objetivos principais a determinação tamanho que delimita o estoque jovem e adulto e a estimação do estoque reprodutor (Fonteles-Filho, 2011).

Os padrões de desova dos camarões podem variar conforme a região geográfica em que se localizam. Em latitudes menores, as fêmeas apresentam desovas contínuas ao longo de um ano, já em latitudes intermediárias são comuns dois picos de desova e recrutamento, enquanto em altas latitudes é mais comum um pico de desova e recrutamento restrito a uma época do ano (Sastry 1983, Dall *et al.*, 1990). Bauer (1992a) comparou o período reprodutivo e a longevidade de fêmeas de *Sicyonia* spp em uma região tropical, subtropical e com clima temperado, notando que os padrões para esses atributos foram diferentes de acordo com a região estudada.

Fatores que influenciam o início e o término da incubação e desova são chamados de fatores proximais, sendo a temperatura um exemplo desse tipo de fator, o outro parâmetro denominado de fator final (pressão seletiva) está relacionado à época da liberação dos ovos ou a eclosão das larvas, um exemplo desse fator é a disponibilidade de nutrientes na coluna d'água, que para espécies planctotróficas pode-se citar a produtividade fitoplanctônica (Bauer & Lin, 1994).

Pulsos de indivíduos recrutas meses após a observação de picos de fêmeas reprodutivas pode ser um indicativo de que essas fêmeas contribuíram efetivamente a um sucessivo recrutamento (Crococ & van der Velde, 1995). Para *Sicyonia dorsalis* Kingsley, 1878, Bauer & Rivera Vega (1992) e Castilho *et al.* (2008) observaram pulsos de indivíduos recrutas, após um período de 2 a 3 meses de pulsos de fêmeas reprodutivas. Neste estudo foi testado se *S. dorsalis* em uma região subtropical como Cananéia apresenta reprodução sazonal, como também, se o recrutamento juvenil irá ocorrer em resposta ao pico reprodutivo antecedente.

Como os crustáceos não apresentam evidências aparentes de seu crescimento, não é possível determinar diretamente a idade ou a estrutura etária da população (Hartnoll, 1982). Desse modo, a análise do crescimento dos indivíduos possibilita estimar a idade em relação ao tamanho (D'Incao & Fonseca, 1999), considerando o aumento das dimensões em razões diferentes de um organismo para outro. Para a análise do crescimento, o modelo de progressão modal é bastante adequado ao estudo, já que os crustáceos geralmente apresentam uma alta taxa de crescimento e recrutamento por um curto intervalo de tempo (Munro, 1982; Fonseca, 1998).

A maioria dos trabalhos com enfoque na biologia reprodutiva é referente às espécies alvos da pesca (Nakagaki & Negreiros-Fransozo, 1998; Branco *et al.*, 1999; Fransozo *et al.*, 2000; Castro *et al.* 2005). Para as espécies pertencentes à fauna

acompanhante as informações ainda são escassas. Alguns trabalhos foram realizados abordando aspectos reprodutivos para o gênero *Sicyonia sp* (Kennedy *et al.*, 1977; Bauer 1992ab; 1996 e Anderson *et al.* 1985), entretanto, no Brasil há apenas um trabalho específico sobre a biologia reprodutiva de *S. dorsalis* (Castilho *et al.*, 2008).

Dessa maneira, ainda não temos informações amplas sobre a maturidade sexual em regiões distintas ao longo do litoral brasileiro, como também, nada até então foi investigado sobre o crescimento e longevidade de *S. dorsalis*, indicando a necessidade de mais estudos referentes à espécie. Assim, o objetivo desse estudo é investigar a dinâmica populacional, com ênfase na maturidade e razão sexual, biologia reprodutiva, recrutamento juvenil, crescimento e longevidade do camarão *S. dorsalis* no litoral de Cananéia. Ademais, foi testado a influência dos fatores ambientais temperatura, salinidade e concentração de clorofila-a com os grupos demográficos.

2.0 Material e Métodos

As coletas foram realizadas mensalmente de julho de 2012 a maio de 2014. As estações de amostragem foram predeterminadas com o intuito de abranger zonas estuarinas, intermediárias e oceânicas do litoral de Cananéia, região sul de São Paulo.

Arrastos com duração de 30 minutos foram promovidos no complexo Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape e área adjacente oceânica, utilizando-se um barco camaroneiro equipado com redes *double-rig* com o intuito de se obter o material biológico. Um total de sete estações amostrais (= arrastos) foram previamente determinadas com as profundidades verificadas segundo a estratificação batimétrica de cartas náuticas e monitoradas durante as coletas por uma sonda Multiparâmetros Eureka. Quatro estações amostrais foram efetuadas na zona oceânica adjacente à região de Cananéia, sendo: I, II e III localizadas nas isóbatas 10 – 15 m, e IV nas isóbatas 5 – 10 m. A estação amostral V localiza-se na transição entre a zona oceânica e estuarina com as isóbatas 5 – 10 m. As duas últimas estações amostrais VI e VII (isóbatas 5 – 10 m) localizam-se na zona estuarina denominada de Mar Pequeno, localizada entre Cananéia e a Ilha Comprida, a qual sofre influência do aporte de água doce oriundo do complexo sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape (Besnard, 1950) (Figura 1).

Capítulo 2: Biologia reprodutiva e crescimento do camarão *Sicyonia dorsalis* (Crustacea, Penaeoidea) no litoral de Cananéia, sul do estado de São Paulo

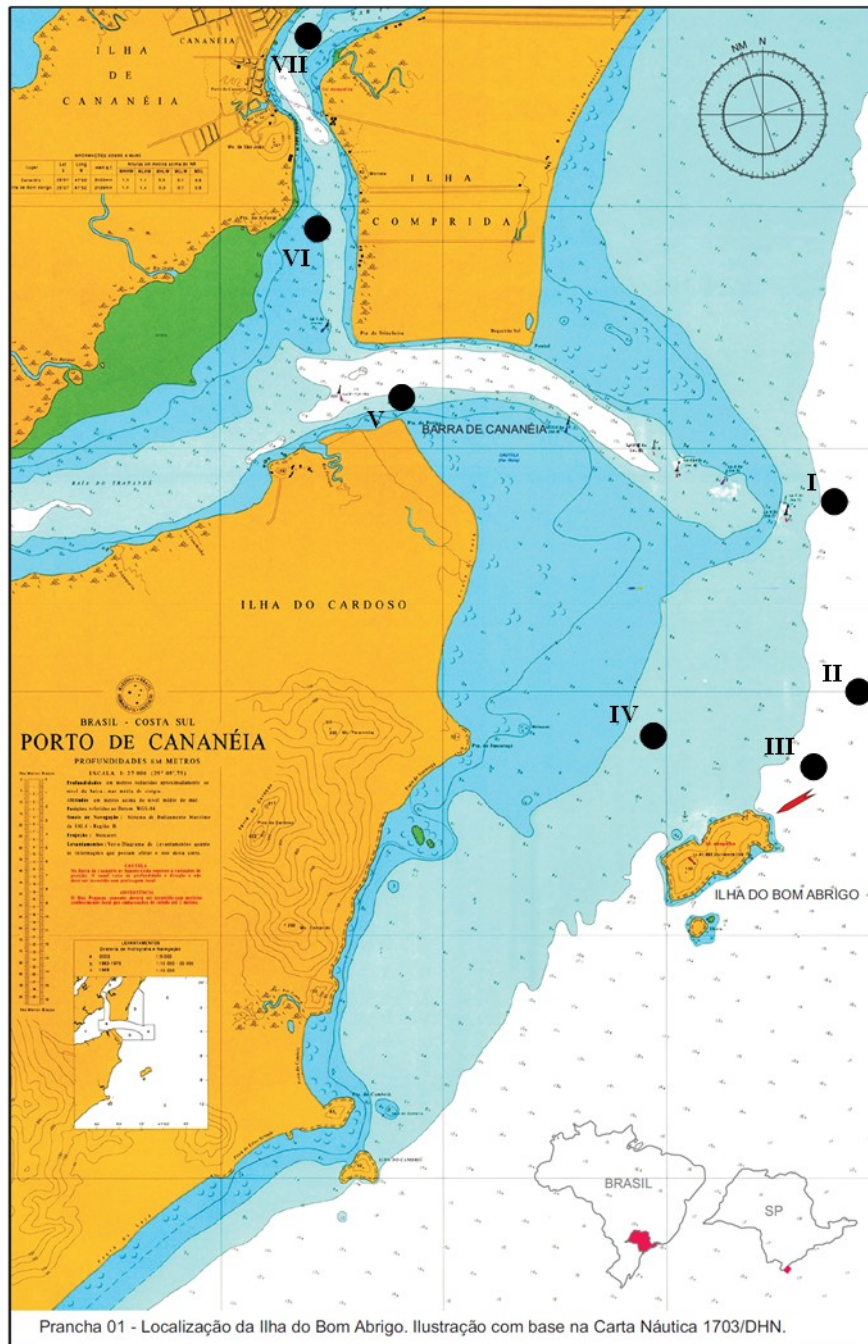


Figura 1. Carta náutica com a plotagem das estações amostrais na zona oceânica da região adjacente à Cananéia (I, II, III e IV), zona intermediária (V) e zona estuarina (Mar Pequeno – VI e VII).

Uma triagem inicial dos camarões foi realizada no barco e então o material biótico foi acondicionado em sacos plásticos com gelo picado para posterior identificação da espécie segundo Pérez Farfante e Kensley (1997), do sexo, do comprimento da carapaça e da maturidade sexual em laboratório.

Os sexos foram identificados quanto à observação da presença do petasma, nos machos, bem como a do téllico, para as fêmeas (Pérez-Farfante, 1988).

O comprimento da carapaça corresponde à distância a partir do ângulo orbital à margem posterior da carapaça e foi mensurado com um paquímetro com precisão de 0,01 mm.

A maturidade sexual das fêmeas foi determinada macroscopicamente através da coloração e volume das gônadas nos estágios de: imaturos (IM), rudimentar (RU), em desenvolvimento (ED), e desenvolvido (DE). Ovários finos, transparentes e pequenos foram considerado imaturos, os que apresentaram uma coloração variando de amarelo à laranja claro foram considerados rudimentares, ou seja, fêmeas adultas com as gônadas não desenvolvidas (RU). Ovários mais desenvolvidos e coloração verde claro foram considerados como estágio em desenvolvimento (ED); já aqueles apresentando coloração verde intenso e visíveis através do exoesqueleto e ao nível do abdômen, (bastante volumosos) foram considerados como estágio desenvolvido (DE) (Nakagaki & Negreiros-Fransozo, 1998).

A maturidade dos machos foi indicada pela fusão do petasma (endopoditos modificados, localizados no primeiro apêndice abdominal). Assim, os machos juvenis possuem petasma separado (Boschi, 1989; Bauer & Rivera Vega, 1992). Os estágios de desenvolvimento em machos adultos foram classificados quanto à presença de espermatóforos no interior da ampola terminal (Nakagaki & Negreiros-Fransozo, 1998),

já que o espermátóforo é visível através do exoesqueleto (Chu, 1995). Quando a presença do espermátóforo não foi visível por observação macroscópica, os machos adultos foram classificados como machos sem espermátóforo, enquanto machos com espermátóforo foram aqueles em que o espermátóforo ocupava parte ou inteiramente a ampola terminal (Castilho *et al.*, 2012).

As fêmeas foram consideradas reprodutivas quando apresentaram a gônada em estágio em desenvolvimento ou desenvolvida (ED+DE).

Nesse trabalho foram considerados recrutas os indivíduos jovens incorporados a população (Sparre & Venema, 1998). O número de indivíduos juvenis foi estimado a partir das menores classes de tamanho para machos e fêmeas na distribuição de frequência de tamanho, considerando-se recrutas os 25% menores de todas as possíveis classes de tamanho (Bauer & Rivera Vega, 1992). Assim, fêmeas menores do que 8,1 mm e machos menores que 5,9 mm foram considerados recrutas.

2.1 Razão Sexual

A razão sexual foi obtida a partir do número total de indivíduos. Por meio do teste de qui-quadrado ($p < 0,05$) foi determinado a diferença na proporção de machos e fêmeas para o período amostrado (Sokal & Rohlf, 1995).

2.2 Estrutura Populacional

Para facilitar a visualização da frequência da distribuição dos indivíduos nas categorias demográficas foram construídos gráficos de barra (histograma) para fêmeas e machos a partir da distribuição da classe de tamanho em 0,05 mm. Inicialmente, os pressupostos de homocedasticidade (Levene) e normalidade (Kolmogorov-Smirnov) foram testados (Zar, 1999). Atendendo os pressupostos de homocedasticidade (Levene)

e normalidade (Kolmogorov-Smirnov) foi utilizado o teste paramétrico t-student para comparar o tamanho médio dos indivíduos de cada sexo.

2.3 Maturidade Sexual

Para a estimativa da maturidade sexual, os indivíduos foram separados em fêmeas e machos. Essa análise foi baseada no ajustamento da curva logística sigmoide (Almeida *et al.*, 2012), utilizando-se da equação:

$$y = 1 / (1 + e^{-r(CC - CC_{50})}),$$

onde y é a proporção calculada de camarões adultos, CC50 é o tamanho da carapaça no início da maturidade sexual e r é o coeficiente de inclinação da curva. A curva logística foi ajustada por mínimos quadrados com as proporções mencionadas anteriormente por classe de tamanho dos indivíduos usando iterações de máxima verossimilhança. Após o ajuste a maturidade sexual (CC50) foi estimada como o tamanho em que 50% de fêmeas e machos atingiram a maturidade sexual. Para estimar quanto tempo a espécie leva para atingir o tamanho no qual 50% dos machos e fêmeas atingiram a maturidade, aplicou-se os parâmetros obtidos na análise de crescimento na equação invertida de Von Bertalanffy sugerida por King (1995): $T_{CC50\%} = (t_0 - (1/k) \ln(1 - CC_{inf} / CC50\%))$

Sendo, portanto, o $T_{CC50\%}$ é a idade estimada em que os indivíduos atingiram o tamanho estimado CC50%. O parâmetro de ajuste (t_0) equivale à idade teórica que o organismo teria no tamanho zero. O coeficiente de crescimento (k) consiste em uma medida da taxa com que o comprimento assintótico é alcançado; o comprimento assintótico (CCinf) representa o tamanho máximo teórico que a espécie atingiria se crescesse indefinidamente e o CC50% representa o comprimento em que 50% das fêmeas estão atingiram a maturidade sexual.

2.4 Fatores Ambientais

Para mensurar variáveis como a temperatura, a salinidade e a concentração de clorofila-a foi utilizada uma sonda multiparâmetro (EUREKA - modelo Manta 2 – 4.0).

A análise de séries temporais (correlação cruzada) foi utilizada para verificar a existência de flutuação temporal na influência da concentração de clorofila sobre as fêmeas reprodutivas, a relação entre a desova e o recrutamento, e a abundância de fêmeas em estágio gonadal rudimentar e reprodutivas em relação à presença de machos com espermatóforo. Essa análise permite determinar relações tardias ou prematuras entre as variáveis, identificando assim a natureza de um fenômeno, representada pela sequência de observações. Assim, através das análises temporais, duas séries de dados são comparadas em função do intervalo de tempo, usando o coeficiente de correlação de Pearson para medir as relações entre os valores da primeira série de dados e os valores da segunda, de meses antes (lags negativos) ou posteriores (lags positivas). Os valores do coeficiente de correlação lag 0 são equivalentes a correlação de Pearson (Statsoft, 2001).

Também foi realizada uma Regressão linear múltipla a fim de testar a influência dos fatores ambientais (temperatura e salinidade) para as classes demográficas (fêmeas reprodutivas, recrutas e machos com espermatóforo) (Zar, 1999).

2.5 Crescimento e Longevidade

A análise de crescimento foi realizada apenas para as fêmeas, por apresentar números de coortes suficientes. Para cada mês de coleta, as frequências dos comprimentos (CC mm) foram distribuídas em classes de tamanho de 0,5 mm. As modas foram calculadas por meio do software “PeakFit” 4.0 que ajusta as frequências

observadas às curvas normais, de maneira que os valores da média e da moda ajustadas sejam os mesmos. Este software ignora o número de indivíduos e, assim, identifica os picos modais mais extremos, constituídos de um número amostral muito pequeno, os quais são de suma importância para a determinação do crescimento (Freire, 2005). Ou seja, na análise de crescimento estas modas foram interpretadas como grupos etários, que, seguidos ao longo do tempo produziram a informação necessária para a construção da curva de crescimento. As modas sobrepostas foram eliminadas, pois não foram interpretadas como grupos etários verdadeiros, e sim como resíduos de dois grupos adjacentes (Freire, 2005).

Para cada curva normal ajustada foi obtido um resumo numérico contendo amplitude (número), a média e o desvio padrão. Para cada um dos ajustes foi calculado o valor de F crítico, com a probabilidade de 5 %. As modas encontradas foram plotadas num gráfico de dispersão de idade (em dia) versus comprimento da carapaça (mm), para que assim fosse possível determinar as coortes (progressões modais) por tentativa e erro. Os parâmetros de crescimento foram calculados para as diferentes coortes através da ferramenta “Solver” que, a partir de valores “semente”, minimiza a soma dos resíduos entre os comprimentos observados em campo e os calculados pelo modelo de Bertalanffy (1938), variando os parâmetros da equação (k , t_0 e CC_{inf}). Para avaliarmos se o valor de CC_{inf} (comprimento assintótico) correspondeu aos valores verificados para a espécie, utilizamos o método escolhido por Piccinini (2005), onde foram comparados os valores calculados com os maiores valores de comprimento de carapaça encontrados nas amostras. Foram selecionadas as coortes que apresentaram um ritmo de crescimento biologicamente coerente o que diz respeito à longevidade, coeficiente de crescimento e comprimento assintótico. O coeficiente de determinação (r^2) também foi considerado para a escolha dos pontos.

Depois de selecionadas as modas, as correções das idades em dias foram calculadas, baseadas nos intervalos de tempo entre as coletas e no valor de t_0 encontrado. Os comprimentos modais e as idades corrigidas foram utilizados para o cálculo de uma curva de crescimento média, através da equação de Bertalanffy (1938) que é dada por:

$$CC_t = CC_{inf} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

sendo que o comprimento da carapaça calculado (CC_t) é o tamanho que se estima ter o indivíduo na idade t ; o comprimento assintótico (CC_{inf}) representa o tamanho máximo teórico que a espécie atingiria se crescesse indefinidamente; o coeficiente de crescimento (k) consiste em uma medida da taxa com que o comprimento assintótico é alcançado; o parâmetro de ajuste (t_0) equivale à idade teórica que o organismo teria no tamanho igual a zero.

A longevidade ($T_{máx}$) foi obtida através da equação inversa de Bertalanffy com uma adaptação sugerida por D' Incao & Fonseca (1999):

$$T_{máx} = (0 - (1/k) \ln (1 - CC_t/CC_{inf}))$$

Considerando-se o parâmetro $t_0 = 0$ e o comprimento esperado (CC_t) como sendo 99% do comprimento assintótico ($CC_t/CC_{inf} = 0,99$).

3.0 Resultados

Durante o estudo, um total de 1154 camarões foi coletado, entretanto, para o estudo de biologia reprodutiva foi possível identificar o sexo, a maturidade sexual e a mensuração do comprimento da carapaça para 1131 indivíduos.

Houve um predomínio significativo de fêmeas (1047♀, 84 ♂) ($\chi^2 p=2.02E-178$). As fêmeas apresentaram um tamanho maior em relação aos machos (Teste t, $p < 0,05$).

Capítulo 2: Biologia reprodutiva e crescimento do camarão *Sicyonia dorsalis* (Crustacea, Penaeoidea) no litoral de Cananéia, sul do estado de São Paulo

A maior fêmea capturada apresentou um comprimento de 14,5mm e a menor de 4,4 mm, com tamanho médio da carapaça de $9,1 \pm 1,5$ mm. Enquanto o maior macho apresentou comprimento de carapaça de 10,1mm e o menor de 4,4mm, com comprimento médio de $6,8 \pm 1,19$ mm (Figura 2).

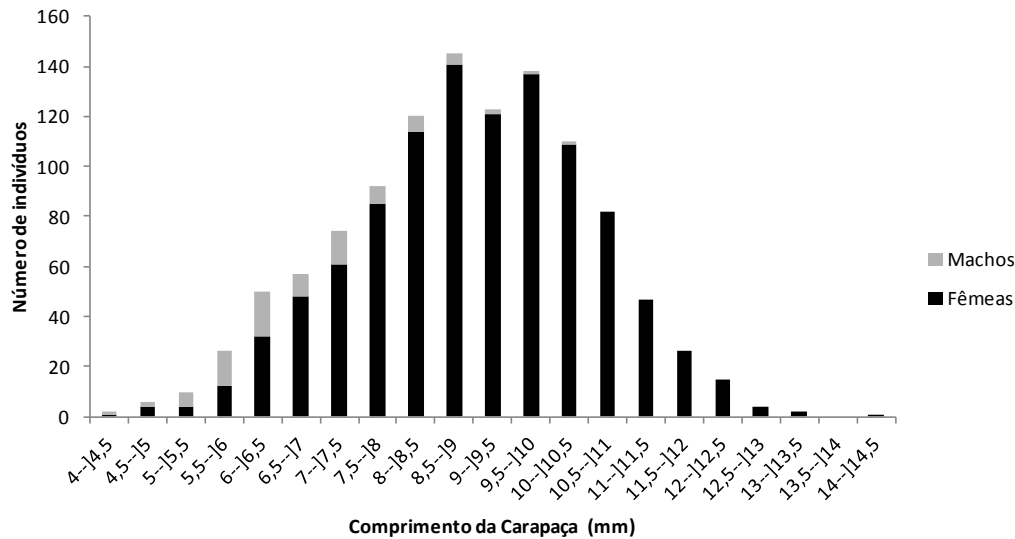


Figura 2. Número de indivíduos de *Sicyonia dorsalis* por classe de frequência de tamanho (mm) de machos e fêmeas em Cananéia, coletados de julho de 2012 a maio de 2014.

As fêmeas em estágio gonadal imaturo apresentaram comprimento de carapaça variando de 4,4mm a 9,7mm. Fêmeas em estágio gonadal rudimentar apresentaram comprimento entre 8,1mm e 13,3mm. Enquanto que o comprimento das fêmeas reprodutivas (ED+DE) variou de 8,1 mm a 14,5mm (Figura 3).

Capítulo 2: Biologia reprodutiva e crescimento do camarão *Sicyonia dorsalis* (Crustacea, Penaeoidea) no litoral de Cananéia, sul do estado de São Paulo

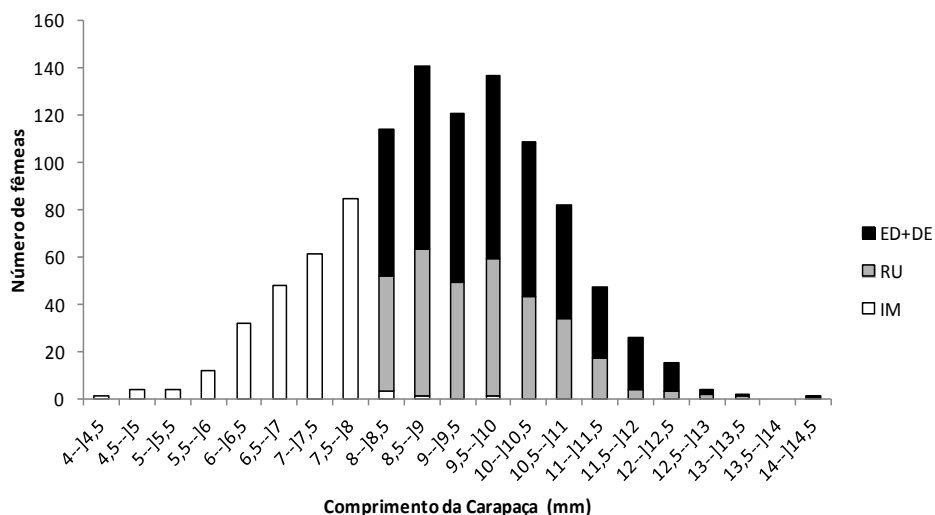


Figura 3. Número de fêmeas de *Sicyonia dorsalis* com gônadas imaturas (IM), rudimentares (RU) e fêmeas reprodutivas (ED+DE) por classe de frequência de tamanho (mm) em Cananéia, de julho de 2012 a maio de 2014.

Para os machos imaturos, o comprimento da carapaça variou entre 4,4mm e 10,1mm. Os machos adultos sem espermatóforo apresentaram comprimentos variando entre 5,9mm e 10,0mm. Já o menor macho portando espermatóforo apresentou 6,2 mm e o maior de 8,3mm (Figura 4).

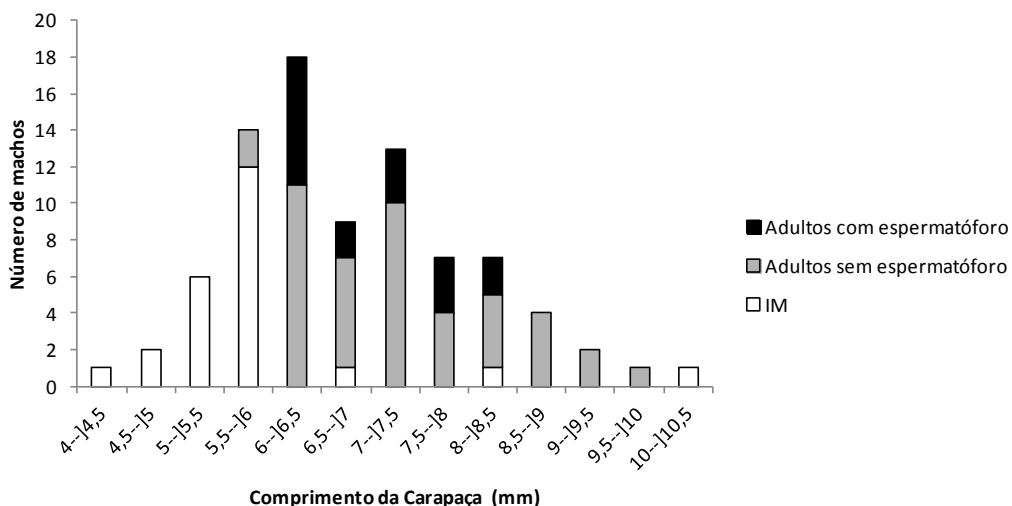


Figura 4. Número de machos de *Sicyonia dorsalis* imaturos (IM), adultos sem espermatóforos na ampola terminal e adultos portando espermatóforos por classe de frequência de tamanho (mm) em Cananéia, de julho de 2012 a maio de 2014.

O tamanho médio da primeira maturação gonadal estimada para as fêmeas foi de $CC50\% = 8,06$ mm (Figura 5). Enquanto que para os machos, essa estimativa foi de $CC50\% = 5,9$ mm (Figura 6).

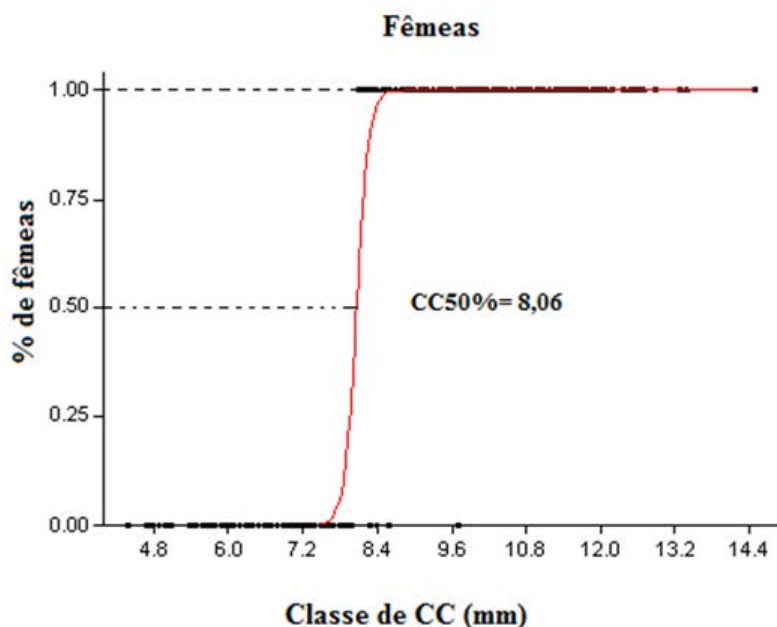


Figura 5. *Sicyonia dorsalis*. Representação gráfica hipotética da curva de maturidade estimada ($CC50\%$) de fêmeas coletadas em Cananéia.

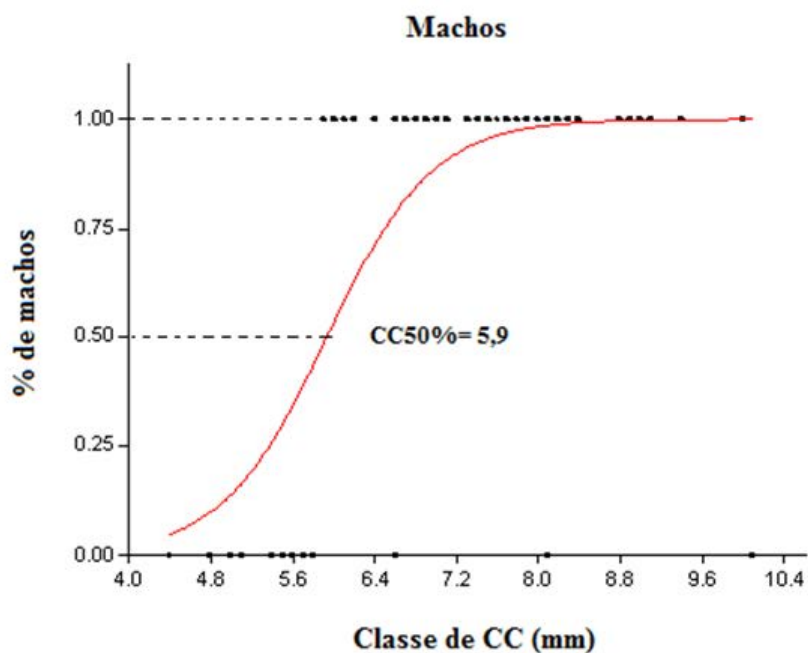


Figura 6. *Sicyonia dorsalis*. Representação gráfica hipotética da curva de maturidade estimada ($CC50\%$) de machos coletadas em Cananéia.

De acordo com os parâmetros de crescimento, foi estimado que as fêmeas levam em média 101 dias (3,4 meses) para atingir o tamanho CC50% de 8,6 mm.

A reprodução e o recrutamento juvenil não ocorreram de forma contínua durante os dois anos de coleta. De forma geral, houve uma maior abundância desses indivíduos durante o inverno e a primavera, com decréscimo no verão e outono. Picos de fêmeas reprodutivas foram observados principalmente nos meses de agosto e novembro de 2012, julho a setembro de 2013 e janeiro de 2014. Uma maior abundância de indivíduos recrutados ocorreu em períodos semelhantes (novembro de 2012, junho e setembro de 2013) (Figura 7). Houve uma relação significativa e positiva (Correlação Cruzada, $p < 0,05$), entre fêmeas reprodutivas e indivíduos recrutados no tempo 0, ou seja, nos períodos com acréscimo de fêmeas reprodutivas também foram verificados aumento no número de recrutados (Figura 8).

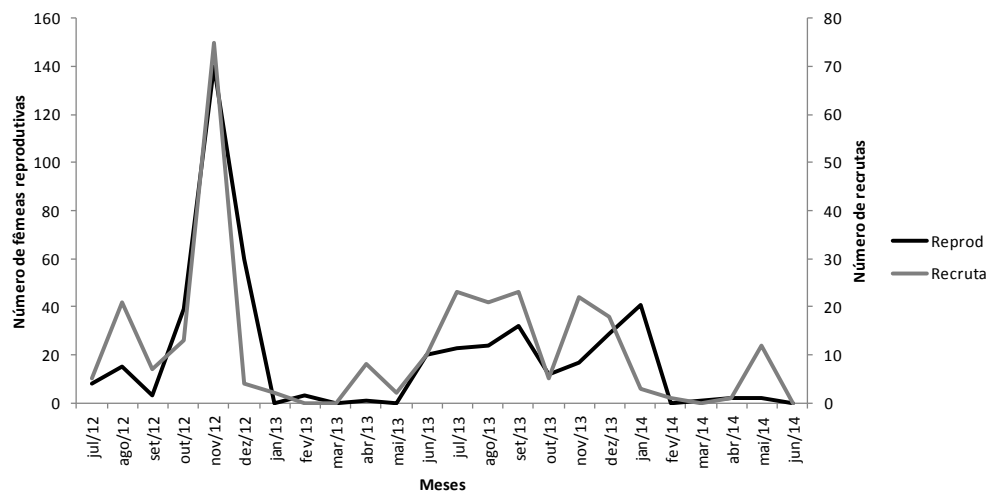


Figura 7. *Sicyonia dorsalis*. Número de fêmeas reprodutivas e recrutadas do camarão em estudo, durante julho de 2012 a junho de 2014 em Cananéia.

Capítulo 2: Biologia reprodutiva e crescimento do camarão *Sicyonia dorsalis* (Crustacea, Penaeoidea) no litoral de Cananéia, sul do estado de São Paulo

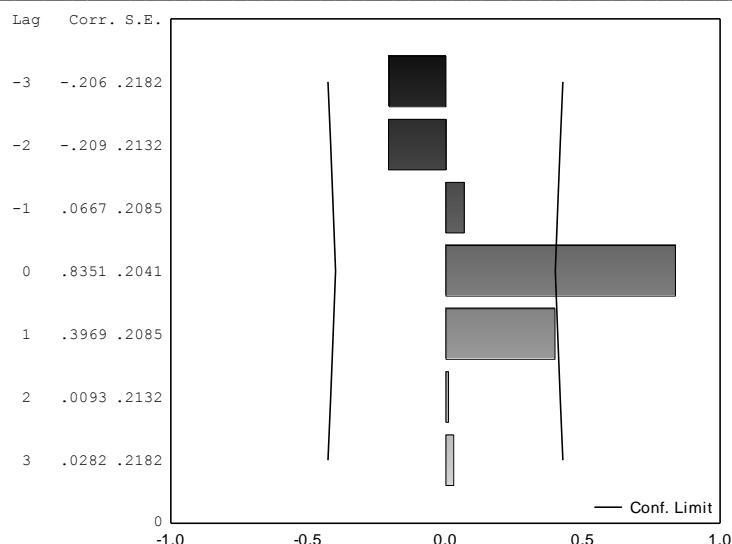


Figura 8. *Sicyonia dorsalis*. Resultados obtidos a partir de Correlações Cruzadas (Séries Temporais) para fêmeas reprodutivas e recrutas coletados no período de julho/12 a maio/14, em Cananéia – SP. Lag: tempo; Corr: coeficiente de associação; S.E.: erro padrão; Conf. Limit: limite de confiança.

De forma geral, os picos de fêmeas reprodutivas e recrutas ocorreram durante os meses com médias de temperaturas intermediárias, como novembro e dezembro de 2012 (Figura 11 e 12).

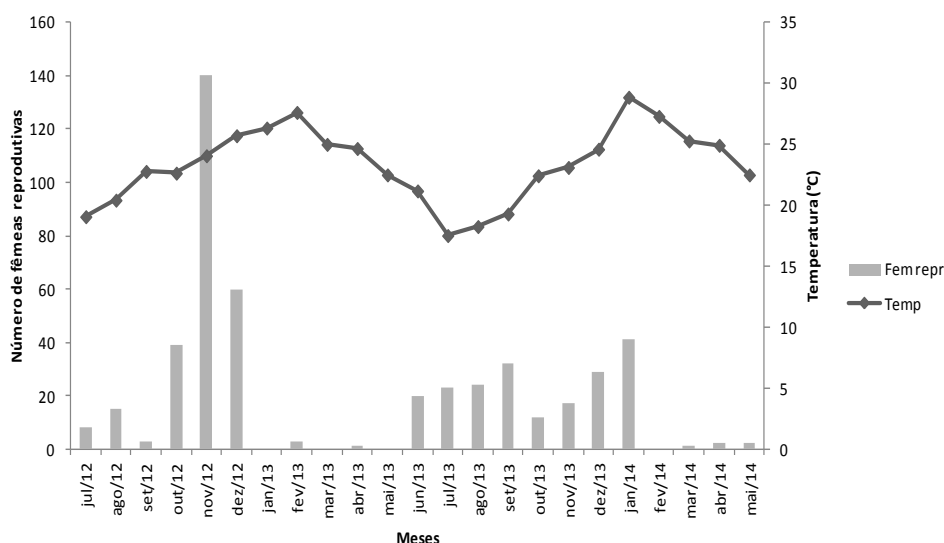


Figura 11. *Sicyonia dorsalis*. Número de fêmeas reprodutivas e médias de temperatura coletadas de julho/12 a maio/14 em Cananéia – SP.

Capítulo 2: Biologia reprodutiva e crescimento do camarão *Sicyonia dorsalis* (Crustacea, Penaeoidea) no litoral de Cananéia, sul do estado de São Paulo

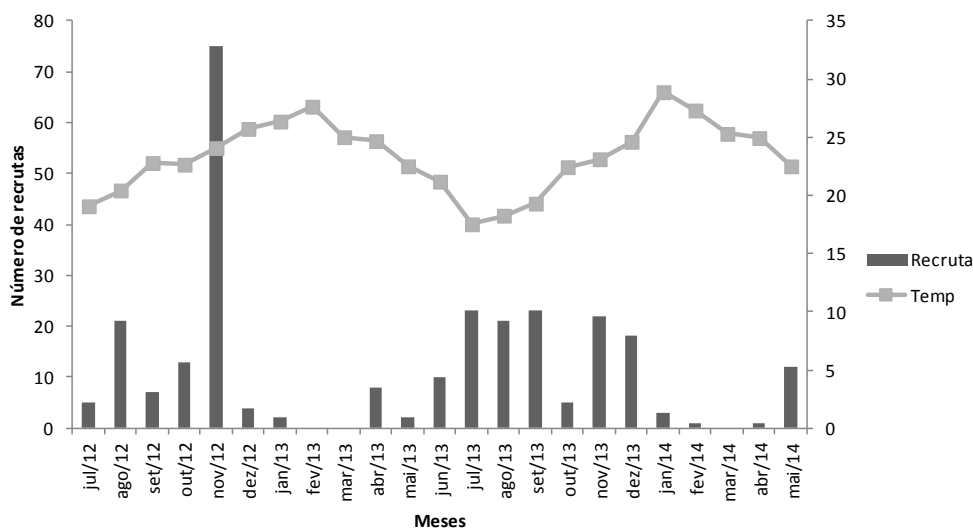


Figura 12. *Sicyonia dorsalis*. Número de recrutas e médias de temperatura (°C) coletadas de julho/12 a maio/14 em Cananéia – SP.

As maiores abundâncias de fêmeas reprodutivas e recrutas ocorreram principalmente durante os meses com maiores salinidades, como de outubro a dezembro de 2012, e de julho a setembro de 2013 (Figura 13 e 14).

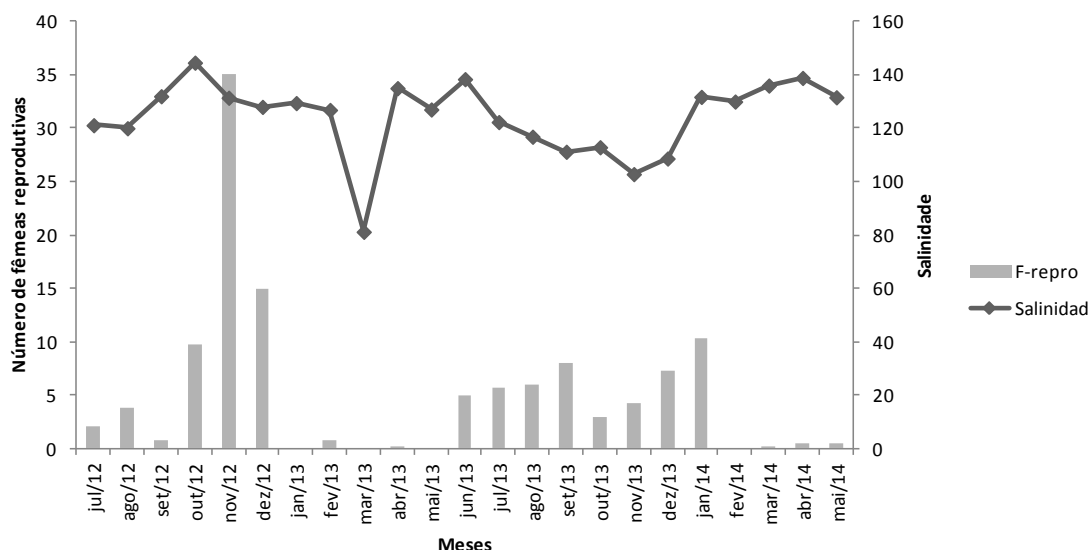


Figura 13. *Sicyonia dorsalis*. Número de fêmeas reprodutivas e médias de salinidade coletadas de julho/12 a maio/14 em Cananéia – SP.

Capítulo 2: Biologia reprodutiva e crescimento do camarão *Sicyonia dorsalis* (Crustacea, Penaeoidea) no litoral de Cananéia, sul do estado de São Paulo

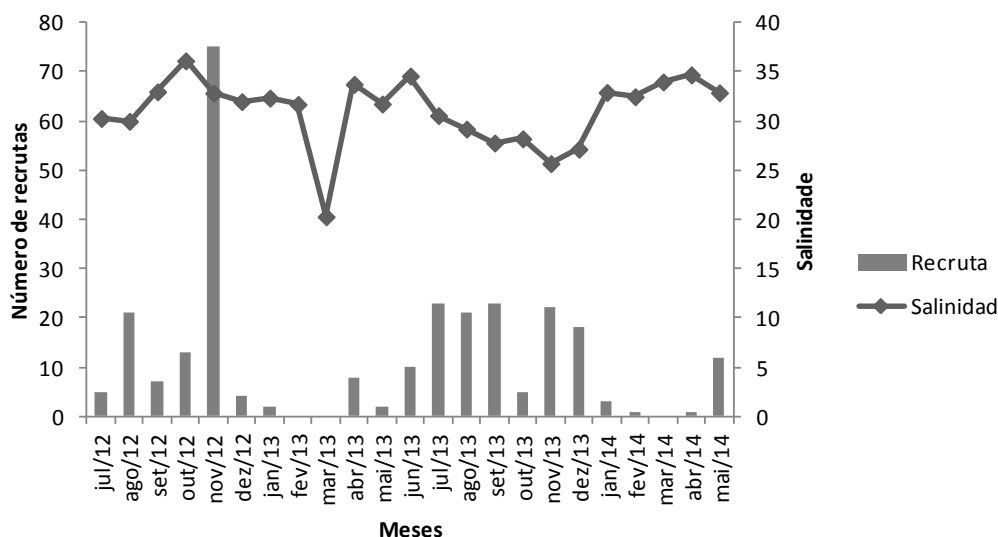


Figura 14. *Sicyonia dorsalis*. Número de recrutas e médias de salinidade coletadas de julho/12 a maio/14 em Cananéia – SP.

A abundância de fêmeas reprodutivas apresentou relação significativa com a variação de temperatura e salinidade ($r^2=0.15$; $p=5,4E-5$; $F=13.16$) (Tabela I). Os indivíduos recrutas também apresentaram relação significativa para essas variáveis ($r^2=0.17$; $p= 4,7E-6$; $F=16.23$) (Tabela II).

Tabela I. *Sicyonia dorsalis*. Regressão Linear Múltipla, testando a relação entre os fatores ambientais amostrados (salinidade e temperatura) e a abundância de fêmeas reprodutivas coletados no período de julho/12 a maio/14, em Cananéia, SP.

	Coefficientes	Erro padrão	Stat t
Interseção	0.313950558	0.989607532	0.317247543
Temperatura (°C)	-1.91110089	0.575364553	-3.321547834
Salinidade	1.7373285	0.424029107	4.097191611

Tabela II. *Sicyonia dorsalis*. Regressão Linear Múltipla, testando a relação entre os fatores ambientais amostrados (salinidade e temperatura) e a abundância de indivíduos juvenis coletados no período de julho/12 a junho/14, em Cananéia, SP.

	<i>Coeficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>
Interseção	1.109615621	0.802324233	1.3830015
Temperatura (°C)	-2.071408136	0.466476769	-4.4405387
Salinidade	1.314113071	0.343781567	3.82252336

Em 2013, as maiores concentrações de clorofila-a foram registrada nos meses de fevereiro (15,46 µg/L) e março (16,54 µg/L), já os menores valores ocorreram em agosto e setembro de 2013. Quanto à temperatura, maiores médias foram registradas em janeiro (26,19°C) e março (25°C) e as menores durante julho (17,3°C) e agosto (17,9°C). Portanto, houve uma relação entre a temperatura e clorofila-a, sendo que as maiores concentrações de clorofila-a ocorreram um ou dois meses após os registros das maiores médias de temperatura (Correlação Cruzada, $p < 0,05$) (Figuras 15 e 16).

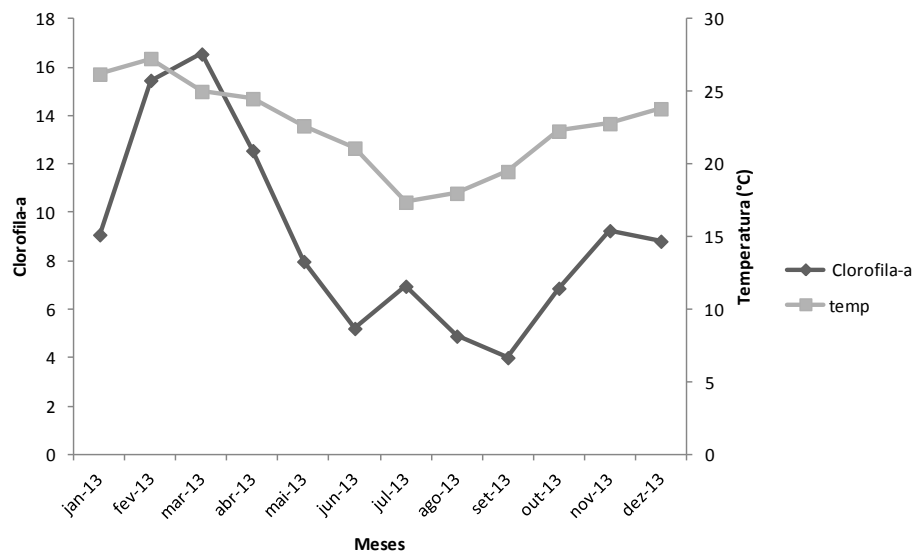


Figura 15. *Sicyonia dorsalis*. Média de concentração de clorofila-a (µg/L) pela média de temperatura (°C) de janeiro a dezembro de 2013 Na região de Cananéia – SP.

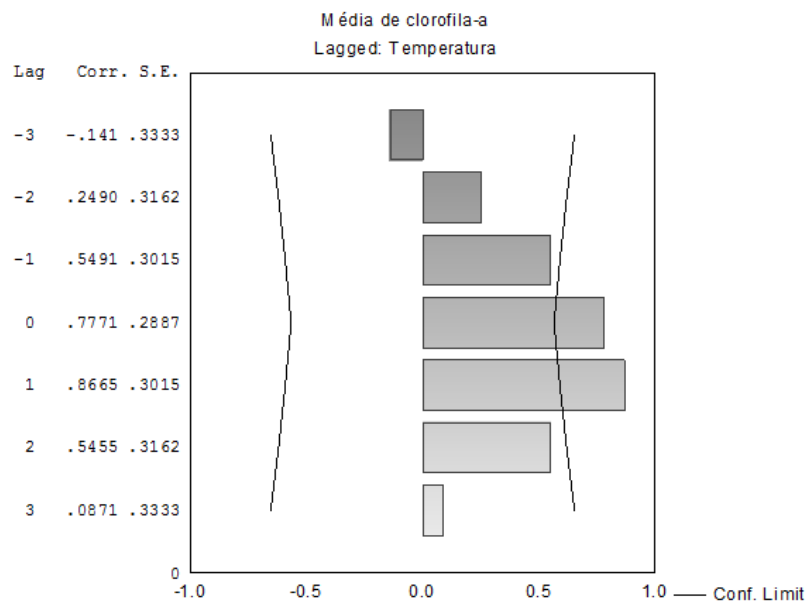


Figura 16. *Sicyonia dorsalis* Resultados obtidos a partir de Correlações Cruzadas (Séries Temporais) para concentração de clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) e temperatura ($^{\circ}\text{C}$), registradas no período de janeiro a dezembro 2013, em Cananéia – SP. Lag: tempo; Corr: coeficiente de associação; S.E.: erro padrão; Conf. Limit: limite de confiança.

A maior concentração de clorofila-a ocorreu durante o primeiro semestre de 2013, especialmente em fevereiro e março, enquanto a maior abundância de fêmeas reprodutivas foi observada no período de junho a dezembro do mesmo ano (Figura 17). Através das correlações cruzadas, observamos uma correlação negativa entre fêmeas reprodutivas e a clorofila-a (Figura 18).

Capítulo 2: Biologia reprodutiva e crescimento do camarão *Sicyonia dorsalis* (Crustacea, Penaeoidea) no litoral de Cananéia, sul do estado de São Paulo

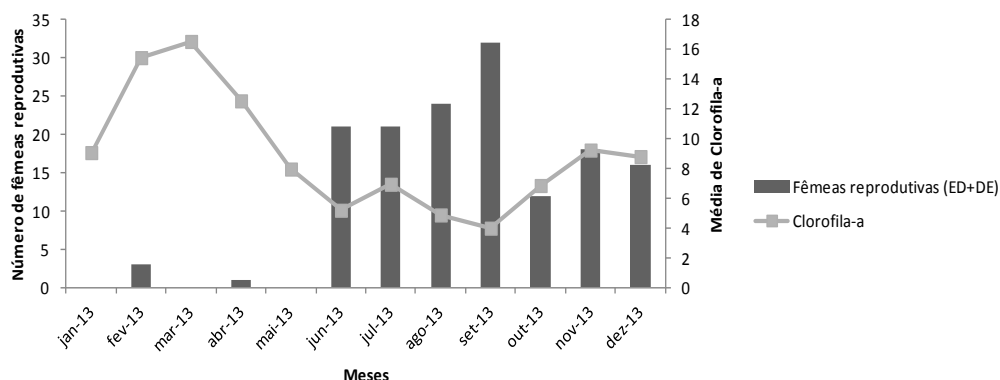


Figura 17. *Sicyonia dorsalis*. Número de fêmeas reprodutivas (ED+DE), média da concentração de clorofila-a (µg/L) ao longo dos meses (janeiro a dezembro de 2013), na região de Cananéia - SP.

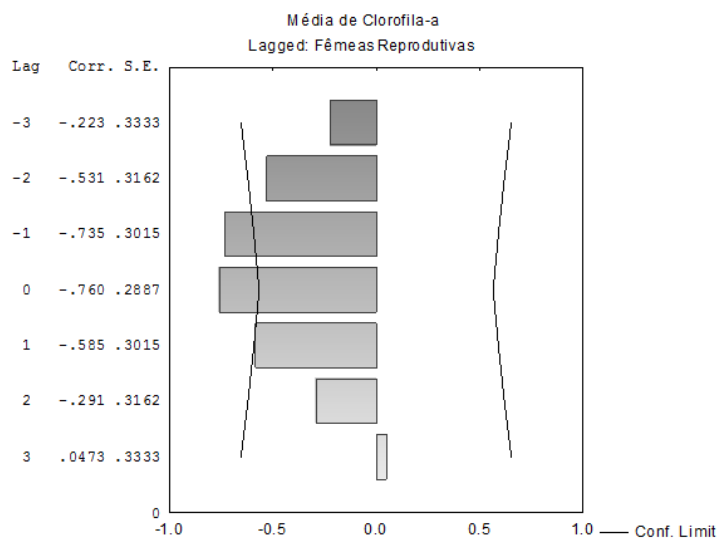


Figura 18. *Sicyonia dorsalis*. Resultados obtidos a partir de Correlações Cruzadas (Séries Temporais) para média de concentração de clorofila-a (µg/L) e fêmeas reprodutivas, registradas no período de janeiro a dezembro de 2013, em Cananéia - SP. (Lag: tempo; Corr: coeficiente de associação; S.E.: erro padrão; Conf. Limit: limite de confiança).

Espacialmente, as fêmeas reprodutivas estiveram presentes em todas as estações amostrais, sendo mais abundantes nas regiões mais profundas e distantes de aporte estuarino (I e II) (Figura 19).

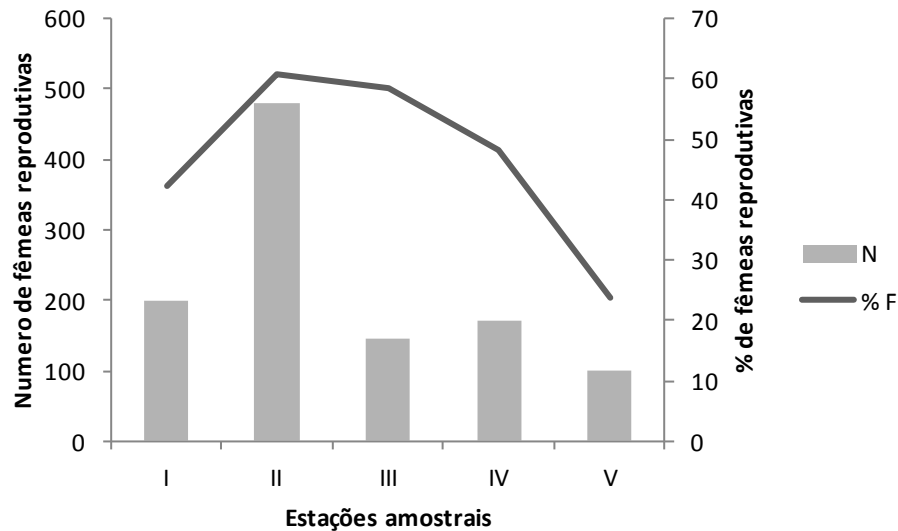


Figura 19. *Sicyonia dorsalis*. Distribuição por estações amostrais do número e porcentagem de fêmeas reprodutivas (ED +DE) coletadas em Cananéia, SP.

Utilizando as modas encontradas no programa “PeakFit” v.4 foram construídos gráficos de dispersão para acompanhar o padrão apenas das fêmeas, sendo selecionados 5 coortes. O número muito pequeno de coortes identificado para machos impossibilitou que fosse estimado o crescimento. Os parâmetros de crescimento (CC inf, k, t0 e tmax) de cada coorte ajustada para fêmeas estão apresentados na Figura 20. A curva de crescimento média, agrupando as curvas das coortes resultou em estimativa de CCinf= 13,14 mm , k=0,009 e t0= 0,55 (Figura 21).

Capítulo 2: Biologia reprodutiva e crescimento do camarão *Sicyonia dorsalis* (Crustacea, Penaeoidea) no litoral de Cananéia, sul do estado de São Paulo

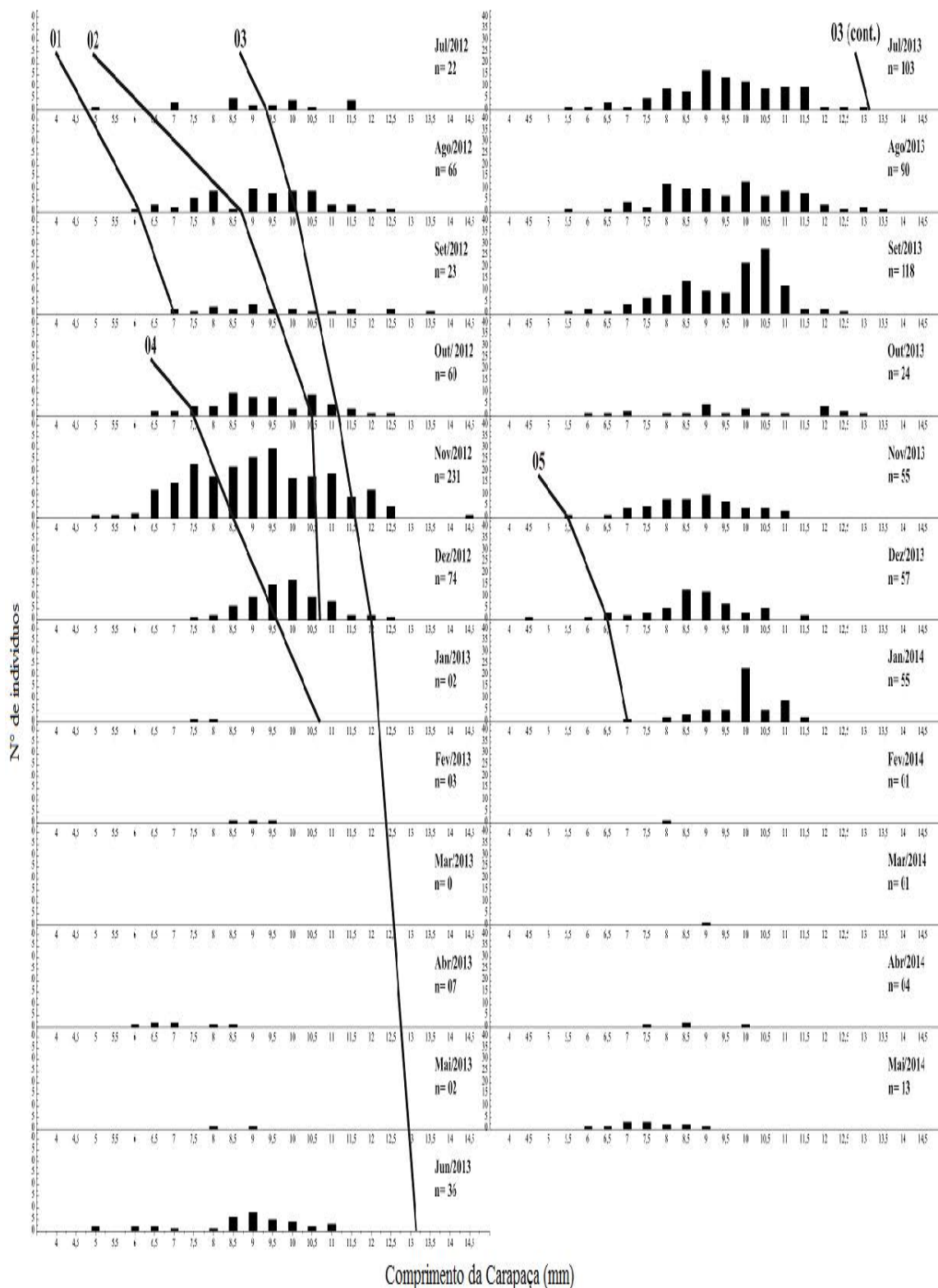


Figura 20. *Sicyonia dorsalis*. Coortes selecionadas e o número mensal de indivíduos fêmeas, coletados no período de julho/12 a maio/14, em Cananéia – SP.

A longevidade foi estimada de 489 dias (1,34 anos) para as fêmeas, sendo a constante de crescimento de 0,0090/dia (Figura 20).

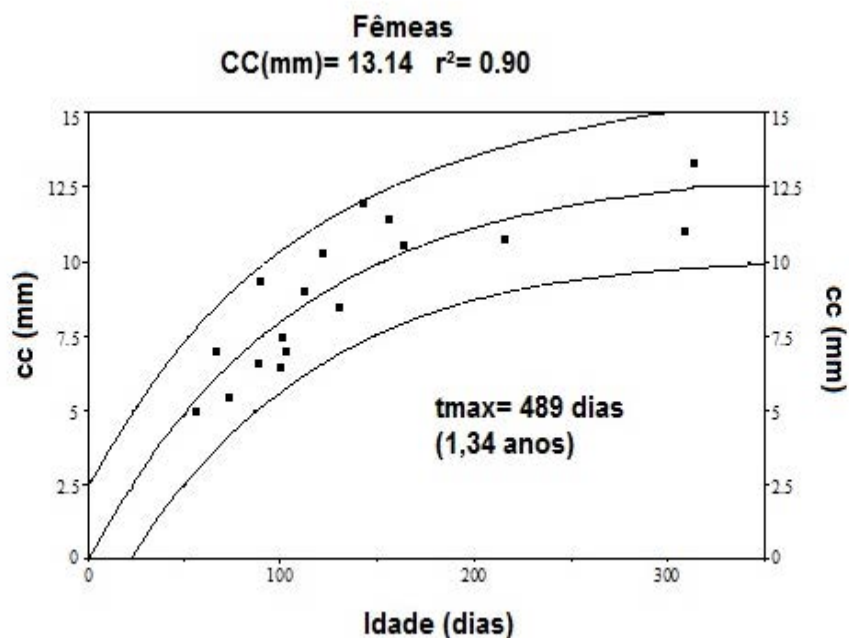


Figura 21. *Sicyonia dorsalis*. Curva de crescimento média geral obtida a partir do modelo de Von Bertalanffy (1938) para fêmeas, coletadas no período de julho/12 a maio/14, em Cananéia, SP.

4.0 Discussão

A proporção sexual de 1:1 para espécies sem cuidado parental é esperada, já que o esforço investido na produção de machos e fêmeas deve ser o mesmo (Fisher, 1930). Entretanto, vários autores observaram desvios na razão sexual depois do nascimento e sugeriram algumas explicações a essa diferença. Hamilton (1967) concluiu que a razão sexual depende de como a população se distribui no ambiente. Segundo esse autor é esperado um desvio em favor das fêmeas quando a cópula ocorre dentro de subgrupos locais, para então posterior dispersão de todas as fêmeas acasaladas. Bulmer & Taylor (1980) também consideraram a importância da distribuição na estrutura populacional, os quais sugeriram que algumas espécies possuem padrões diferentes de dispersão quanto ao sexo.

Dyson & Hurst (2004) verificaram um caso extremo de desvio sexual em favor das fêmeas para a espécie de borboleta *Hypolimnas bolina* (Linnaeus, 1758) com o registro de apenas 1 macho para cada 100 fêmeas. Os autores propuseram que a infecção hereditária pela bactéria do gênero *Wolbachia* associada ao sexo masculino seria responsável pela diferença encontrada na razão sexual. A persistência do desvio por muitas gerações e a manutenção dessa população se daria pelo comportamento reprodutivo da espécie, já que um macho é capaz de copular com mais de 50 fêmeas.

A proporção de 1:1 dificilmente é encontrada para crustáceos marinhos, sendo mais uma exceção do que regra (Wenner, 1972). Wenner (1972) propôs que o desvio na razão sexual pode mudar de acordo com o ciclo de vida da população, a mortalidade diferencial entre os sexos e as taxas diferenciais de crescimento.

O predomínio de fêmeas *S. dorsalis* também foi observado por Castilho *et al.*, (2008) no litoral norte de São Paulo, que propuseram três hipóteses. A primeira esta

relacionada à forma de captura da espécie, visto que os machos possuem tamanhos inferiores, ocasionando assim o escape dos mesmos na malha da rede. Entretanto, em classes de tamanho maiores, onde ambos os sexos foram adequadamente coletadas, a razão sexual continuou desviada em favor das fêmeas, o que ocorreu no presente estudo, indicando que a razão não é resultado de problema de amostragem.

A segunda hipótese citada por Castilho *et al.* (2008) foi em relação ao comportamento da espécie, onde um macho pode fecundar mais que uma fêmea. Bauer (1992b) descreveu o comportamento de cópula para *S. dorsalis* em laboratório e propôs que uma fêmea pode ser copulada por mais de um macho, da mesma maneira que um macho pode copular com várias fêmeas, sendo, portanto, uma espécie poliândrica e poligênica. E por fim, há também a hipótese de uma provável ocorrência de hermafroditismo protândrico, documentada normalmente para camarões carídeos. Nesse estudo, o número baixo de machos a partir de certo comprimento de carapaça, poderia indicar uma transformação morfológica e consequente reversão gonadal (Warner, 1988). No entanto, não há nenhum registro de hermafroditismo protândrico para espécies de camarões Dendrobranchiata (Anderson *et al.*, 1985; Bauer & Vega, 1992; Castilho *et al.*, 2008).

Sendo assim, há muitos fatores que podem influenciar o evidente desvio em favor das fêmeas. O comportamento, os aspectos reprodutivos e ecológicos podem ser a chave para esclarecer essa questão, sendo, portanto, necessários estudos histológicos e comportamentais.

Foi observado um maior comprimento da carapaça das fêmeas quando comparada com o comprimento de carapaça dos machos, segundo Boschi (1989) esse dimorfismo é bastante comum em camarões peneídeos e também já foi documentado para a espécie em estudo (Castilho *et al.*, 2008). Tal dimorfismo corpóreo estaria

relacionado à reprodução, já que um maior volume da carapaça corresponde a uma maior produção de oócitos possibilitando assim uma maior fecundidade (Gab-Alla *et al.*, 1990). O número baixo de indivíduos com comprimento diminutos ou extremos pode ser explicado por uma maior taxa de mortalidade encontrada para essas classes de tamanho (Rodrigues & D’Incao, 2008).

Segundo Crocos & Van der Velde (1995), peneídeos possuem dois períodos de desova, um durante a primavera e outro durante o outono. A bimodalidade em regiões tropicais e subtropicais geralmente ocorre em resposta à alternância de abundância de picos de fêmeas reprodutivas e indivíduos recrutas. Entretanto, variações no período reprodutivo podem ocorrer de acordo com a espécie estudada (Crocos *et al.*, 2001).

Para *S. dorsalis*, no litoral norte de São Paulo (Castilho *et al.*, 2008) foi observado a presença de juvenis e fêmeas reprodutivas ao longo de todo o ano, sugerindo que a espécie se reproduz de forma contínua. Entretanto, tal padrão não foi encontrado em Cananéia, tendo em vista que fêmeas reprodutivas e recrutas apresentaram um número bastante baixo durante o verão dos dois anos amostrados e maior abundância durante a primavera e o inverno. Tal fato pode indicar que a reprodução de *S. dorsalis* para essa localidade ocorra com certa tendência à sazonalidade. Bauer (1992a) comparou a longevidade de fêmeas de *Sicyonia* spp em três regiões distintas, ou seja, região tropical, subtropical e com clima temperado. As fêmeas pertencentes às regiões temperadas vivem no mínimo dois anos, o que possibilita que sua reprodução ocorra durante os períodos mais favoráveis ao desenvolvimento larval, enquanto que, a reprodução da espécie de região tropical foi contínua com longevidade inferior.

Nesse estudo não foi observado pulsos de fêmeas reprodutivas seguidos de pulsos de recrutamento, o que caracterizaria a chamada desova efetiva (Croco & van der

Velde, 1995). Um sucessivo recrutamento, após pulsos de fêmeas reprodutivas também não foram observados no trabalho de Bauer e Lin (1994), sendo que os autores sugeriram que o sucesso durante o desenvolvimento das fases larvais ou estabelecimento dos indivíduos recrutas não tenha sido alcançado, caracterizando os estoques como sendo complexo e variável. O sucesso dos indivíduos recrutas está relacionado alguns critérios, como o suprimento alimentar durante a fase larval, o nível tolerável de predação, assegurando assim um número suficiente para a manutenção da população adulta e o local e a época do desenvolvimento larval adequado de acordo com a variabilidade dos fatores ambientais. Bakun (1996) observou que o sucesso do recrutamento relaciona-se com um conjunto de condições ideais, chamadas de janelas de sobrevivência (optimal environmental windows) determinadas pela variabilidade de fatores ambientais de ordem física. Portanto, é possível que os períodos de recrutamento juvenil não são programados apenas ao período de desova, mas juntamente à somatória de ajustes ambientais locais que podem levar a mortalidade de larvas e juvenis ou a migração destes para demais regiões não investigadas no presente estudo.

Mesmo com um número baixo de recrutas e picos poucos expressivos durante o ano de 2012, o número de indivíduos durante o inverno e primavera do ano seguinte é expressivo, sugerindo que a espécie migre durante os meses em que foram registradas baixas abundâncias na região amostrada. O evento migratório é comum a várias espécies de peneídeos, sendo encontrados diferentes padrões de migração, os quais estão bastante relacionados ao ciclo de vida da espécie (Dall et al, 1990). Para *Sicyonia brevirostris* (Stimpson,1871) foi observado que indivíduos adultos se localizavam em áreas mais profundas, ainda que os jovens ocorram dos 18 ao 73 metros (Kennedy, 1977).

Nesse trabalho observamos uma relação significativa entre fêmeas reprodutivas, temperatura e salinidade, como também entre essas variáveis e a os indivíduos recrutas. A relação negativa entre fêmeas reprodutivas e a temperatura certamente ocorreu devido à adaptação da espécie a faixas de temperaturas intermediárias, como também, os maiores valores de temperatura foram registrados na zona estuarina a qual teve representatividade praticamente nula em abundância (Capítulo 1), devido à espécie ser estenohalina.

Durante o período de desenvolvimento, as formas larvais apresentam maior sensibilidade à variação dos fatores ambientais, como a temperatura, a salinidade e a disponibilidade de nutrientes (Thorson, 1950). A variação temporal da concentração da clorofila é influenciada principalmente pela disponibilidade de nutrientes e luz, quando a condição desses parâmetros é satisfatória a biomassa fitoplanctônica se acumula (Gaeta & Brandini, 2006). Além disso, a variação na biomassa zooplanctônica é uma resposta às variações de temperatura, já que esse fator regula o ciclo de vida desses organismos (Vega-Pérez, 1993). A sincronização entre o período de desova e a maior produção de fitoplâncton marinho permite um maior sucesso ao recrutamento já que há um aumento na disponibilidade de alimento para esses indivíduos (Cushing, 1996; Garcia, 1985). A correlação negativa entre fêmeas reprodutivas e a concentração de clorofila-a observada no presente estudo pode nos indicar que a produção de fitoplâncton não foi determinante para a abundância de fêmeas reprodutivas, o que é esperado. Levando em consideração que o desenvolvimento larval já ocorre pós-desova especialmente em Dendrobranchiata que apresenta desenvolvimento larval anamórfico regular tendo o primeiro estágio de náuplius podendo eclodir horas após a desova (Dall *et al.*, 1990), propomos que a prole larval criada na desova de novembro de 2012 (primavera) e setembro de 2013 (inverno) apresentou maior sucesso de se desenvolver

com os picos de produtividade fitoplactônica do verão (fevereiro a março de 2013) e primavera (novembro a dezembro de 2013), período ao qual possivelmente as larvas estariam na fase de protozoa e mysis.

Variações em parâmetros da história de vida de uma população, como longevidade e o comprimento em que atinge a maturidade sexual pode ser modificada por condições particulares de uma determinada região e a latitude em que os organismos se encontram (Castilho *et al.*, 2007).

De acordo Dall *et al.* (1990) e D’Incao & Fonseca (1999), a média de vida dos peneídeos varia entre 1,5 a 2,5 anos, podendo variar de acordo com a espécie e a região. A longevidade está relacionada ao comprimento assintótico de maneira que este comprimento deve ser próximo ao tamanho máximo observado para os indivíduos capturados (Pauly, 1999; Fonseca & D’Incao, 2003).

Bauer (1992a) encontrou uma longevidade menor que um ano (6 a 8 meses) para *S. parri*, espécie de região tropical, e aproximadamente dois anos (20 a 22 meses) para *S. brevirostris* e *S. ingentis*, espécies de regiões subtropical e temperada. Pralon (2012), em um estudo com *S. typica* em Ubatuba, observou uma longevidade de aproximadamente de um ano (12 a 13 meses). Assim, a longevidade verificada nesse estudo para *S. dorsalis* é coerente com os dados encontrados na literatura.

5.0 Referências

- Anderson, S. L., Clark, W. H. & Chang, E. S. 1985. Multiple spawning and molt synchrony in a free spawning shrimp (*Sicyonia ingentis*: Penaeoidea). *Biological Bulletin*, 168: 377–394p.
- Bauer, R. T. 1992a. Testing generalizations about latitudinal variation in reproduction and recruitment patterns with sicyoniid and caridean shrimp species. *Invertebrate Reproduction and Development* 22: 193-202p.
- Bauer, R. T. 1992b. Repetitive copulation and variable success of insemination in the marine shrimp *Sicyonia dorsalis* (Decapoda: Penaeoidea). *Journal of Crustacean Biology*, 12: 153–160p.
- Bauer, R. T. 1996. A test of hypotheses on male mating systems and female molting in decapod shrimp, using *Sicyonia dorsalis* (Decapoda: Penaeoidea). *Journal of Crustacean Biology*, 16: 429–436p.
- Bauer, R. T. & Lin, J. 1994. Temporal patterns of reproduction and recruitment in the marine shrimps *Trachypenaeus similis* (Smith) and *T. constrictus* (Stimpson) (Crustacea: Decapoda) from the Northcentral Gulf of Mexico. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 182: 205-222p.
- Bauer, R. T. & Vega, L. W. R. 1992. Pattern of reproduction and recruitment in two sicyoniid shrimps species (Decapoda: Penaeoidea) from a tropical seagrass habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 161: 223-240p.
- Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws II). *Human Biology*, 10(2): 181-213p.
- Branco, J. O.; Lunardon-Branco, M. J.; Souto, F. X. & Guerra, C. R. 1999. Estrutura populacional do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), na Foz do Rio Itajaí-Açú, Itajaí, SC, Brasil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 42(1): 115-126p.
- Bulmer, M. G. & Taylor, P. D. 1980. Dispersal and the sex ratio. *Nature*, 284: 448-449p.
- Castro, R. H.; Costa, R. C.; Fransozo, A. & Mantelatto, F. L. M. 2005. Population structure of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea, Penaeoidea) in the littoral of São Paulo, Brazil. *Scientia Marina*, 69(1): 105-112p.

- Crococ, P. J.; Park, Y.; Die, D. J.; Warburton, K. & Manson, F. 2001. Reproductive dynamics of endeavour prawns, *Metapenaeus endeavouri* and *M. ensis*, in Albatross Bay, Gulf of Carpentaria, Australia. *Marine Biology* 138: 63-75p.
- Crococ, P. J. & Van Der Velde, T. D. 1995. Seasonal, spatial and interannual variability in the reproductive dynamics of the grooved tiger prawn *Penaeus semisulcatus* in Albatross Bay, Gulf of Carpentaria, Australia: the concept of effective spawning. *Marine Biology*, 122: 557-570p.
- Cushing, D. H. 1996. Towards a Science of Recruitment in Fish Populations. Excellence in Ecology. O. Kinne (Ed), Ecology Institute, Oldendorf/Luhe.
- Dall, W.; Hill, B. J.; Rothlisberg, P. C. & Staples, D. J. 1990. The biology of the Penaeidae. In: *Advances in Marine Biology*, 27, San Diego: J. H. S. Blaxter and A. J. Southward (Eds). Academic Press, 489p.
- D’Incao, F. & Fonseca, D. B. 1999. Performance of the von Bertalanffy growth curve in penaeid shrimps: a critical approach. In: Proceedings of the fourth International Crustacean Congress, Amsterdam, the Netherlands, 733- 737p.
- Dyson, E. A. & Hurst, G. D. D. 2004. Persistence of an extreme sex-ratio bias in a natural population. *Proceedings of National Academy of Sciences, U.S.A.* 101: 6520–6523p.
- Fischer, R. A. 1930. *The genetical theory of natural selection*. 2d rev. Doven (Ed), New York, 1958, 291p
- Fonseca, D. B. 1998. *Kalliapseudes schubartii* Mañe-Garzón, 1949 (Crustacea, Tanaidacea): comparação entre metodologias de análise de crescimento e dinâmica populacional da espécie. 103p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.
- Fonteles-Filho, A. A. 2011. Oceanografia, Biologia e Dinâmica Populacional de Recursos Pesqueiros. Expressão Gráfica e Editora, 145-175p
- Fransozo, A.; Costa, R. C.; Pinheiro, M. A. A.; Santos, S. & Mantelatto, F. L. M. 2000. Juvenile recruitment of the seabob *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda, Penaeidea) in the Fortaleza Bay, Ubatuba, SP, Brazil. *Nauplius*, 8(2): 179-184p.
- Freire, F. A. M. 2005. Distribuição ecológica e biologia populacional de *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) no litoral do estado de São Paulo. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, AC: Zoologia) –

- Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, Botucatu, SP, 247 p.
- Gab-Alla, A. A.; Hartnoll, R. G.; Ghobashy, A. F. & Mohammed, S. Z. 1990. Biology of penaeid prawns in the Suez Canallakes, *Marine Biology*, 107: 417-426p.
- Gaeta, S. A & Brandini, F. P. 2006. Produção primária do fitoplâncton na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: *O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil*, Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. e Madureira, L. S. (Eds). São Paulo: Edusp, 472: 219-264p.
- Hamilton, W. D. 1967. Extraordinary sex ratios. *Science* 156: 477-488p.
- Hartnoll, R. G. 1982. Growth. In: *The Biology of Crustacea: Embriology, Morphology and Genetics*, 2, Bliss, D. E (Ed). Academic Press Inc, New York, 11-196p.
- Hutchinson, G. E. 1981. *Introducción a la Ecología de Poblaciones*. Barcelona: Blume. 492p.
- Kennedy, F. S.; Crane, J. J.; Schlieder, R. I & Barber, D. G. 1977. Studies of the rock shrimp *Sicyonia brevirostris*, a new fishery resource on Florida's Atlantic shelf. *Florida Marine Research Publications, Marine Research Laboratory*, 27, 69p.
- Munro, J. L. 1982 Estimation of the parameters of the von Bertalanffy growth equation from recapture data at variable time intervals. *Conseil International pour L'Exploration de la Mer, Copenhagen*, 40: 199-200p.
- Nakagaki, J. M. & Negreiros-Fransozo, M. L. 1998. Population biology of *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda: Penaeidae) from Ubatuba bay, São Paulo, Brazil. *Journal of Shellfish Research*, 17(4): 931-935p.
- Piccinini, C. C. 2005. Crescimento do camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), da pesca artesanal de Boiçucanga, São Sebastião, SP. 35f. Monografia (Oceanologia) – Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.
- 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): 372-378p.
- Statsoft, 2001. Statistica: data analysis software system, version 6.0. www.statsoft.com, Statsoft, Inc.

Sastry, A. N. 1983. Ecological aspects of reproduction. In: *The biology of Crustacea environmental adaptations*, Bliss, D.E. (Ed), New York, Academic Press, 8: 179-270p.

Thorson, G. 1950. Reproduction and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biological Reviews*, 25:1-45p.

Vasconcellos, M. 2000. Ecosystem impacts of fishing forage fishes: an analysis of harvest strategies for the Brazilian sardine. PhD. thesis. Vancouver, University of British Columbia. 190p.

Warner R. R. 1988. Sex change in fishes: hypotheses, evidence, and objections. *Environmental Biology of Fishes*, 22: 81-90p

Wenner, A. M. 1972. Sex ratio as a function of size in marine crustacea. *The American Naturalist* 106: 321-350p.

Considerações finais

Os estudos de dinâmica populacional relacionado às espécies que compõe a fauna acompanhante, como *Sicyonia dorsalis*, são escassos na literatura. Além disso, esses indivíduos são negligenciados quanto a estratégias conservacionistas direcionadas ao estoque pesqueiro. Dessa maneira, o presente trabalho traz informações relevantes principalmente sobre a ecologia e a biologia reprodutiva, sendo a análise de crescimento e longevidade inédita para a espécie em estudo.

A compreensão da complexidade ambiental de Cananéia, caracterizada pela interação entre a água oceânica e o ambiente estuarino foi fundamental para o entendimento da distribuição da espécie. O camarão *S. dorsalis* restringiu-se quase que exclusivamente a região oceânica, corroborando informações da literatura. A temperatura e a salinidade exerceram um papel importante na distribuição e abundância do camarão pedra, onde as maiores capturas foram registradas durante as estações com temperaturas intermediárias (primavera e inverno).

Houve um evidente predomínio de fêmeas de *S. dorsalis* durante todo o período amostrado, sendo consideradas algumas hipóteses a fim de explicar a diferença na proporção de fêmeas e machos. A forma de captura da espécie, o comportamento reprodutivo e uma provável ocorrência de hermafroditismo protândrico foram discutidas, além disso, é possível que os aspectos como a migração, o crescimento e a mortalidade ocorra de forma diferente para fêmeas e machos. As inúmeras explicações possíveis demonstram a necessidade de mais estudos relacionados a essa questão.

O período reprodutivo ocorreu sazonalmente, sendo observados picos de fêmeas reprodutivas e recrutas simultaneamente. Tal fato, apesar de complexo, pode estar

relacionado à sazonalidade dos fatores ambientais observados na região, a migração da espécie para áreas mais afastadas da costa e ao sucesso do desenvolvimento larval.

O crescimento foi estimada de 489 dias (1,34 anos) para as fêmeas com a constante de crescimento de 0,0090/dia, sendo esses resultados coerente com os dados encontrados na literatura para espécies de mesmo gênero. Infelizmente por apresentar um número insuficiente de coorte, não foi possível estimar esses dados para os machos, assim estudos futuros que apresentem maior abundância desses indivíduos serão bastante importantes para comparação entre os gêneros, e eventualmente as regiões estudadas.