

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

TESE DE DOUTORADO

**Distribuição, estrutura populacional, reprodução e crescimento
de *Callinectes danae* Smith, 1869 e *Callinectes ornatus* Ordway,
1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) na região de
Cananéia, litoral sul paulista**

DAPHINE RAMIRO HERRERA
Orientador: Prof. Dr. Rogerio Caetano da Costa

Botucatu
2017

DAPHINE RAMIRO HERRERA

Distribuição, estrutura populacional, reprodução e crescimento de *Callinectes danae* Smith, 1869 e *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) na região de Cananéia, litoral sul paulista

Tese apresentada ao Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas. Área de Concentração: Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Rogerio Caetano da Costa

**Botucatu
2017**

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

Herrera, Daphine Ramiro.

Distribuição, estrutura populacional, reprodução e crescimento de *Callinectes danae* Smith, 1869 e *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) na região de Cananéia, litoral sul paulista / Daphine Ramiro Herrera. - Botucatu, 2017

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu
Orientador: Rogerio Caetano da Costa
Capes: 20400004

1. Decapode (Crustaceo). 2. Siri. 3. Caranguejo.
4. Morfometria. 5. Indicadores ambientais. 6. Longevidade.

Palavras-chave: Fatores ambientais; Longevidade; Maturidade sexual; Morfometria; Segregação espacial.

ATESTADO DE APROVAÇÃO - DEFESA

Atestamos que **DAPHINE RAMIRO HERRERA**, RA nº: 121038-3, RG nº 41.820.211-4, expedido pela SSP/SP, defendeu, no dia 20/02/2017, a tese intitulada **Distribuição, estrutura populacional, reprodução e crescimento de *Callinectes danae* Smith, 1869 e *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) na região de Cananéia, litoral sul paulista**, junto ao Programa de Pós Graduação em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ZOOLOGIA), Curso de Doutorado, tendo sido 'APROVADA'.

Atestamos ainda que a obtenção do título dependerá de homologação pelo Órgão Colegiado competente.

Botucatu, 20 de fevereiro de 2017



Herivaldo Mota Santos
Supervisor Técnico de Seção
Pós-Graduação-IBB-UNESP

“As pessoas me perguntam: Por que eu deveria cuidar do oceano? Eu lhes digo que é porque o oceano é o pilar do sistema de sustentação da vida na Terra. Ele modifica o clima, detém a maior parte da vida e 97% da água da Terra está lá. É o coração azul do planeta. Devemos cuidar do nosso coração.”

Dr^a Sylvia Earle

Aos meus pais Graucia e Roberto, meus irmãos Fabiola e Juninho e ao meu noivo Sergio, por acreditarem nos meus sonhos com todo esforço e amor. Vocês são minha fortaleza. À minha afilhada Livia, que me faz lembrar que a vida não deve ser levada tão a sério, é necessário brincar também.

Para minha querida avó Ida, que mesmo de longe mantém meu trem contando estações. “Nossa vida é como uma viagem de trem. Quando mais longe vamos, mais companheiros conhecemos”.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **Deus**, pela benção de poder acordar com a mente e o coração abertos, por cada experiência vivida e por ter colocado no meu caminho pessoas que, sem sombra de dúvida, me fizeram um ser humano melhor.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Rogerio Caetano da Costa**, por ter aberto as portas de seu laboratório para mim, pela confiança e pelas oportunidades oferecidas. Agradeço por ter me ensinado como ser profissional, como conduzir minha pesquisa com responsabilidade e por todo o ensinamento que contribuíram para meu crescimento científico e intelectual. Obrigada por todo o apoio, motivação e amizade também nos momentos difíceis.

Ao **Prof. Dr. Fabiano Gazzì Taddei** por ter me apresentado o mundo da carcinologia, pelo início de orientação na minha vida científica que me conduziram até aqui. Obrigado por compartilhar seu vasto conhecimento, sua paixão pela profissão e pela ciência. Agora eu sei a espessura do meu tijolo.

A coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (**CAPES**), pela bolsa de estudo que viabilizou a realização deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (**FAPESP**), pelos recursos financeiros concedidos para o projeto Temático BIOTA (Proc. 2010/50188-8) "*Crustáceos Decápodes: multidisciplinaridade na caracterização da biodiversidade marinha do Estado de São Paulo (taxonomia, espermiotaxonomia, biologia molecular e dinâmica populacional)*", ao qual esta tese encontra-se vinculada.

Aos professores **Dr. Fernando L. Mantelatto** (USP, Ribeirão Preto) na qualidade de coordenador, **Dr. Fernando J. Zara** (UNESP, Jaboticabal) e **Dr.**

Antônio L. Castilho (UNESP, Botucatu), que juntamente ao meu orientador **Dr. Rogerio C. da Costa** (UNESP, Bauru), foram os responsáveis por todo o planejamento e desenvolvimento do projeto Temático BIOTA-FAPESP, pelo exemplo de profissionalismo enquanto educadores e pesquisadores e por todo conhecimento compartilhado.

Ao Ministério do Meio Ambiente – **IBAMA** (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) por conceder a licença para coletar o material nas áreas estudadas.

Aos funcionários da seção de **Pós-Graduação do Instituto de Biociências** da Universidade Estadual Paulista (UNESP) Botucatu, pela atenção, ajuda e esclarecimentos.

Ao **Departamento de Ciências Biológicas da Faculdade de Ciências** (FC) da Universidade Estadual Paulista (UNESP) Bauru, pela estrutura fornecida para a realização deste estudo.

Aos pescadores **Ceará, Jocílio e Cinésio** que nos auxiliaram nas amostragens de forma profissional e por todo o conhecimento empírico transmitido. Agradeço em especial ao Cinésio e sua família que, por muitas vezes, abriram as portas da sua casa para alegrar-nos com deliciosos jantares entre amigos.

Agradeço à todos que participaram das coletas em Cananéia e tornaram os dias de trabalho mais agradáveis. Os amigos do Núcleo de Estudos em Biologia, Ecologia e Cultivo de Crustáceos (**NEBECC**); do Invertebrate Morphology Laboratory (**IML**) e ao Laboratório de Bioecologia e Sistemática de Crustáceos (**LBSC**).

Aos professores doutores **Maria Lúcia Negreiros-Fransozo** e **Adilson Fransozo** e todos integrantes do **NEBECC**, por todo o auxílio científico e receptividade, pela disposição em ajudar em Botucatu sempre que precisei.

Aos amigos e parceiros de trabalho do **LABCAM**: Abner, Ana, Dalila, Gabriel (Woody), João (obrigada Nelito pelas fotos das espécies), Lizandra, Régis, Sabrina, Sarah e Thiago (Chuck). Obrigada galera pelos ensinamentos, coletas, auxílio, discussões, conselhos e por tornarem meus dias em Bauru mais felizes. Obrigada pelo profissionalismo e amizade. Aos amigos da iniciação científica e também a ex Labcanense Gisele, por ter me acolhido em Bauru, por cada conversa sobre a vida, a profissão acadêmica e sobre casamento. Obrigado pela amizade.

Aos professores do curso de Ciências Biológicas da **UNIRP** (Centro Universitário de Rio Preto) por fazerem parte da minha formação como bióloga.

Aos meus irmãos de Bauru **Chuck** e **Déia**, por tudo que vocês sempre fizeram e fazem por mim. Pelos momentos de descontração de impagáveis risadas acompanhados de uma bela cerveja gelada ou de deliciosos brigadeiros. A amizade de vocês eu levarei para a vida toda, junto com um novo sobrinho!

À minhas avós **Ida Ramiro** (com imensa saudade) e **Consuelo Herrera**, obrigada pelos ensinamentos e carinho de sempre.

Em especial quero agradecer com o coração cheio de amor, ao meu noivo **Sergio Arioli**. Faltam palavras para lhe agradecer, por cada palavra de incentivo em todos os momentos, por entender todas as minhas ausências, loucuras e nunca me deixar desanimar. Obrigada por todos nossos momentos juntos, pelos nossos dias, nosso sol, nossos sonhos, nossas viagens

enriquecedoras de vida que me possibilitavam renovar as energias. Por todas as ligações de madrugada, toda ajuda nessa tese, todo carinho, atenção, amor e por sempre despertar o que há de melhor em mim. "It's always better when we're together. We're *Better Together!*"

De maneira muito especial, agradeço a **minha FAMÍLIA**: meus pais Graucia e Roberto, meus irmãos Juninho e Fabíola, minha cunhada Camila e minha princess Livia. Gratidão por vocês existirem e alegrarem minha vida, vocês são a coragem que sustenta a minha. Obrigada por acreditarem em mim, nos meus sonhos, e trabalharam muito para que eu pudesse realiza-los. Saibam o quão importante isso foi para mim. Eu amo vocês!

Registro meus agradecimentos a todos os que compartilharam o trilhar de mais esse caminho percorrido. Amigos e amigas que contribuíram, direta e indiretamente, para que eu realizasse este trabalho, auxiliando-me e dando-me forças nos momentos em que mais precisei.

SUMÁRIO

Resumo.....	1
Abstract.....	2
Considerações iniciais.....	3
Referências.....	11

Capítulo 1: Padrões distribucionais de duas espécies simpátricas *Callinectes danae* Smith, 1869 e *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Brachyura: Portunidae) na região de Cananéia, litoral sul paulista

Resumo.....	15
Abstract.....	16
1. Introdução.....	17
2. Material e Métodos.....	20
2.1. Caracterização da área de estudo.....	20
2.2. Amostragem do material biológico.....	21
2.3. Amostragens dos fatores ambientais.....	23
2.4. Abundância e distribuição.....	25
3. Resultados.....	26
3.1. Variáveis abióticas.....	26
3.2. Abundância e distribuição.....	32
4. Discussão.....	39
5. Referências.....	48

Capítulo 2: Estrutura populacional de duas espécies do gênero *Callinectes* (Brachyura: Portunidae) em uma área subtropical no sudeste do estado de São Paulo

Resumo.....	57
Abstract.....	58
1. Introdução.....	59
2. Material e métodos.....	61
2.1. Área de estudo e amostragens dos fatores bióticos e abióticos.....	61
2.2. Estrutura populacional.....	63
2.3. Crescimento dos indivíduos e longevidade.....	63

2.4. Análises morfométricas.....	64
3. Resultados.....	67
3.1. Estrutura populacional.....	67
3.2. Crescimento dos indivíduos e longevidade.....	72
3.3. Análises morfométricas.....	74
4. Discussão.....	77
5. Referências.....	84

Capítulo 3: Estratégias reprodutivas de duas espécies do gênero *Callinectes* (Brachyura: Portunidae) em um complexo baía-estuário, no litoral sul paulista

Resumo.....	91
Abstract.....	92
1. Introdução.....	93
2. Material e Métodos.....	97
2.1. Caracterização da área de estudo.....	97
2.2. Amostragem do material biológico.....	98
2.3. Amonstragens dos fatores ambientais.....	101
2.4. Maturidade sexual morfológica.....	101
2.5. Maturidade sexual gonadal.....	103
2.6. Período reprodutivo e recrutamento juvenil.....	104
2.7. Fatores ambientais vs. Fêmeas ovígeras.....	105
3. Resultados.....	105
3.1. Maturidade sexual morfológica.....	106
3.2. Maturidade sexual gonadal.....	116
3.3. Período reprodutivo e recrutamento juvenil.....	117
3.4. Fatores ambientais vs. Fêmeas ovígeras.....	125
4. Discussão.....	126
5. Referências.....	139
Considerações finais.....	151

RESUMO

HERRERA, D. R. **Distribuição, estrutura populacional, reprodução e crescimento de *Callinectes danae* Smith, 1869 e *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) na região de Cananéia, litoral sul paulista.** Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

O estudo foi realizado com duas espécies simpátricas *Callinectes danae* e *C. ornatus* para avaliar a distribuição espaço-temporal, relacionando-as com os fatores ambientais, descrever a estrutura populacional e investigar as estratégias reprodutivas no complexo baía-estuário de Cananéia, São Paulo. As coletas foram mensais durante o ano de 2012 a 2014. As espécies não apresentaram segregação espacial e temporal, com variações na distribuição frente aos fatores ambientais. A temperatura foi o fator modulador na distribuição de ambos os siris. A estrutura da população inferiu que a diferença em tamanho das espécies ocorre devido às variações locais e a longevidade estimada foi de aproximadamente dois anos. Foi encontrado dimorfismo morfológico entre os sexos e as espécies. As estratégias reprodutivas das populações foram reguladas pela temperatura, salinidade e matéria orgânica do sedimento. A atividade reprodutiva e o recrutamento juvenil foram contínuos, ocorrendo com maior intensidade na primavera e verão. Os machos atingiram a maturidade (morfológica e gonadal) com tamanhos maiores que as fêmeas. Os resultados do presente estudo, poderão ser comparados ou servir de base à futuros trabalhos ecológicos e, ainda, fornecem informações que podem ser utilizadas em políticas de gestão pesqueira e, consequentemente, para a proteção e exploração sustentável dessas espécies.

Palavras-chave: abundância; fatores ambientais; longevidade; maturidade sexual; morfometria; recrutamento juvenil; segregação espacial.

ABSTRACT

HERRERA, D. R. Distribution, population structure, reproduction and growth of *Callinectes danae* Smith, 1869 and *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) in the region of Cananéia, São Paulo southern coast. Doctoral dissertation - Institute of Biosciences of Botucatu, University of São Paulo State, Botucatu, 2017.

The study was performed with two sympatric species, *Callinectes danae* and *C. ornatus*, in order to evaluate their spatial and temporal distribution and relate them to environmental factors, describing their population structure and investigating their reproductive strategies in the bay-estuary complex of Cananéia, São Paulo. Samples were collected monthly from 2012 to 2014. Both species presented no spatial and temporal segregation, with variations in the distribution according to the environmental factors. Temperature modulated the distribution of both crab species. The population structure showed that differences in the size of both species are due to local variations, and longevity estimated was approximately two years. The crabs exhibited morphological dimorphism between sexes and between species. Population reproductive strategies were regulated by temperature, salinity and organic matter of the sediment. Reproductive activity and juvenile recruitment were continuous, occurring with greater intensity in spring and summer. Males reached (morphological and gonadal) maturity with larger sizes than females. The results of this study provide useful information for fishery management policies and, therefore, to protection and sustainable exploitation of the two species.

Keywords: abundance; environmental factors; longevity; sexual maturity; morphometry; juvenile recruitment; spatial segregation.

Considerações iniciais



Os Brachyura são considerados um dos grupos mais relevantes da comunidade bentônica marinha, seja devido à sua alta riqueza de espécies, por apresentar notável biomassa em relação aos demais grupos de invertebrados (Bertini e Fransozo, 2004) e por fatores evolutivos, como a carcinização (processo que envolve modificações como a expansão da carapaça, redução do abdome, achatamento dorso-ventral) e a colonização de quase todos os habitats aquáticos e terrestres (Ng *et al.*, 2008).

Entre os Brachyura, o gênero *Callinectes* (Stimpson, 1860) é um dos mais conhecidos e amplamente distribuído nas águas costeiras das Américas, sendo 11 espécies restritas aos trópicos e subtropicais (Fischer e Wolff, 2006), seis delas são encontradas na costa brasileira (Melo, 1996): *C. bocurti* A. Milne Edwards, 1879; *C. danae* Smith, 1869; *C. exasperatus* (Gerstaecker, 1856); *C. larvatus* Ordway, 1863; *C. ornatus* Ordway, 1863; e *C. sapidus* Rathbun, 1896.

Apesar de todas estas espécies serem adequadas ao consumo humano, no Atlântico, a pesca e as pesquisas estão ainda focadas, principalmente, no siri azul *C. sapidus* (Fischer e Wolff, 2006).

Callinectes danae (Figura 1) distribui-se no Atlântico Ocidental sendo encontrado em Bermuda, Flórida, Golfo do México, Antilhas, Colômbia, Venezuela e Brasil (da Paraíba até o Rio Grande do Sul) (Melo, 1996). No Sudeste e Sul do Brasil, a espécie vive desde o entre marés até 75 metros de profundidade, em baías, estuários e lagoas, em fundos lodosos tolerando uma ampla variação de salinidade (Melo, 1996). *Callinectes ornatus* (Figura 2), por sua vez, distribui-se também no Atlântico Ocidental, da Carolina do Norte até a Flórida, Golfo do México, Antilhas, Colômbia, Venezuela, Guianas e Brasil (do

Amapá ao Rio Grande do Sul); ocorre, também, desde o entre marés até 75 metros, em fundo de areia, lama e prefere salinidades mais elevadas dentro da variação de 18 a 35 (Melo, 1996).

Esses portunídeos são considerados de grande importância ecológica (Branco *et al.*, 2002; Lipcius e Stockhausen, 2002) como indicadores de qualidade da água (Sastre *et al.*, 1999; Skaggs e Henry, 2002; Andrade *et al.*, 2011), atuando como predadores vorazes no ecossistema estuarino e marinho, além de serem um importante recurso alimentar para outros organismos aquáticos, como peixes e aves marinhas (Haefner, 1990; Mantelatto e Fransozo, 1997), desempenhando um papel significativo na reciclagem de nutrientes (Kamalakkannan, 2015), além de serem considerados recursos valiosos da pesca (Hines *et al.*, 1995; Secor *et al.*, 2002).

No Brasil, existe uma intensa atividade de pesca de arrasto comercial e, no Estado de São Paulo, onde o desembarque é monitorado, no ano de 2015, aproximadamente 1,9t de crustáceos foram capturados (Relatório do Instituto de Pesca – <http://www.propesq.pesca.sp.gov.br>). Em consequência do apetrecho de pesca não seletivo utilizado para esta prática, captura-se uma considerável diversidade de crustáceos decápodes (Alverson *et al.*, 1994; Graça-Lopez *et al.*, 2002). De acordo com Fransozo *et al.* (2016) e Costa *et al.* (2016), os portunídeos compreendem populações muito numerosas em termos de abundância capturada, representando 84,2% do total da carcinfauna acompanhante (Mantelatto e Fransozo, 2000).

Apesar da alta abundância e de representarem um ótimo recurso pesqueiro, as espécies do gênero *Callinectes* ainda são consideradas rejeitos

da pesca ou detêm uma pesca artesanal localizada em poucas comunidades de pescadores ao longo da costa brasileira (Severino-Rodrigues *et al.*, 2001; Sforza *et al.*, 2010).

A prática da pesca de arrasto não seletiva vem trazendo preocupações devido aos sérios impactos causados tanto à estrutura dos ecossistemas costeiros e marinhos quanto para a sociedade, à qual é altamente dependente de inúmeros recursos oferecidos por estes ambientes. Segundo Kaiser *et al.* (2002) e Silva *et al.* (2013), os efeitos da pesca nos ecossistemas incluem mudanças na estrutura da cadeia alimentar; efeitos sobre a abundância e distribuição das espécies; diminuição do tamanho assintótico, podendo resultar em uma fauna dominada por pequenos indivíduos; seleção genética em relação às diferentes variáveis e características reprodutivas, como por exemplo a antecipação da maturidade sexual; reduzido recrutamento juvenil; remoção de populações que constituem a fauna acompanhante; redução da complexidade de habitats, ressuspensão de sedimento superficial e a alteração da estrutura da comunidade bentônica.

Dessa forma, é necessário compreender que todos esses efeitos podem ocorrer simultaneamente e, com isso, ter impactos aditivos importantes em grande escala. Assim, estudos ecológicos e populacionais são imprescindíveis ao monitoramento populacional que recebem um alto impacto da pesca de arrasto.



Figura 1: *Callinectes danae* Smith, 1869. Vista dorsal de fêmea adulta coletada em Cananéia, São Paulo.



Figura 2: *Callinectes ornatus* Ordway, 1863. Vista dorsal de macho adulto coletado em Cananéia, São Paulo.

Em relação à região de estudo, Cananéia localiza-se na porção sul da costa litorânea do Estado de São Paulo e apresenta características que a diferem da costa norte paulista. A costa norte delimita-se desde a fronteira do estado do Rio de Janeiro e vai até Santos. Caracteriza-se por declives montanhosos, elevados a uma altura de 600 a 800 metros acima do nível do mar, de constituição geralmente rochosa, entrecortada por vales que descem da serra, com presença de pequenas praias (Besnard, 1950). A costa sul, ao contrário, é constituída por uma série de praias extensas que guarnecem territórios relativamente baixos, interrompidos por elevações de secundária importância (Besnard, 1950).

A região de Cananéia possui um importante complexo estuarino-lagunar, formado por grandes rios, como o Ribeira de Iguape e pela concentração de diversos pequenos rios que deságuam nesta região (Mendonça, 2007).

Em ambas as extremidades desse complexo estuarino-lagunar, acham-se situadas as principais barras de ligação com o oceano, a do norte (Barra do Icapara) e do sul (Barras de Cananéia e Ararapira) (Besnard, 1950; Bergamo, 2000).

Os corpos de água que delimitam as ilhas e formam o complexo são: Canal de Ararapira, entre a Ilha do Cardoso e o continente; Baía do Trapandé, entre as ilhas de Cananéia e do Cardoso; Mar Pequeno de Cubatão, entre a Ilha de Cananéia e o continente; Mar Pequeno de Cananéia, entre as Ilhas de Cananéia e Comprida e o continente; e o Valo Grande e Rio Ribeira de Iguape, entre a Ilha de Iguape e o continente (Bergamo, 2000) (Figura 3).

O Complexo Estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape é considerado uma das mais importantes áreas úmidas da costa brasileira em termos de biodiversidade e produtividade natural (Mendonça, 2007). A predominância de manguezais propicia um criadouro natural para diversas espécies marinhas, sendo a área reconhecida pela União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN) como o terceiro ambiente de importância quanto à produtividade marinha do Atlântico Sul, devido às suas características ambientais estarem muito bem preservadas, sendo, por isso, considerado uma Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, a partir de 1993 (Unesco, 2005).

Cananéia difere de outras regiões onde *C. danae* e *C. ornatus* já foram estudadas, como por exemplo, a costa norte paulista (Ubatuba); por ser irrigada por centenas de pequenos rios, dando lugar a uma mistura de águas continentais e marinhas com salinidades que flutuam estacionalmente no decorrer do ano (Mishima *et al.*, 1985, 1986).

Dessa maneira, a presente tese pretende contribuir com informações importantes sobre o ciclo de vida de duas espécies simpátricas de portunídeos, *C. danae* e *C. ornatus*, na região de Cananéia. O resultado dessa investigação foi dividido em três capítulos: 1º – “Padrões distribucionais de duas espécies simpátricas *Callinectes danae* Smith, 1869 e *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Brachyura: Portunidae), na região de Cananéia, litoral sul paulista”, o qual avaliará a abundância e a distribuição dessas espécies, evidenciando a possível segregação espacial e temporal entre elas, bem como caracterizar suas preferências ambientais; 2º – “Parâmetros populacionais de *Callinectes danae* Smith, 1869 e *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Brachyura:

Portunidae), em uma área subtropical no sudeste do Estado de São Paulo”. Aqui tratará sobre aspectos populacionais, como a estrutura da população, os parâmetros de crescimento e longevidade das espécies, bem como análises de relações morfométricas; e o 3° – “Estratégias reprodutivas de duas espécies do gênero *Callinectes* (Brachyura: Portunidae) em um complexo baía-estuário, no litoral sul paulista”, que averiguará se espécies que coexistem seguem o mesmo padrão em suas estratégias reprodutivas, o tamanho da maturidade sexual e o efeito dos fatores ambientais sobre a periodicidade reprodutiva e o recrutamento juvenil.

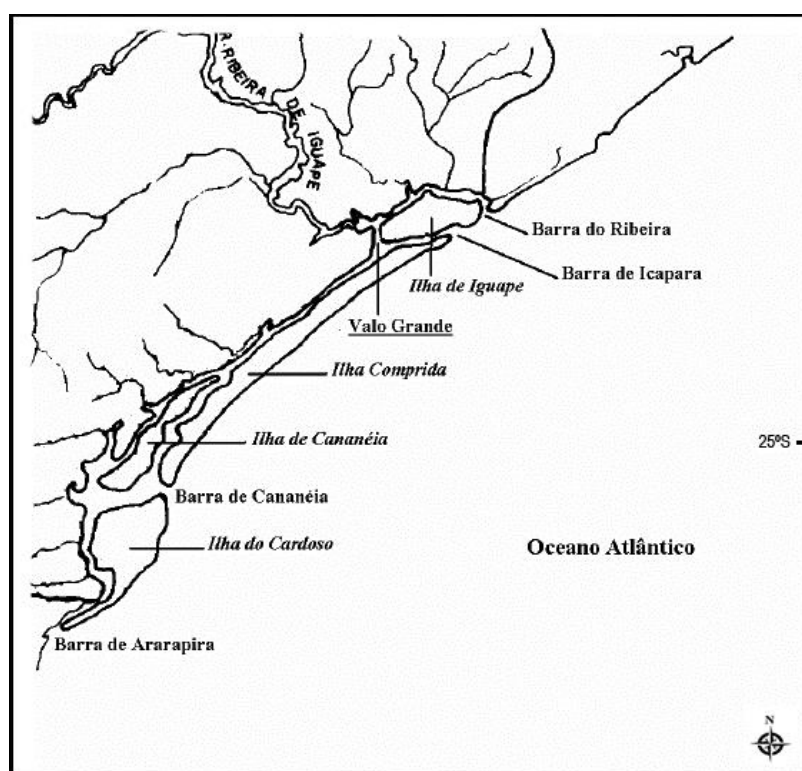


Figura 3: Mapa da região de Cananéia evidenciando o complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape. Fonte: Adaptado de Bergamo, 2000.

REFERÊNCIAS

- Alverson, D.L.; Freeberg, M.H.; Pope, J.G. & Murawski, J.A. 1994. **A global assessment of fisheries bycatch and discards**. FAO Fisheries Technical Paper, 339: 1–233.
- Andrade, S.F.; Matos, T.B. & Carvalho, C.E.V. 2011. Seasonal variation of heavy metals in muscles of the crab *Callinectes ornatus* (Ordway, 1863) from a tropical coastal lagoon, Brazil. **Revista Virtual de Química**, 3(2): 129–137.
- Bertini, G. & Fransozo, A. 2004. Bathymetric distribution of brachyurans (Crustacea, Decapoda) communities in soft bottom from southeastern Brazil. **Marine Ecology Progress Series**, 279: 193–200.
- Branco, J.O.; Lunardon-Branco, M.J.; Verani, J.R.; Schveitzer, R.; Souto, F.X. & Vale, W.G. 2002. Natural diet of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) in the Itapocoroy Inlet, Penha, SC, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 45(1): 35–40.
- Costa, R.C.; Carvalho-Batista, A.; Herrera, D.R.; Pantaleão, J.A.F.; Teodoro, S.S.A. & Davanzo, T.M. 2016. Carcinofauna acompanhante da pesca do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* em Macaé, Rio de Janeiro, sudeste brasileiro. **Boletim do Instituto de Pesca**, 42(3): 61–624.
- Fischer, S. & Wolff, M. 2006. Fisheries assessment of *Callinectes arcuatus* (Brachyura, Portunidae) in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Fisheries Research*, 77: 301–311.
- Fransozo, A.; Souza, A.N.; Rodrigues, G.F.B.; Telles, J.N.; Fransozo, V. & Negreiros-Fransozo, M.L. 2016. Crustáceos decápodes capturados na pesca do camarão-sete-barbas no sublitoral não consolidado do litoral norte do estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 42(2): 369–386.
- Graça-Lopez, 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 de Pesca**, 28(2): 163–171.

- Haefner, P.A.Jr. 1990. Morphometry and size at maturity of *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) in Bermuda. **Bulletin of Marine Science**, **46**(2): 274–286.
- Hines, A.H.; Wolcott, T.G.; González-Gurriarán, E. & González-Escalante, J.L. 1995. Movement patterns and migrations in crabs: Telemetry of juvenile and adult behavior in *Callinectes sapidus* and *Maja squinado*. **Journal of the Marine Biological Association of the UK**, **75**: 27–42.
- Kaiser, M.J.; Collie, J.S.; Hall, S.J.; Jennings, S. & Poiner, I.R. 2002. Modification of marine habitats by trawling activities: prognosis and solutions. **Fish and Fisheries**, **3**: 114–136.
- Kamalakkannan, P. 2015. Studies on habitat distribution and diversity of brachyuran crabs in Pondicherry mangrove environments, southeast coast of India. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, **2**(4): 370–373.
- Lipcius, R.N. & Stockhausen, W.T. 2002. Concurrent decline of the spawning stock, recruitment, larval abundance, and size of the blue crab *Callinectes sapidus* in Chesapeake Bay. **Marine Ecology Progress Series**, **226**: 45–61.
- Mantelatto, F.L.M. & Fransozo, A. 1997. Fecundity of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. **Crustaceana**, **70**: 214–226.
- Mantelatto, F.L.M. & Fransozo, A. 2000. Brachyuran community in Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo state, Brazil. **Journal of Shellfish Research**, **19**: 701–709.
- Melo, G.A.S. 1996. **Manual de identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) do litoral brasileiro**. São Paulo, Ed. Plêiade, FAPESP, 604p.
- 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, Universidade Federal de São Carlos, 383p.
- Mishima, M.; Yamanaka, N.; Pereira, O.M.; Soares, F.C.; Sinque, C.; Akaboshi, S. & Jacobsen, O. 1985. Hidrografia do complexo estuarino-lagunar de

- Cananéia (25° S, 48° W), São Paulo, Brasil.- I. Salinidade e temperatura (1973 a 1980). **Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo**, **12**(3): 109–121.
- Mishima, M.; Yamanaka, N.; Pereira, O.M.; Soares, F. Das C.; Sinque, C.; Akaboshi, S. & Jacobsen, O. 1986. Hidrografia do complexo estuarino-lagunar de Cananéia (25° S, 48° W), São Paulo, Brasil - III. Influência do ciclo da maré. **Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo**, **13**(1): 57–70.
- Ng, P.K.L; Guinot, D. & Davie, P.J F. 2008. Systema Brachyurorum, Part I. An Annotated Checklist of Extant Brachyuran Crabs of the World. **The Raffles Bulletin of Zoology**, **17**:1–286.
- Sastre, M.P.; Reyes, P.; Ramos, H.; Romero, R. & Rivera, J. 1999. Heavy metal bioaccumulation in Puerto Rican blue crabs (*Callinectes* spp.). **Bulletin of Marine Science**, **64**(2): 209–217.
- Secor, D.H.; Hines, A.H. & Place, A.R. 2002. **Japanese Hatchery-based Stock Enhancement: Lessons for the Chesapeake Bay Blue Crab**. College Park, Maryland Sea Grant College, 46p.
- Severino-Rodrigues, E.; Pita, J.B. & Graça-Lopes, R. 2001. Pesca artesanal de siris (Crustacea, Decapoda, Portunidae) na região estuarina de Santos e São Vicente (SP), Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, **27**(1): 7–19.
- Sforza, R.; Nalesso, R.C. & Joyeux, J.C. 2010. Distribution and population structure of *Callinectes danae* (Decapoda: Portunidae) in a tropical brazilian estuary. **Journal of Crustacean Biology**, **30**(4):597–606.
- Silva, C.N.; Broadhurst, M.K.; Medeiros, R.P. & Dias, J.H. 2013. Resolving environmental issues in the southern Brazilian artisanal penaeid-trawl fishery through adaptive co-management. **Marine Policy**, **42**: 133–141.
- Skaggs, H.S. & Henry, R.P. 2002. Inhibition of carbonic anhydrase in the gills of two euryhaline crabs, *Callinectes sapidus* and *Carcinus maenas*, by heavy metals. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, **133**(4): 605–612.
- UNESCO. 2005. **World Network of Biosphere Reserves – SC/EES – June 2005**. The MAB Program, 19p.

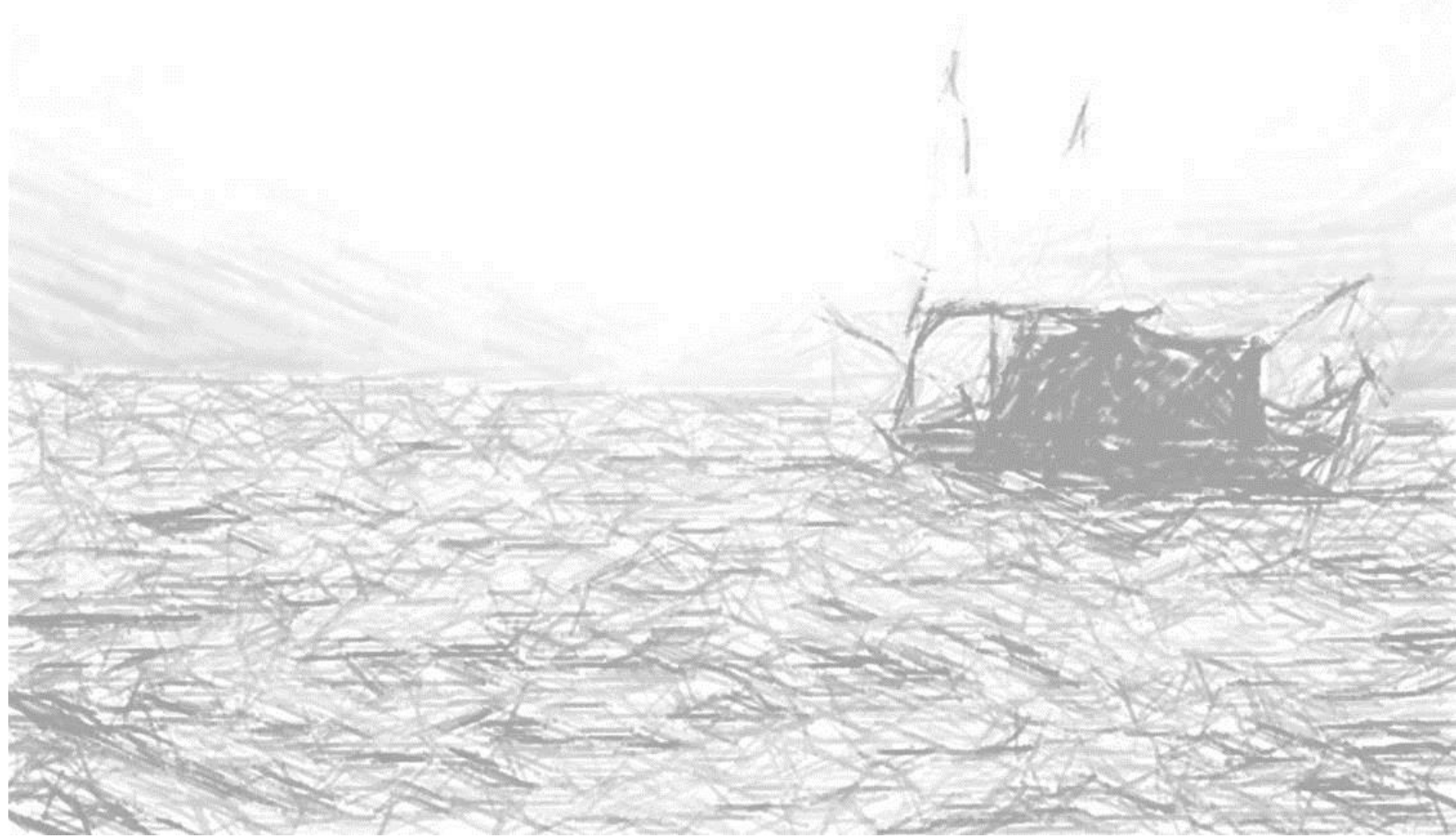
CAPÍTULO 1

Padrões distribucionais de duas espécies simpátricas

Callinectes danae Smith, 1869 e Callinectes ornatus

Ordway, 1863 (Brachyura: Portunidae) na região de

Cananéia, litoral sul paulista



RESUMO

O uso diferenciado dos recursos do habitat entre as espécies reduz a competição interespecífica e aumenta a probabilidade de coexistência. As análises das variações do padrão de distribuição das espécies em relação às flutuações ambientais são fundamentais para compreender os mecanismos que modulam as características populacionais. Assim, o objetivo do presente estudo foi averiguar a abundância e distribuição espaço-temporal dos siris *Callinectes danae* e *C. ornatus* na região de Cananéia, litoral sul paulista, evidenciando a segregação espacial e temporal das espécies, bem como relacionando-as com os fatores ambientais. As coletas foram realizadas mensalmente durante o período de julho de 2012 a junho de 2014 em sete pontos de amostragem, sendo quatro pontos na baía e três no complexo estuarino-lagunar. Os fatores ambientais foram amostrados com uma garrafa de Van Dorn (água de superfície e fundo) e um coletor de sedimento do tipo Van Veen. Foram coletados 13.262 indivíduos de *C. danae* e 4.892 de *C. ornatus*. Ambas as espécies apresentaram maior número de espécimes capturados durante o verão e nos pontos 1 e 2, localizados na baía, porém a abundância diferiu significativamente apenas entre os pontos amostrais. A abundância de *C. danae* foi positivamente correlacionada com a temperatura enquanto *C. ornatus* correlacionou-se negativamente com esse fator. As distribuições observadas no presente estudo de *C. danae* e *C. ornatus* mostraram uma sobreposição espacial e temporal de nicho entre essas espécies congêneras. A maior abundância das espécies ocorreu durante o período de elevadas temperaturas e está relacionada com eventos reprodutivos que ocorrem durante esse período. As espécies não apresentaram segregação espacial e temporal, sendo a distribuição determinada principalmente pelos requisitos ambientais de cada espécie.

Palavras-chave: abundância; distribuição ecológica; fatores ambientais; segregação espacial.

ABSTRACT

The differentiated use of habitat resources among species reduces competition and increases the probability of coexistence. Understanding the variation pattern of the species distribution in relation to environmental fluctuations is essential to the analysis of which mechanisms modulate the population characteristics. The objective of this study was to investigate the abundance and spatial-temporal distribution of the crabs *Callinectes danae* and *C. ornatus* in the Cananéia region, São Paulo southern coast, showing the spatial and temporal segregation of the species and relating them to the environmental factors. Samples were collected monthly from July 2012 to June 2014 in seven sampling points: four points located in the bay and three located in the lagoon-estuarine complex. Environmental factors were sampled with a Van Dorn bottle (surface and bottom water) and with a Van Veen sediment collector. In total, 13,262 individuals of *C. danae* and 4,892 individuals of *C. ornatus* were captured. Both species showed a higher number of captured individuals during summer and at points 1 and 2, located in the bay; however, abundance differed significantly only among sites. The abundance of *C. danae* was positively correlated with temperature, while *C. ornatus* was negatively correlated with this factor. The distributions observed in this study of *C. danae* and *C. ornatus* showed a niche spatial and temporal overlap between these species. The higher abundance of both species occurred during highest temperatures, which is related to reproductive events occurring during this period. The two species showed no spatial and temporal segregation, and distribution is modulated mainly by the environmental requirements of each species.

Keywords: abundance; ecological distribution; environmental factors; spatial segregation.

1. INTRODUÇÃO

A coexistência de espécies dentro da mesma área geográfica geralmente requer algum grau de segregação ecológica (Franke *et al.*, 2007). Qualquer diferença nos padrões de uso dos recursos entre as espécies reduz a competição interespecífica e aumenta a probabilidade de coexistência, sendo a forma mais comum de espécies simpátricas coexistirem através da diferenciação no uso do habitat (Schoener, 1986).

As espécies simpátricas *Callinectes danae* Smith, 1869, e *Callinectes ornatus* Ordway, 1863, constituem um importante recurso pesqueiro, pois são altamente capturadas como fauna acompanhante na pesca de arrasto de camarões comerciais, realizada no sudeste e sul do Brasil (Graça-Lopes *et al.*, 2002; Keunecke *et al.*, 2008; Costa *et al.*, 2016). São espécies que apresentam uma extensa distribuição geográfica, sendo *C. danae* registrado no litoral brasileiro, da Paraíba até o Rio Grande do Sul, ocorrendo desde o entre marés até 75 metros de profundidade, em baías e estuários, onde toleram ampla variação de salinidade (Melo, 1996). *Callinectes ornatus* distribui-se no Brasil do Amapá ao Rio Grande do Sul, ocorre também desde o entre marés até 75m e preferem salinidades de 18 a 35 (Melo, 1996).

A seleção do habitat ideal entre as espécies é um processo altamente complexo, que envolve, além de condições químicas, físicas e da disponibilidade de recursos necessários para permanência dos organismos, envolve também fatores biológicos, como grau de predação e competição (intra e interespecífica) (Franke *et al.*, 2007).

De acordo com Buchanan e Stoner (1988) e Chacur e Negreiros-Fransozo (2001), o padrão de distribuição espacial de *Callinectes* spp. é relacionado com as condições ambientais locais, como o tipo de sedimento, distância da baía, a proximidade de áreas de manguezais e onde apresentam um padrão temporal que é afetado principalmente por variações sazonais e anuais de temperatura e salinidade.

Para *C. danae*, Pita *et al.* (1985a), Branco e Masunari (2000), Chacur e Negreiros-Fransozo (2001) e Sant'Anna *et al.* (2012) verificaram que o ciclo de vida desta espécie envolve áreas estuarinas, onde ocorre o recrutamento e o crescimento dos juvenis, enquanto na fase adulta, após a cópula, há a migração apenas das fêmeas ovígeras para eclosão das larvas nas baías ou áreas marinhas adjacentes. Já para *C. ornatus*, de acordo com Moreira *et al.* (1988), Negreiros-Fransozo e Fransozo (1995) e Watanabe *et al.* (2014), o ciclo de vida é quase que exclusivamente na baía, sendo pouco capturado no estuário.

Estudos têm sido realizados a fim conhecer se há segregação e seleção do habitat de espécies congêneres. Costa *et al.* (2008) estudaram duas espécies de camarões-rosa do gênero *Farfantepenaeus* (Burukovsky, 1997) em uma área estuarina e baía adjacente de Ubatuba, tendo observado a inexistência de sobreposição de habitats nos estágios iniciais de vida, sendo os juvenis de uma espécie capturada apenas na baía e, a outra nos estuários, com posterior migração para a baía na fase adulta. A justificativa para esse comportamento é evitar a coexistência entre as espécies.

Wu e Shin (1998), estudando a segregação alimentar entre três espécies de portunídeos, *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1766), *P. sanguinolentus*

(Herbst, 1783) e *Charybdis feriatus* (Linnaeus, 1758), no Japão, constataram que a exploração de diferentes itens alimentares, como diferença na frequência das principais presas, pode reduzir a competição interespecífica por recursos alimentares e permitir que as espécies coexistam no mesmo habitat.

Estudos realizados no litoral norte paulista (Ubatuba) por Negreiros-Fransozo e Fransozo (1995), amostraram apenas a região marinha e relataram uma distribuição distinta entre as espécies de portunídeos, com *C. danae* registrado em menores profundidades (4m) e próximo do deságue de rios, enquanto *C. ornatus* foi frequentemente encontrado em regiões mais profundas (7m). Adicionalmente, Pinheiro *et al.* (1997) verificaram 40% de sobreposição de nichos entre essas espécies, também em Ubatuba, caracterizando *C. ornatus* como um portunídeo mais generalista, devido à sua grande abundância, que tende a competir por recursos disponíveis na região com outros portunídeos ou explorar esse mesmo habitat de diferentes modos. Dessa maneira, levantamos a hipótese de que regiões com características que diferem dos estudos supracitados possam modificar a distribuição dessas espécies, resultando em segregação espacial e temporal.

Assim, a seguinte pergunta foi formulada: Será que ambas as espécies exibem padrão de distribuição espaço-temporal distinto em Cananéia, área esta altamente preservada, que compreende uma região estuarina e uma baía adjacente?

Estudos realizados na costa sudeste do Brasil até o momento foram realizados principalmente em áreas restritas, tais como estuários ou baías individuais. Comparações sobre uma área mais ampla, com vários pontos de amostragem, incluindo estuários e baías, não estão disponíveis na literatura

para essa região. Uma análise das variações do padrão de distribuição de uma espécie em relação às flutuações ambientais em uma escala mais ampla pode levantar uma hipótese mais geral sobre os mecanismos que modulam tais características populacionais.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi averiguar a abundância e distribuição espaço-temporal dos siris *C. danae* e *C. ornatus* na região de Cananéia/SP, evidenciando a segregação espacial e temporal das espécies, bem como caracterizar as preferências ambientais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

O complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape está localizado no extremo sul da costa paulista (25°S, 48°W), limitado ao norte pelo Município de Iguape, ao leste pela Ilha Comprida, a oeste pela Serra do Mar e ao sul pelas ilhas de Cananéia e do Cardoso. Apresenta ligações com o oceano, através das Barras de Icapara, Cananéia e de Ararapira (Mendonça e Katsuragawa, 2001). Das ligações do sistema, a Barra de Cananéia é a que apresenta maior abertura para trocas de volumes de água entre o mar e a região lagunar (Miyao, 1977). Confinada entre a ponta do Perigo, na Ilha do Cardoso e ponta da Trincheira, na Ilha Comprida, possui largura que atinge 2km (Kumpera, 2007).

As condições estuarinas estão presentes em todo complexo, em virtude das barras existentes, nas quais o aporte de água marinha é diluído gradativamente, seja por meio dos grandes rios como o Ribeira de Iguape ou

pela concentração de diversos pequenos rios que deságuam nesta região (Mendonça, 2007).

O complexo Estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape é uma das mais importantes áreas úmidas da costa brasileira em termos de biodiversidade e produtividade natural (Mendonça, 2007). A predominância de manguezais propicia um criadouro natural para diversas espécies marinhas, sendo a área reconhecida como o terceiro ambiente de importância quanto à produtividade marinha do Atlântico Sul, devido às suas características ambientais estarem muito bem preservadas (UNESCO, 2005).

A região oceânica de Cananéia é influenciada principalmente por três massas de água: 1) Água Tropical (AT), com temperatura $> 20^{\circ}\text{C}$ e salinidade > 36 . Essa massa foi descrita por Emilson (1961) como de água quente e salina que ocupa a superfície do Atlântico Sul Tropical, a qual é transportada para o sul pela Corrente do Brasil (CB); 2) Água Central do Atlântico Sul (ACAS) à qual, segundo Miranda (1985), é uma massa caracterizada por baixa temperatura ($< 18^{\circ}\text{C}$) e alta salinidade (> 36); e 3) Água Costeira (AC) que apresenta temperatura ($> 20^{\circ}\text{C}$) e baixa salinidade (< 36) resultantes da diluição da água oceânica pela entrada de água doce de estuários (Miranda, 1982; Matsuura, 1986; Campos *et al.*, 1995; Silveira *et al.*, 2000).

2.2. Amostragens do material biológico

Durante o período de julho de 2012 a junho de 2014 foram amostrados mensalmente sete pontos, demarcados com um GPS (*Global positioning system*), sendo quatro pontos na baía (área marinha) e três pontos no estuário (complexo estuarino-lagunar). No mês de fevereiro/2014 não foi possível a

realização da amostragem do material biótico e abiótico devido às más condições climáticas.

A profundidade de cada ponto também foi monitorada, sendo os pontos amostrais na área costeira marinha (1 a 2) localizados nas isóbatas 10 a 15 metros e os pontos 3 e 4 nas isóbatas 5 a 10 metros. O ponto 5 localiza-se na Barra de Cananéia, com isóbatas também de 5 a 10 metros. Os dois últimos pontos amostrais 6 e 7, nas isóbatas 5 a 10 metros, localizam-se na zona estuarina denominada de Mar Pequeno de Cananéia, localizado entre Cananéia e a Ilha Comprida, à qual sofre influência do aporte de águas continentais oriundas do complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape (Besnard, 1950) (Figura 1).

A captura dos indivíduos foi efetuada por meio de um barco camaroeiro equipado com duas redes de arrasto do tipo “otter-trawl”, tendo as seguintes medidas: 4m de largura de boca, 10m de comprimento e malhas com 20mm de distância entrenós nas mangas e corpo da rede e 18mm de distância entrenós no ensacador. Em cada ponto, o esforço amostral foi de 30 minutos/arrasto, percorrendo cerca de 2km (área amostral $\approx 16.000\text{m}^2$). Após o término da amostragem de cada ponto, os exemplares de *C. danae* e *C. ornatus* foram triados, ensacados, etiquetados e armazenados em caixas térmicas com gelo picado.

Posteriormente, esse material foi levado ao laboratório onde foi analisado. Todos os siris coletados foram identificados de acordo com Melo (1996), quantificados, medidos e identificados quanto ao sexo.

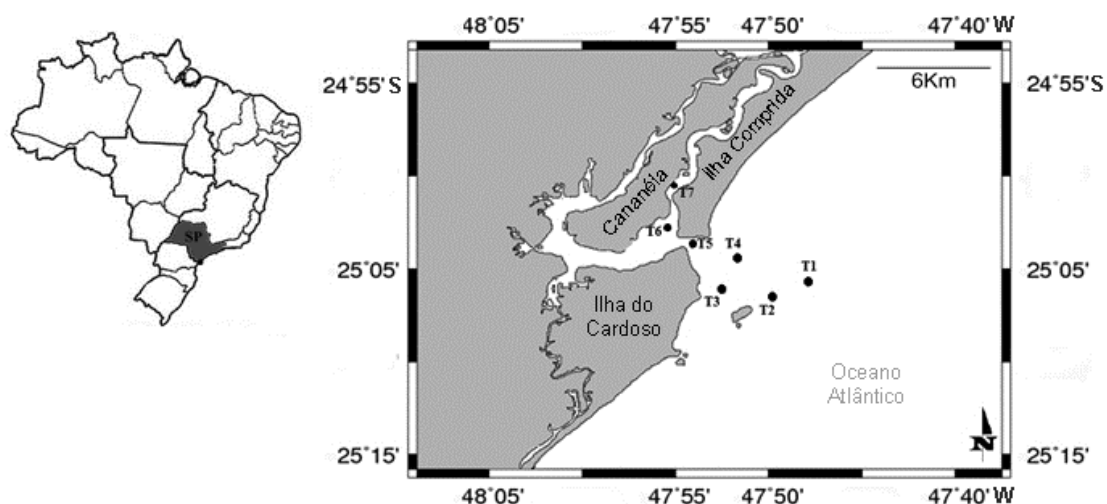


Figura 1: Mapa evidenciando a área de estudo em Cananéia, São Paulo e a distribuição dos pontos amostrados. Área marinha (1, 2, 3 e 4) e estuarina do Complexo estuarino-lagunar (5, 6 e 7).

2.3. Amostragens dos fatores ambientais

Em cada ponto, mensalmente, foram monitoradas a temperatura (termômetro de mercúrio °C) e a salinidade (refratômetro óptico específico) da água de superfície e fundo, averiguadas por meio de uma garrafa de Van Dorn.

As amostras do substrato foram obtidas em cada ponto com um pegador de sedimento do tipo Van Veen (área de 0,06m²). Em laboratório, cada amostra de sedimento, depois de descongelada, foi seca em uma estufa à 70°C por 72 horas. Após este período, para a análise da granulometria, foram adquiridas três subamostras de 100g de cada ponto e tratadas com uma solução de 250mL de 0,2N de NaOH em água destilada a fim de que o silte e a argila se separassem do restante dos grãos. Após cerca de uma hora em solução, o sedimento foi lavado em uma peneira de malha 0,063mm, eliminando os dois componentes.

Depois de retirar essa porção de sedimento, cada amostra foi levada novamente à estufa onde permaneceu por mais 24 horas à 60°C para a evaporação total da água ali existente. Posteriormente, as amostras foram submetidas a um peneiramento numa sequência de seis peneiras com os seguintes diâmetros de malha (Wentworth, 1922): 2mm, onde o sedimento retido foi classificado como cascalho; 1mm, areia muito grossa; 0,5mm, areia grossa; 0,25mm, areia média; 0,125mm, areia fina; e 0,063mm, areia muito fina. As porções retidas em cada peneira foram então pesadas em balança analítica (0,0001g) para que assim se determinasse a porcentagem de cada fração granulométrica. O peso do silte+argila correspondeu à diferença dos 100g iniciais e da somatória dos pesos retidos nas peneiras acima citadas.

A partir da porcentagem das frações granulométricas de cada ponto, calculou-se as medidas de tendência central (ϕ) que determinam a fração granulométrica mais frequente no sedimento (Suguio, 1973). Tais valores foram calculados com base nos dados extraídos graficamente de curvas acumulativas de distribuição de frequência das amostras do sedimento, seguindo a escala ϕ (ϕ) e mediante à fórmula $M = \phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}/3$. As classes de ϕ foram convertidas nas frações granulométricas aplicando $-\log_2$, obtendo, desse modo, as seguintes classes: cascalho (< -1); 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) (Tucker, 1988).

Da amostra obtida após às 72 horas iniciais em estufa, também foram retiradas três subamostras de 10g de cada ponto para a análise do teor de matéria orgânica. Estas subamostras foram incineradas a uma temperatura de 500°C em uma mufla por 3 horas, fazendo com que toda a matéria orgânica

fosse queimada. A porcentagem de matéria orgânica presente em cada ponto amostrado correspondeu à diferença do peso inicial e final médio do cadinho com sedimento (Mantelatto e Fransozo, 1999).

A pluviosidade na região também foi averiguada mensalmente através dos dados do centro integrado de informações agrometeorológicas (<http://www.ciiagro.sp.gov.br/>).

2.4. Abundância e distribuição

Para as análises de abundâncias, o período amostrado foi dividido em dois, cada um com 12 meses, sendo, o período I de julho de 2012 a junho de 2013 e o período II de julho de 2013 a junho de 2014.

A homogeneidade de variância dos dados (teste de Levene) e normalidade (teste de Shapiro-Wilk) foram realizadas como pré-requisitos para os testes estatísticos (Zar, 1999).

As análises das abundâncias de *C. danae* e *C. ornatus* foram efetuadas separadamente. Para as análises estatísticas, foi utilizada a captura por unidade de esforço (CPUE) de cada espécie, sendo expressa em número de indivíduos por hora de arrasto (ind.h).

As diferenças entre as abundâncias dos siris (variável dependente) entre os anos, estações e pontos (variáveis independentes) foram testadas aplicando-se as Análise de Variância (ANOVA *one-way*) e, posteriormente, comparadas pelo teste de *Dunn*, ao nível de significância de 5% (Zar, 1999).

Para testar a relação entre a abundância de cada espécie e o conjunto de fatores ambientais foi utilizada a Análise de Redundância (RDA). Tal análise estatística mede, diretamente, o poder de relação entre os dois conjuntos de

variáveis: abióticas (temperatura e salinidade da água, textura e conteúdo de matéria orgânica do sedimento) e bióticas (espécies coletadas). Para essa análise, foi utilizado o software R[®] (R Development Core Team, 2013), considerando $\alpha = 0,05$ (Zar, 2010). Foi utilizado o pacote estatístico “vegan” (RDA, “envfit” Okasanen et al. 2013).

3. RESULTADOS

3.1. Variáveis abióticas

Os valores médios da temperatura da água de superfície e fundo dentro de cada mês amostrado foram homogêneos, porém, a amplitude de temperatura de fundo entre os meses foi de 12,6°C, variando de 17,2°C (julho/2013) a 29,8°C (janeiro/2014). Os menores valores médios de temperatura de fundo foram observados em julho/2013 com 17,5°C ($\pm 0,31$) e agosto/2013 com 18,3°C ($\pm 0,72$). Os maiores valores médios foram registrados em fevereiro/2013 e janeiro/2014, com 27,6°C ($\pm 0,78$) e 28,9°C ($\pm 0,87$), respectivamente. Para a temperatura de superfície, o mesmo padrão foi observado, com menores valores médios registrados em julho/2013 (18,1°C $\pm 0,41$) e agosto/2013 (18,8 $\pm 0,44$), e os maiores em fevereiro/2013 (28,6°C $\pm 0,53$) e janeiro/2014 (29,6°C $\pm 0,75$) (Figura 1).

Espacialmente, os valores médios de temperatura de fundo foram menores que os de superfície, porém, pouca variação foi verificada entre os pontos, sendo a média da temperatura de fundo de 23°C nos pontos de 1 a 4 e 24°C nos pontos 5 a 7 (Figura 2).

Os valores de salinidade da água de superfície variaram de 10 (julho/2012) a 37 (outubro/2012), enquanto que os valores de fundo variaram de 16,9 (dezembro/2013) a 38 (outubro/2012). O menor valor médio da salinidade de fundo foi 25,7 ($\pm 4,07$) em novembro/2013 e o maior 36,1 ($\pm 2,38$), registrado em outubro/2012 (Figura 3).

Em relação à salinidade de fundo, os pontos na área costeira (1 a 4) registraram média de 34 ($\pm 2,29$) e os pontos na região estuarina (5 a 7) com média de 27 ($\pm 5,34$) (Figura 4).

A pluviosidade variou de 30,4mm em agosto/2013 a 347,7mm em janeiro/2013, com valor médio de $143,41 \pm 82,57$ mm.

A composição granulométrica do sedimento variou pouco entre as estações, com predomínio de areia muito fina ($\phi = 3[4]$). O verão/2013 e outono/2014 foram as estações que registraram os menores e maiores valores de ϕ , respectivamente (Figura 5). Em relação aos pontos de amostragem, também apresentaram predomínio de areia muito fina; exceto nos pontos 4, que verificou um predomínio de silte e argila ($\phi \geq 4$), e, no ponto 6, predomínio de areia fina ($\phi = 2[3]$) (Figura 6). Em relação ao teor de matéria orgânica no substrato, a primavera/2012 e o verão/2013 apresentaram máxima de até 16,6% e 13,3%, respectivamente. Em média, a primavera/2012 apresentou a maior porcentagem (4,9%) e o inverno/2013 a menor (2,5%) (Figura 7). Especialmente, foi verificada a maior porcentagem desse fator no ponto 4, com média de 6,7%, e a menor no ponto 6, com média de 2,3% (Figura 8).

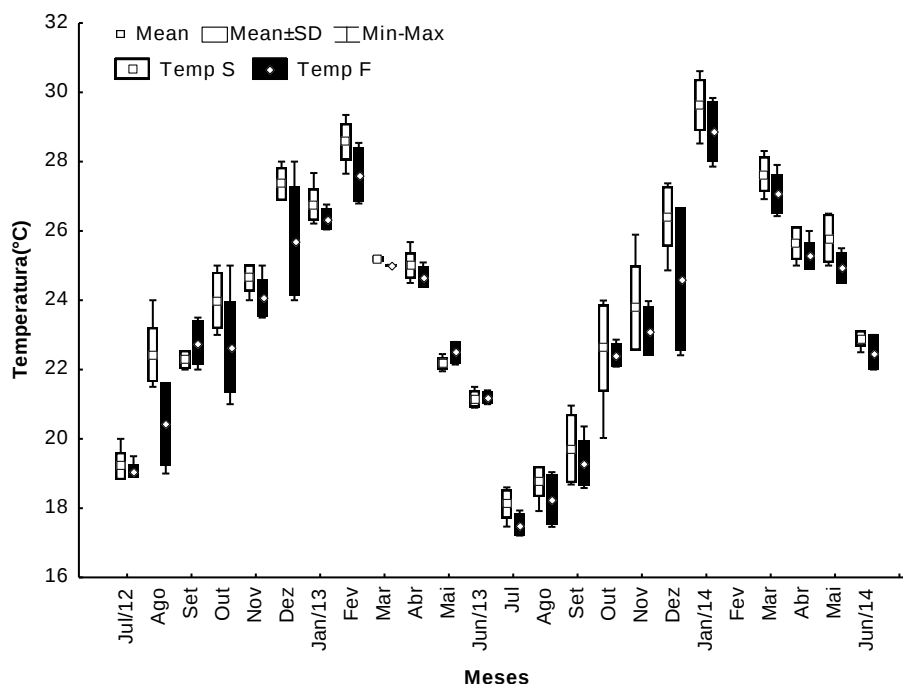


Figura 1: Valores médios mensais da temperatura da água de superfície (S) e fundo (F), registrados em Cananéia, São Paulo, de julho de 2012 a junho de 2014. Mean: média; mean±SD: média ± desvio padrão; min–max: variação máxima e mínima.

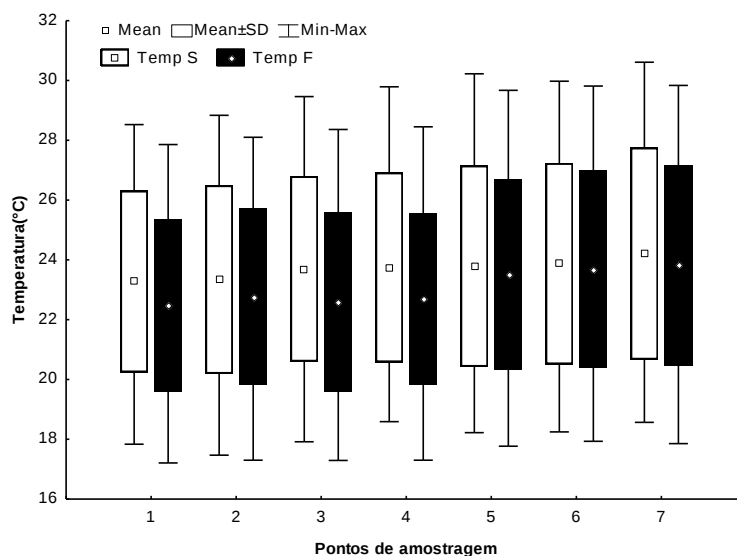


Figura 2: Valores médios da temperatura da água de superfície (S) e fundo (F) nos pontos de amostragem, registrados em Cananéia, São Paulo, de julho de 2012 a junho de 2014. Mean: média; mean±SD: média ± desvio padrão; min–max: variação máxima e mínima.

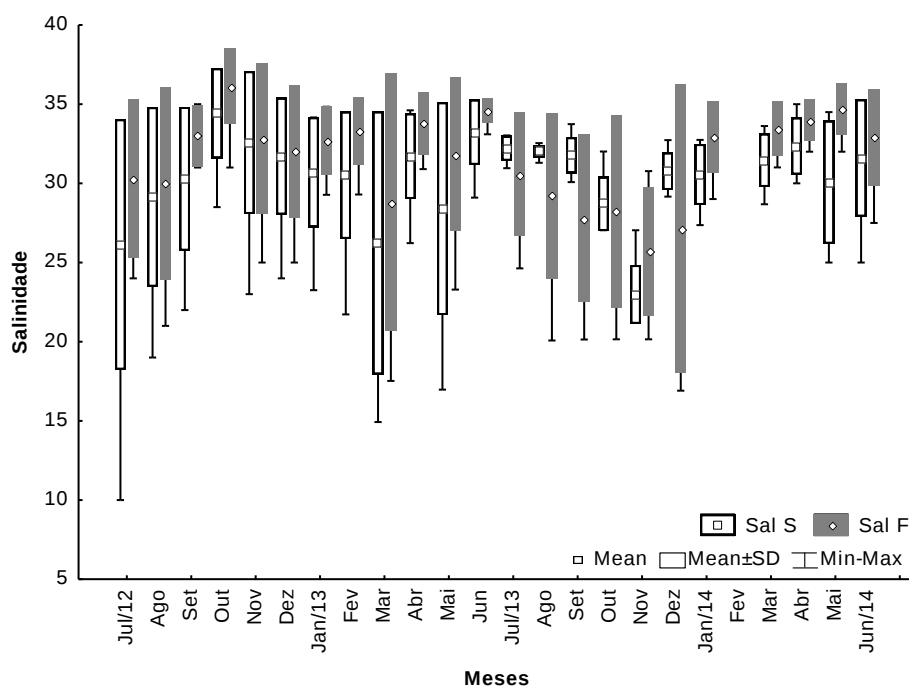


Figura 3: Valores médios mensais da salinidade da água de superfície (S) e fundo (F), registrados em Cananéia, São Paulo, de julho de 2012 a junho de 2014. Mean: média; mean±SD: média $\pm$ desvio padrão; min–max: variação máxima e mínima.

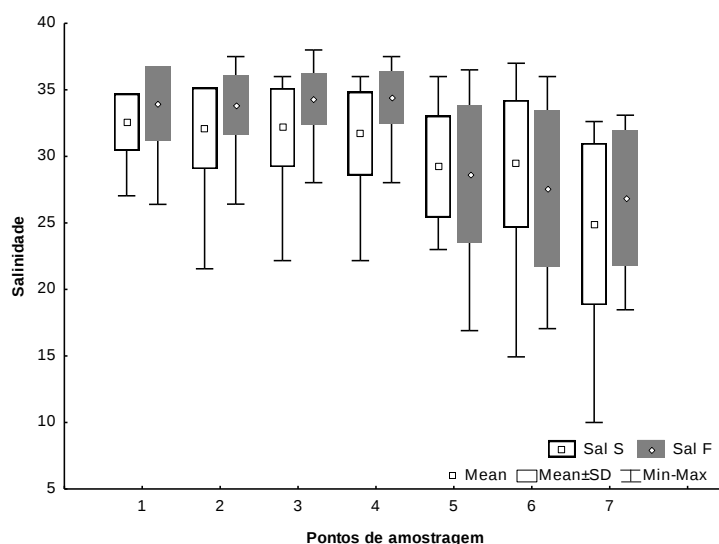


Figura 4: Valores médios da salinidade da água de superfície (S) e fundo (F) nos pontos de amostragem, registrados em Cananéia, São Paulo, de julho de 2012 a junho de 2014. Mean: média; mean±SD: média $\pm$ desvio padrão; min–max: variação máxima e mínima.

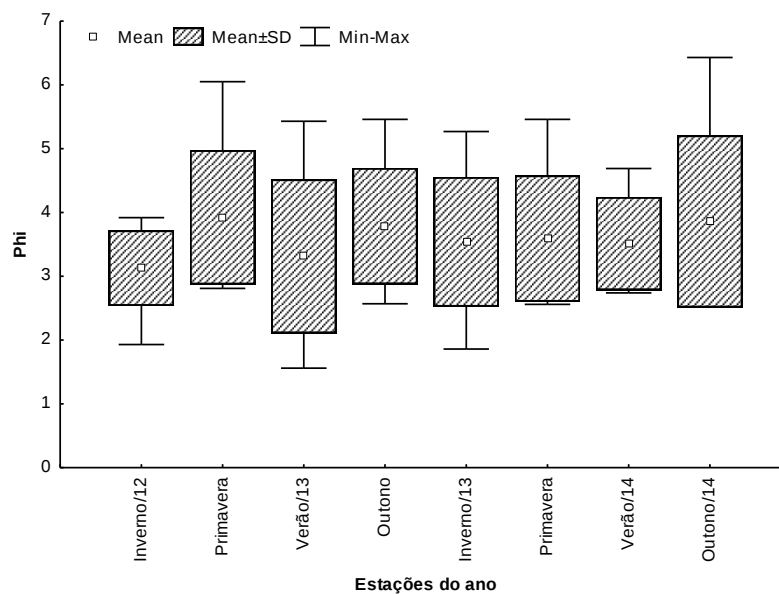


Figura 5: Variação da composição granulométrica (ϕ) do sedimento por estações do ano registrados em Cananéia, São Paulo, de julho de 2012 a junho de 2014. Mean: média; mean $\pm$ SD: média $\pm$ desvio padrão; min – max: variação máxima e mínima.

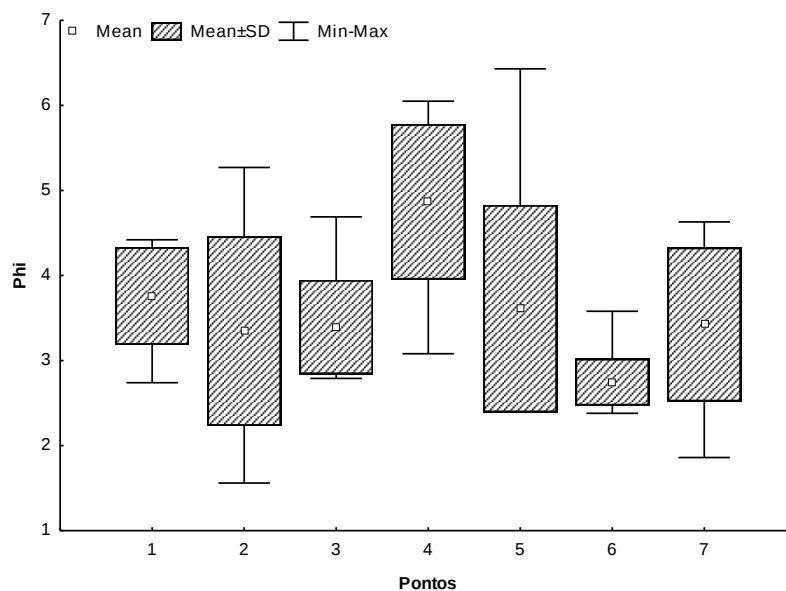


Figura 6: Variação da composição granulométrica (ϕ) do sedimento nos pontos de amostragem, registrados em Cananéia, São Paulo, de julho de 2012 a junho de 2014. Mean: média; mean $\pm$ SD: média $\pm$ desvio padrão; min – max: variação máxima e mínima.

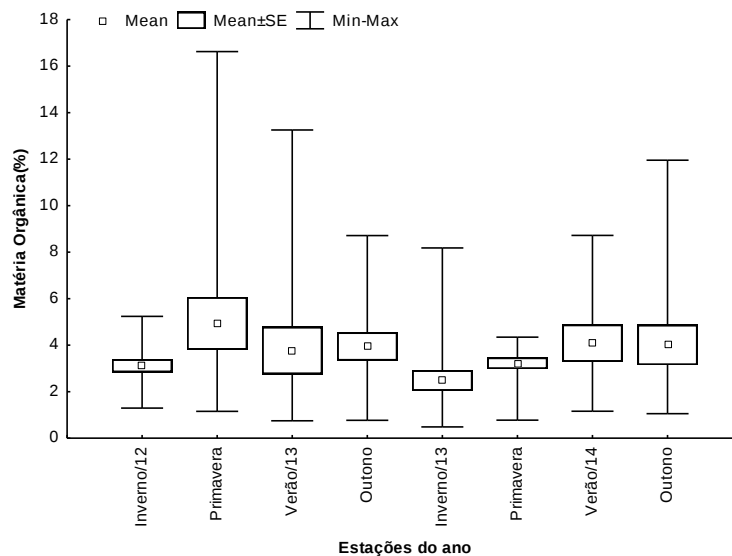


Figura 7: Variação do teor de matéria orgânica do sedimento por estações do ano, registrados em Cananéia, São Paulo, de julho de 2012 a junho de 2014. Mean: média; mean $\pm$ SD: média $\pm$ erro padrão; min – max: variação máxima e mínima.

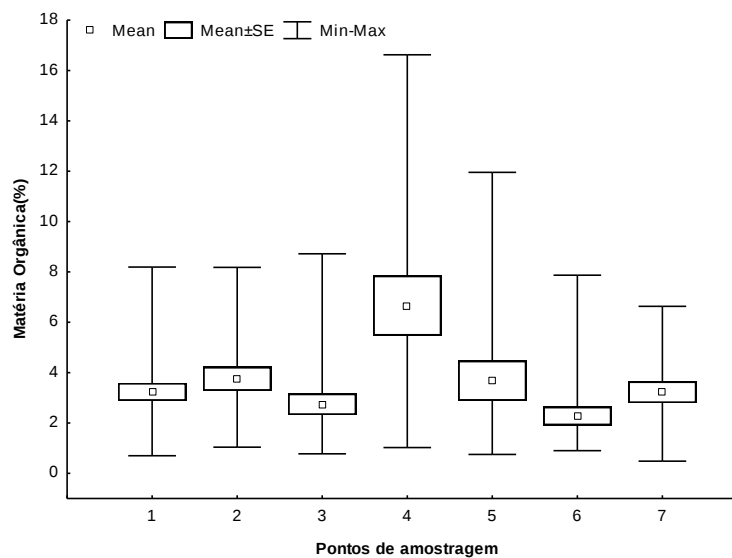


Figura 8: Variação do teor de matéria orgânica do sedimento nos pontos de amostragem, registrados em Cananéia, São Paulo, de julho de 2012 a junho de 2014. Mean: média; mean $\pm$ SD: média $\pm$ erro padrão; min – max: variação máxima e mínima.

3.2. Abundância e distribuição

Durante o estudo, foram coletados 13.262 indivíduos de *C. danae*; destes, 2.446 no período I (CPUE = 249), e 10.816 no período II (CPUE = 1.239). De acordo com a CPUE os meses de dezembro/2013 e janeiro/2014 foram os de maior abundância da espécie (N = 393 e N = 661, respectivamente). As menores abundâncias foram registradas em setembro/2012 (39), março/2013 (39) e maio/2013 (22). Durante os períodos de amostragem, o verão/2014 apresentou maior quantidade de espécimes capturados (517). Em contrapartida, o outono/2013 foi a estação de menor número de indivíduos capturados (51) (Tabela I). Todavia, a abundância entre as estações do ano não diferiu significativamente (ANOVA *on ranks*, $P = 0,857$; $H = 1,000$; 3 df).

Para *C. ornatus*, foram coletados 4.892 indivíduos, sendo 1.475 no período I (CPUE = 150) e 3.417 no período II (CPUE = 372). De acordo com a CPUE, em janeiro e março/2014 foram registradas as maiores abundâncias dos indivíduos (131 e 133, respectivamente). Já os meses de agosto (9) e setembro/2012 (9), março (2) e abril/2013 (9), foram os de menor captura da espécie. Entre as estações de cada ano, o verão/2014 foi a estação de maior representatividade de espécimes (132), sendo o inverno/2012 (12) a época de menor número de indivíduos capturados (Tabela I). A abundância entre as estações do ano também não demonstrou diferença significativa (ANOVA *on ranks*, $P = 0,476$, $H = 3,167$, 3 df).

Houve diferença relevante nas abundâncias entre os períodos de amostragem, de *C. danae* (ANOVA *on ranks*, $P = 0,001$, $H = 11,885$, 1 df) e *C. ornatus* (ANOVA one-way, $P = 0,003$, $F = 11,058$, 1 df).

Callinectes danae foi mais abundante nos pontos 1 e 2 (252 e 282, respectivamente) (Figura 9), sendo capturados 185 indivíduos na área marinha e 171 no estuário. Houve diferença significativa nas abundâncias entre os pontos 2 vs. 4 (ANOVA *on ranks*, $P = 0,001$; $H = 21,651$; 6 df) e 7 vs. 4 (ANOVA *on ranks*, $P = 0,001$; $H = 21,651$; 6 df).

Callinectes ornatus foi mais abundante também nos pontos 1 e 2 (90 e 106, respectivamente) (Figura 9), sendo amostrados 83 espécimes na baía e 69 no estuário. Não houve diferença significativa entre abundância e os pontos (ANOVA *on ranks*, $P = 0,064$, $H = 11,903$, 6 df).

Tabela I: *Callinectes danae* Smith, 1869 e *Callinectes ornatus* Ordway, 1863. Número real de indivíduos (N) e número de captura por unidade de esforço (CPUE = ind.h) por estação do ano coletados de julho de 2012 a junho de 2014, em Cananéia, São Paulo.

Período	Estações	<i>Callinectes danae</i>		<i>Callinectes ornatus</i>	
		N	CPUE	N	CPUE
I	Inverno/12	633	60	131	12
	Primavera/12	568	54	552	53
	Verão/13	714	84	397	47
	Outono/13	531	51	395	38
II	Inverno/13	919	88	1000	95
	Primavera/13	2717	259	1225	117
	Verão/14	3620	517	926	132
	Outono/14	3560	375	266	28
Total		13.262	1.488	4.892	522

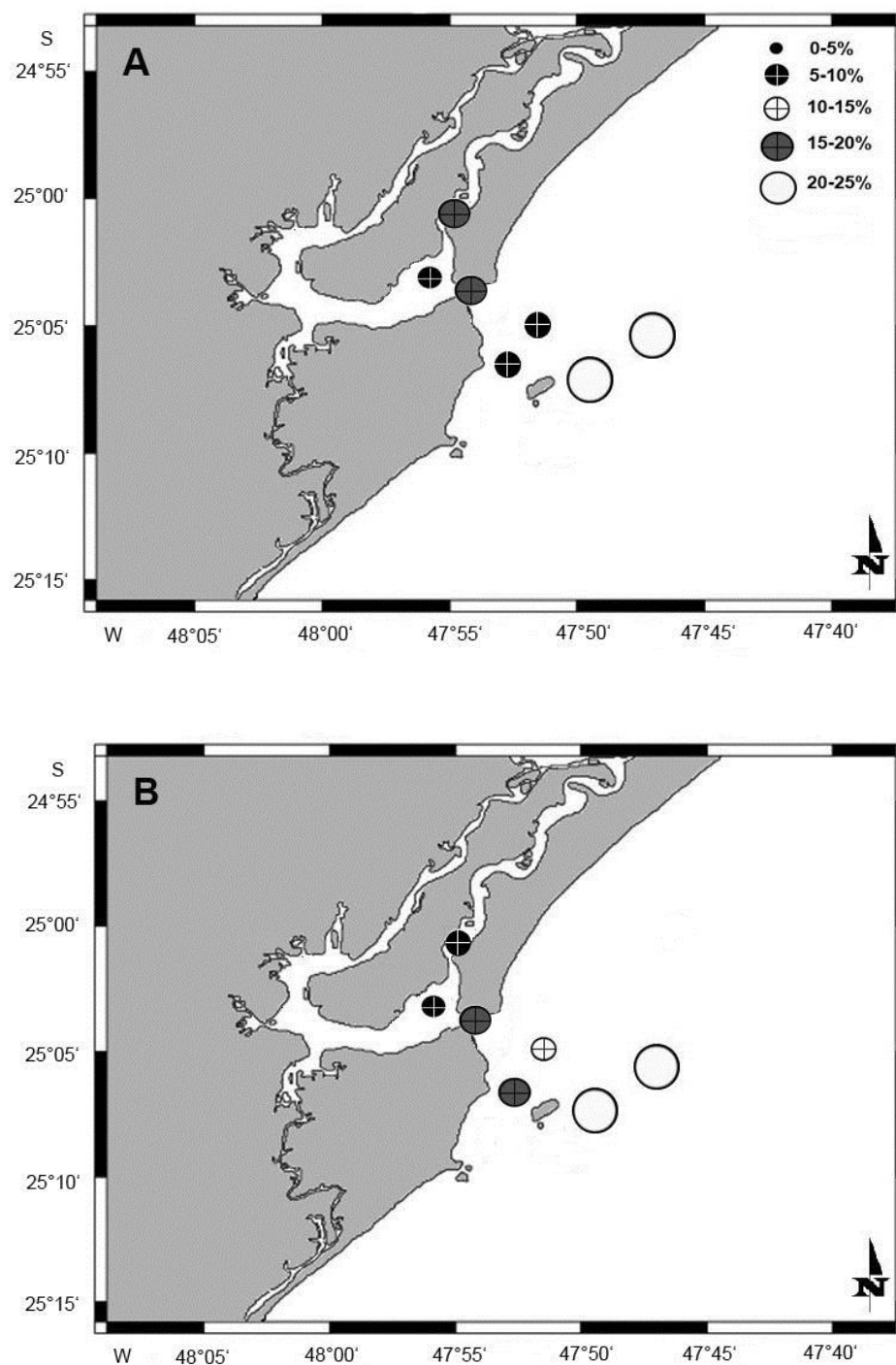


Figura 9: A: *Callinectes danae* Smith, 1869. B: *Callinectes ornatus* Ordway, 1863. Porcentagem de indivíduos nos pontos de amostragem coletados de julho de 2012 a junho de 2014, em Cananéia, São Paulo.

A relação entre a abundância de cada espécie e os fatores ambientais gerados pela análise de redundância (RDA) está representada principalmente pelo primeiro eixo, o qual explicou 99% da variância total dos dados, e evidenciou uma relação positiva da temperatura com a abundância de *C. danae* e negativa deste fator para *C. ornatus* (Tabela VII, Figura 10). Foi possível também notar graficamente um sincronismo do aumento do número de *C. danae* com o aumento da temperatura da água de fundo (Figura 11). Já para *C. ornatus*, é possível observar um segundo pico de abundância nos meses de junho a setembro/2013, quando as menores temperaturas foram registradas (Figura 11).

Tabela VII: Resultado da Análise de Redundância (RDA) entre as abundâncias de *Callinectes danae* Smith, 1869 e *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 e os fatores ambientais, coletado em Cananéia, São Paulo, de julho de 2012 a junho de 2014.

Proporção explicada		Fatores Ambientais	RDA1	RDA2	r ²	P
RDA1	0,9923	Temperatura	0,99388	0,11045	0,0685	0,005*
RDA2	0,00765	Salinidade	-0,99929	0,03771	0,0029	0,824
		Phi	-0,81478	-0,57977	0,0075	0,294
		Matéria orgânica	-0,94984	-0,31273	0,0086	0,489

*p<0,05

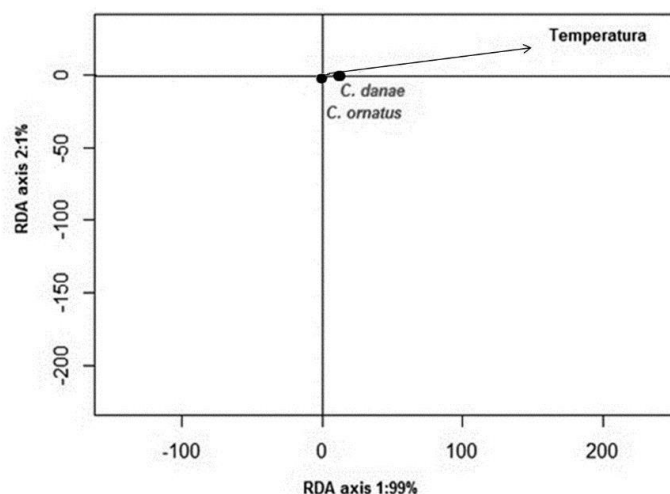


Figura 10: Biplot dos dois primeiros eixos da Análise de Redundância (RDA). Variação temporal e espacial das observações referentes regressão dos dados das espécies *Callinectes danae* Smith, 1869 e *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 em relação às variáveis ambientais que correlacionaram estatisticamente com as espécies coletadas em Cananéia, São Paulo, de julho de 2012 a junho de 2014. A seta preta indica a força da relação entre os eixos e os fatores ambientais.

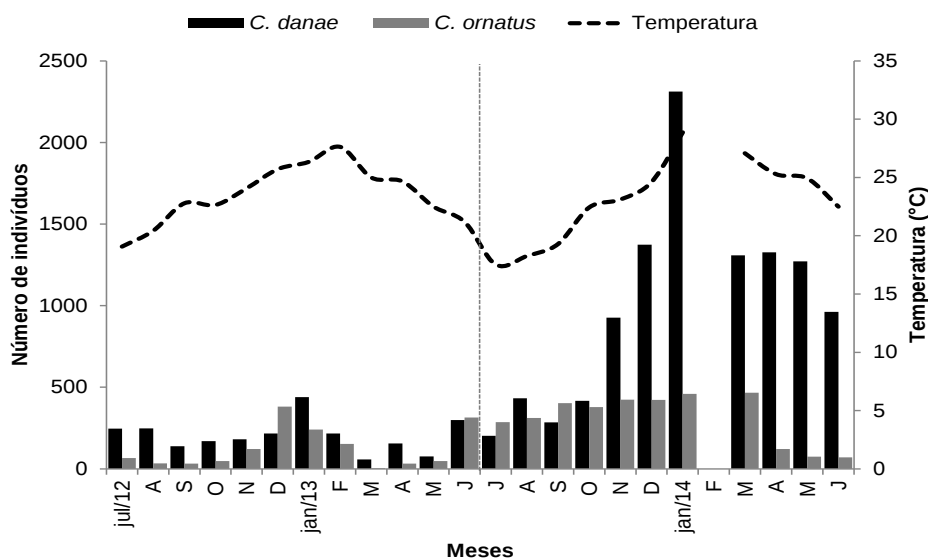


Figura 11: *Callinectes danae* Smith, 1869 e *Callinectes ornatus* Ordway, 1863. Número de indivíduos e a média da temperatura da água de fundo nos meses de amostragem coletados de julho de 2012 a junho de 2014, em Cananéia, São Paulo.

De acordo com a distribuição dos indivíduos e a relação das classes de fatores ambientais analisados (Figura 12), observa-se o aumento no número de *C. danae* com o aumento da temperatura. *Callinectes ornatus* apresentou uma distribuição mais homogênea.

Em relação à salinidade, as duas espécies apresentaram ampla distribuição, contudo, ambas foram capturadas em salinidades entre 28 a 31. Por outro lado, *C. danae* foi mais abundante em salinidade entre 16 a 19 e *C. ornatus* quando as salinidades estiveram entre 19 a 22.

Quando a distribuição em classe de salinidade é separada por categoria demográfica (jovem e adulto), observa-se que jovens de *C. danae* concentram-se em áreas de menores salinidades, enquanto jovens de *C. ornatus* possuem uma distribuição menos restrita (Figura 13).

Quanto ao sedimento, os indivíduos foram amostrados em maior número nas texturas de silte e argila (>4); no entanto, os *C. danae* foram capturados em maior número em locais com percentuais menores de matéria orgânica (6 a 9%) em relação a *C. ornatus* (15 a 18%).

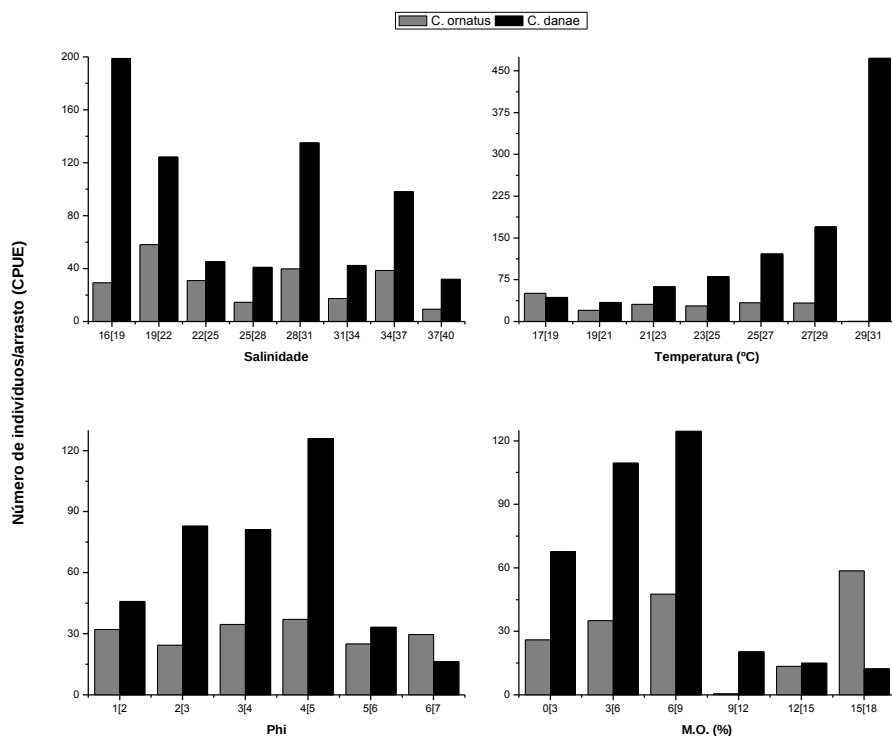


Figura 12: *Callinectes danae* Smith, 1869 e *Callinectes ornatus* Ordway, 1863. Número de indivíduos capturados por unidade de esforço (CPUE) de acordo com as classes de fatores ambientais coletados de julho de 2012 a junho de 2014, em Cananéia, São Paulo.

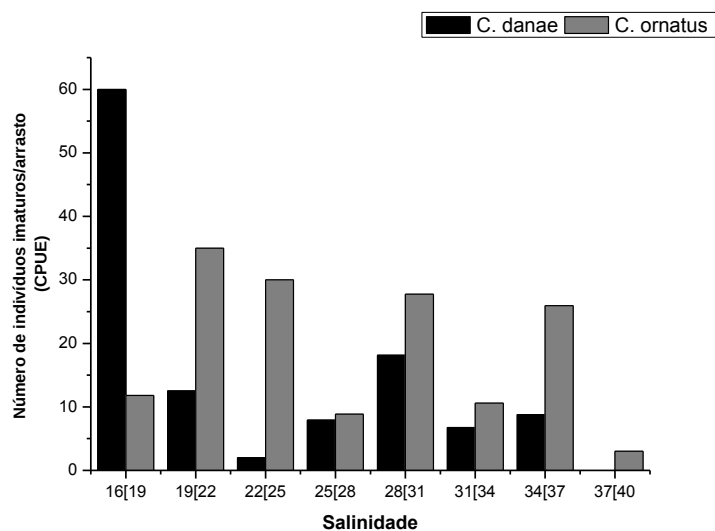


Figura 13: *Callinectes danae* Smith, 1869 e *Callinectes ornatus* Ordway, 1863. Número de indivíduos imaturos capturados por unidade de esforço (CPUE) de acordo com as classes de salinidade amostrados de julho de 2012 a junho de 2014, em Cananéia, São Paulo.

4. DISCUSSÃO

A variação mensal nos valores da temperatura da água na região de Cananéia apresentou um claro padrão sazonal, com águas mais quentes encontradas no verão e mais frias no inverno, típico de áreas subtropicais. Isso confere à esta região uma característica singular quando comparada a outras regiões do Estado de São Paulo, como o litoral norte paulista (23°S, 45°W), que é influenciado pela ACAS, uma massa de água fria, que, durante a primavera e o verão, promove a diminuição da temperatura da água de fundo para valores abaixo de 20°C (Valentin, 1984).

Os valores de temperatura entre os pontos foram homogêneos e a variação existente foi tipicamente sazonal. Nas menores profundidades, nos pontos que estavam localizados dentro do complexo estuarino-lagunar (5, 6 e 7) houve um pequeno aumento nos valores térmicos, devido ao maior aquecimento de suas águas em determinadas épocas do ano (Bérgamo, 2000).

A salinidade variou sazonalmente em resposta à precipitação pluviométrica e, especialmente, devido ao aporte de água continental no complexo, que ocorre principalmente pela descarga do Rio Ribeira de Iguape. A região apresenta valores pluviométricos máximos de janeiro a março, que coincide com o verão, quando também ocorreu maior variação de salinidade (CIIAGRO – <http://www.ciiagro.sp.gov.br/>).

A ação da maré nesse sistema é o principal responsável pelos processos de mistura e pelas trocas que se efetuam entre o oceano e o estuário, constituindo-se num agente efetivo no processo de transporte de sedimentos e na renovação das águas estuarinas (Miyao e Harari, 1989). Essa

circulação dentro do sistema, dirigida pela ação das ondas de maré, entra pelas barras de Cananéia (Mendonça e Katsuragawa, 2001), apresentando, em determinadas fases da maré, uma acentuada haloclina a meia profundidade, que desaparece subsequentemente, tornando a coluna d'água uniforme (Miyao e Harari, 1989; Miranda *et al.*, 1995). Neste sentido, o ponto relativamente próximo à Barra de Cananéia está sujeito à influência mais acentuadas das águas oceânicas, podendo apresentar maior variação de salinidade em função da maré (Miranda *et al.*, 1995).

O sedimento na região foi predominantemente arenoso e, segundo a classificação de Tucker (1998), com predomínio de areia muito fina. Alteração neste predomínio de sedimento arenoso é identificada apenas no ponto 4, onde o silte e a argila associado as altas quantidades de matéria orgânica predominaram. Segundo Tyson (1995), elevados teores de matéria orgânica estão diretamente ligados às áreas de baixa hidrodinâmica ou uma região de alta produtividade primária.

Pettijohn (1975) afirma que os parâmetros granulométricos são bons instrumentos na interpretação da hidrodinâmica bentônica marinha. O mesmo autor comprova, ainda, que o acúmulo de matéria orgânica em sedimentos é fortemente dependente da quantidade de argila depositada, devido ao processo de adsorção. Isso ocorre porque as argilas concentram cerca de quatro vezes mais matéria orgânica do que a fração areia muito fina. O conteúdo orgânico, dessa forma, pode ser diretamente correlacionado ao diâmetro médio e, principalmente, à porcentagem de argila do sedimento (Oliveira *et al.*, 2014).

Em comunidades bentônicas, heterogeneidades espaciais e temporais são responsáveis pela maior variabilidade na abundância relativa de uma espécie (Buchanan e Stoner, 1988; Bochini, 2016). No presente estudo, *C. danae* e *C. ornatus* apresentaram diferentes preferências quanto às variáveis ambientais. Enquanto *C. danae* foi registrado majoritariamente nas maiores temperaturas (~30°C), *C. ornatus* evidenciou grande número de espécimes capturados em menores temperaturas (~20°C), porém, com ampla variação na distribuição.

Callinectes danae apresentou alta abundância durante o verão, quando ocorreram elevadas temperaturas. Além disso, essa estação climática apresentou maior volume pluviométrico na região que, conseqüentemente, diminui a salinidade em áreas mais internas do estuário, favorecendo o deslocamento dos animais em direção às áreas costeiras. A temperatura favorável nesse período coincide com a migração das fêmeas de *C. danae* em direção ao mar para a desova, que também foi responsável pelo aumento verificado na abundância de indivíduos capturados desta espécie (Hines *et al.*, 1987; Chacur *et al.*; 2000; Sant'Anna *et al.*, 2012).

Em estudo no litoral norte paulista, Antunes *et al.* (2015) também associaram a alta abundância de *C. danae* à elevação térmica, porém, diferentemente dos resultados do presente estudo, a maior captura foi registrada no outono, em Ubatuba. Os autores justificaram a intrusão de águas quentes oriundas da Água Costeira (AC) que ocorre nesse período em baixas profundidades, explicando a elevação dos valores de temperatura. Em contrapartida, no verão, quando se espera uma elevação da temperatura, a

região sofre a influência de águas frias da ACAS, promovendo o resfriamento das águas e diminuindo, assim, a abundância dessa espécie.

A elevada abundância dessa espécie no verão também foi registrada por Branco e Masunari (2000) no litoral catarinense, região sul do Brasil. Assim, os resultados da região de Cananéia podem confirmar que é típica de regiões subtropicais, mesmo estando mais próxima de uma região tropical como o litoral norte paulista.

Callinectes ornatus apontou maiores abundâncias também no verão, e outro pico no inverno, acontecimento esse que correlacionou negativamente a abundância da espécie a esse fator. O fato das espécies apresentarem ocupação diferente frente aos fatores ambientais pode ser uma estratégia para evitar competição por alimento (Branco, 1996; Mantelatto & Chistofolletti, 2001; Branco *et al.*, 2002).

Embora desempenhando um papel importante no desencadeamento de eventos reprodutivos, que favorece a alta abundância nos períodos mais quentes, a temperatura também atua em eventos que consomem energia como a muda e a desova (Steele e Bert, 1994). A natureza sazonal da atividade de muda pode ser governada por variação temporal da temperatura e adequada disponibilidade de alimento (Aiken, 1969), tornando a temperatura um fator marcante na biologia dessas espécies.

Em comparação com as variáveis analisadas, a temperatura se destacou como o principal fator modulador da distribuição de *C. danae* e *C. ornatus* em Cananéia (SP). Porém, devido à heterogeneidade dos pontos de amostragem, faz-se necessário analisar o conjunto e o efeito sinérgico dos fatores ambientais e o registro dessas espécies.

Sabe-se que a combinação dos fatores analisados propicia condições favoráveis ao estabelecimento de uma única população, em uma área específica (Chacur e Negreiros-Fransozo, 2001). As espécies aqui estudadas foram distribuídas, principalmente, nas maiores profundidades em locais de alta salinidade, apresentando maior abundância na área costeira, porém, com ampla tolerância a variações salinas.

O ciclo de vida proposto para *C. danae* por Branco e Masunari (2000) na Lagoa da Conceição (SC) envolve áreas rasas e estuarinas onde ocorre o crescimento dos juvenis e a cópula, enquanto as fêmeas maduras e ovígeras migram para o mar aberto para a eclosão das larvas. Os resultados do presente estudo confirmam o proposto por esses autores também para a região de Cananéia, onde as maiores abundâncias de indivíduos imaturos foram registradas entre as salinidades de 16 a 19. Esse registro de juvenis em menores salinidades foi proposto também por Pita *et al.* (1985a), Chacur e Negreiros-Fransozo (2001), Sforza *et al.* (2010) e Carvalho e Couto (2011). Já *C. ornatus* não possui um ciclo de vida dependente do estuário (Mantelatto e Fransozo, 1999) e a incidência da espécie dentro do complexo estuarino, principalmente próximo à Barra de Cananéia, está associada ao ambiente mais calmo e salino para o processo de coorte e cópula.

Carvalho e Couto (2011) mostraram que a abundância de *C. ornatus* é positivamente correlacionada com a salinidade na costa norte do Brasil. No entanto, esta espécie também tem sido encontrada com pico de abundância em regiões estuarinas, com salinidade registradas de 20 a 25 (Teixeira e Sa, 1998). Tal comportamento eurialino corroborou a hipótese citada por Mantelatto e Fransozo (1999) para esta espécie, que tem seu ciclo de vida tipicamente

marinho, mas cujos adultos podem, eventualmente, entrar no estuário em busca de alimento. De acordo com DeVries *et al.* (1983), em um caso de oportunismo, *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863, invadiu estuários secundariamente por causa das condições favoráveis ao seu crescimento e desenvolvimento juvenil.

Severino-Rodrigues *et al.* (2009), estudando a diversidade e a biologia de Portunidae no complexo estuarino-lagunar de Cananéia, também verificaram a ocorrência de juvenis e um pequeno percentual de fêmeas ovígeras de *C. ornatus*; tais resultados indicam que esta espécie não depende do estuário para estratificar a sua população e que sua desova acontece em maiores profundidades, para onde as fêmeas devem migrar quando ovígeras.

A alta salinidade mostrou-se favorável à abundância do gênero em outras regiões estuarinas, como para *Callinectes bellicosus* Stimpson, 1859, em um lago costeiro no México (Arreola-Lizárraga *et al.*, 2003); *Callinectes simillis* Williams, 1966, que apresentou melhor taxa de crescimento em altas salinidades (Guerin e Stickle, 1997), e Róman-Contreras (1986) que constatou a entrada de *C. sapidus*, *C. danae* e *C. ornatus* na Laguna de Términos (México) associadas às maiores salinidades.

Espécies simpátricas apresentam afinidade por um ou mais recursos e, conseqüentemente, maior sobreposição entre seus nichos. Apesar dos portunídeos poderem ingerir o sedimento como um todo e extrair sua matéria orgânica, tais animais são basicamente carnívoros, com dieta composta por animais predados ou já em decomposição (Warner, 1977). Isso favorece uma sobreposição trófica com outras espécies simpátricas, principalmente aquelas congêneras ou de mesma equivalência ecológica, que, muitas vezes, se

tornam especializadas na extração de determinado recurso alimentar (Pinheiro *et al.*, 1997).

Callinectes danae foi encontrado com alta frequência em sedimento arenoso mais fino, tipo de substrato que é o mais favorável para o estabelecimento da espécie que usualmente se enterram no substrato. Pinheiro *et al.* (1997) e Andrade *et al.* (2014a) registraram *C. danae* associado à presença de sedimento constituído predominantemente a frações arenosas mais finas. Já *C. ornatus* não caracterizou um padrão de preferência em relação à composição granulométrica do sedimento (espécie euritópica) corroborando o estudo de Bertini *et al.* (2010), que a classificaram como generalista.

A distribuição dos siris em frações granulométricas variadas reflete a plasticidade comportamental das espécies. Segundo Schöne (1961), os portunídeos possuem o hábito de se enterrar no substrato, tanto para proteção contra predadores, como para facilitar a captura de presas; assim, o sedimento composto predominantemente por lama aumenta a dificuldade de enterramento. Em adição ao hábito de se enterrar, o sedimento corresponde à uma considerável porção dos itens ingeridos, um fato provavelmente resultante do hábito de seleção das presas no sedimento (Mantelatto e Christofolletti, 2001).

As distribuições observadas no presente estudo de *C. danae* e *C. ornatus* em Cananéia mostraram uma sobreposição espacial de nicho entre essas espécies congêneras. Ambas foram mais abundantes nos pontos localizados na região oceânica, de profundidade de 10 a 15 metros, porém, a maior abundância de *C. danae* mostra a dominância da espécie,

provavelmente devido à sua maior tolerância às variações ambientais, como também registrado no Complexo Baía-Estuário de Santos-São Vicente, por Pita *et al.* (1985b), bem como por Nevis *et al.* (2009) no Pará. Os autores indicaram que a espécie é positivamente associada com a entrada de águas continentais. Andrade *et al.* (2014a) também registraram maior abundância da espécie em São Francisco do Sul, o mais amplo complexo estuarino de Santa Catarina, atribuindo a dominância de *C. danae* às baixas salinidades registradas.

Por outro lado, estudos que mostram uma dominância de *C. ornatus* nas amostragens são realizados apenas em baías, sendo considerada a espécie de Portunidae mais abundante na região costeira do Brasil (Fransozo *et al.*, 1992; Pires, 1992; Negreiros-Fransozo e Fransozo, 1995; Lavrado *et al.*, 2000; Bertini *et al.*, 2004; Braga *et al.*, 2005; Di Benedetto *et al.*, 2010; Andrade *et al.*, 2014b).

As espécies mais tolerantes às variações ambientais a nível espacial ou temporalmente mostram maior sucesso na conquista de ambientes heterogêneos, sendo denominadas generalistas, ao contrário das especialistas, que devido à sua menor tolerância a certos recursos mostram-se mais localizadas ou endêmicas (Pinheiro *et al.*, 1997).

Em suma, as espécies em estudo não apresentaram distinta distribuição espacial e temporal, porém, respostas diferentes frente às variações sazonais de temperatura. O padrão de distribuição apresentado por *C. danae* e *C. ornatus* nesse estudo, aparentemente, suporta a proposta de Buchanan & Stoner (1988), que observaram complexas interações intra e interespecíficas entre espécies congêneres.

A hipótese de segregação espaço-temporal entre as duas espécies foi refutada para a região de Cananéia, podendo afirmar que o nicho ocupado por

cada uma delas na natureza mostra melhor relação com os recursos ambientais do que com as interações bióticas; além disso, a existência do grande estuário na região propicia o estabelecimento das espécies e seu completo ciclo de vida.

5. REFERÊNCIAS

- Aiken, D.E. 1969. Photoperiod, endocrinology and the Crustacean molt cycle. **Science**, **164**: 149–155.
- Andrade, L.S.; Frameschi, I.F.; Costa, R.C.; Castilho, A.L. & Fransozo, A. 2014. The assemblage composition and structure of swimming crabs (Portunoidea) in continental shelf Waters of southeastern Brazil. **Continental Shelf Research**, **94**: 8–16.
- Andrade, L.S.; Bertini, G.; Fransozo, V.; Teixeira, G.M.; Paiva Barros-Alves, S. & Fransozo, A. 2014b. Differential occupation of habitat as a reproductive strategy of the blue crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1968 (Crustacea: Decapoda). **Marine Biodiversity**, **44**(1): 27–36.
- Antunes, M.; Fransozo, V.; Bertini, G.; Teixeira, G.M. & Fransozo, A. 2015. Abundance and distribution of the swimming crab *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Decapoda, Portunidae) in the Ubatuba region, southeastern Brazil. **Marine Biology Research**, **11**(9): 920–932.
- Arreola-Lizárraga, J.A.; Hernández-Moreno, L.G.; Hernández-Vázquez, S.; Flores-Verdugo, F.J.; Lechuga-Devezé, C. & Ortega-Rubio, A. 2003. Ecology of *Callinectes arcuatus* and *C. bellicosus* (Decapoda, Portunidae) in a coastal lagoon of northwest Mexico. **Crustaceana**, **76**(6): 651–664.
- Bergamo, A.L. 2000. **Características da hidrografia, circulação e transporte de sal: Barra de Cananéia, Sul do Mar de Cananéia e Baía de Trapandé**. Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico, USP, São Paulo, 254p.
- Bertini, G.; Fransozo, A. & Melo, G.A. 2004. Biodiversity of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from non-consolidated sublittoral bottom on the northern coast of São Paulo State, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, **13**: 2185–2207.
- Bertini, G.; Fransozo, A. & Negreiros-Fransozo, M.L. 2010. Brachyuran soft-bottom assemblage from marine shallow waters in the southeastern Brazilian littoral. **Marine Biodiversity**, **40**: 277–91.

- Besnard, W. 1950. Considerações gerais em torno da região lagunar de Cananéia- Iguape I. **Boletim do Instituto Paulista de Oceanografia**, **1**(1): 9–26.
- Bochini, G.L. 2016. **Composição, abundância e diversidade de Brachyura (Crustacea: Decapoda) acompanhante da pesca de arrasto do camarão sete-barbas no Litoral sul de São Paulo**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Botucatu, 149p.
- Branco, J.O. 1996. Variações sazonais e ontogênicas na dieta natural de *Callinectes danae* Smith, 1869 (Decapoda, Portunidae) na Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, **39**(4): 999–1012.
- Branco, J.O. & Masunari, S. 2000. Reproductive ecology of the blue crab, *Callinectes danae* Smith, 1869 in the Conceição Lagoon System, Santa Catarina Isle, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, **60**(1): 17–27.
- Branco, J.O.; Lunardon-Branco, M.J.; Verani, J.R.; Schweitzer, R.; Souto, F.X. & Vale, W.G. 2002. Natural diet of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) in the Itapocoroy Inlet, Penha, SC, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, **45**(1): 35–40.
- Braga, A.A.; Fransozo, A.; Bertini, G. & Fumis, P.B. 2005. Composition and abundance of the crabs (Decapoda, Brachyura) off Ubatuba and Caraguatatuba, northern coast of São Paulo, Brazil. **Biota Neotropica**, **5**(2): 1–34.
- Buchanan, B. & Stoner, A.W. 1988. Distributional patterns of blue crabs (*Callinectes* sp.) in a Tropical Estuarine Lagoon. **Estuaries**, **11**(4): 231–239.
- Campos, E.J.D. 1995. **Estudos da circulação oceânica no Atlântico tropical e região oeste do Atlântico Subtropical Sul**. Tese de livre docência. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 114p.
- Carvalho, F.L. & Couto, E.C.G. 2011. Environmental variables influencing the *Callinectes* (Crustacea: Brachyura: Portunidae) species distribution in a tropical estuary – Cachoeira River (Bahia, Brazil). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, **91**(4): 793–800.

- Chacur, M.M.; Mansur, C.B. & Negreiros-Fransozo, M.L. 2000. Distributional patterns, seasonal abundance and moult cycle of *Callinectes danae* Smith, 1869 in the Ubatuba region, Brazil. **Nauplius**, **8**(2): 215–226.
- Chacur, M.M. & Negreiros-Fransozo, M.L. 2001. Spatial and seasonal distributions of *Callinectes danae* (Decapoda, Portunidae) in Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, **21**(2): 414–425.
- Costa, R.C.; Lopes, M.; Castilho, A.L.; Fransozo, A. & Simões, S.M. 2008. Abundance and distribution of juvenile pink shrimps *Farfantepenaeus* spp. in a mangrove estuary and adjacent bay on the northern shore of São Paulo State, southeastern Brazil. **Invertebrate Reproduction and Development**, **52**(1-2): 51–58.
- Costa, R.C.; Carvalho-Batista, A.; Herrera, D.R.; Pantaleão, J.A.F.; Teodoro, S.S.A. & Davanzo, T.M. 2016. Carcinofauna acompanhante da pesca do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* em Macaé, Rio de Janeiro, sudeste brasileiro. **Boletim do Instituto de Pesca**, **42**(3): 61–624.
- DeVries, M.C.; Epifanio, C.E. & Dittel, A.I. 1983. Lunar rhythms in the egg hatching of the subtidal crustacean: *Callinectes arcuatus* Ordway (Decapoda: Brachyura). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, **17**(6): 717–724.
- Di Benedetto, A.P.M.; DeSouza, G.V.C.; Tudesco, C.C.; Klôh, A.D.S. 2010. Records of brachyuran crabs as by-catch from the coastal shrimp fishery in northern Rio de Janeiro State, Brazil. **Marine Biodiversity Records**, **3**: 1–4.
- Emílson, I. 1961. The shelf and coastal waters off southern Brazil. **Boletim do Instituto oceanográfico**, **17**(2):101–112.
- Franke, H.D., Gutow, L., & Janke, M. 2007. Flexible habitat selection and interactive habitat segregation in the marine congeners *Idotea baltica* and *Idotea emarginata* (Crustacea, Isopoda). **Marine biology**, **150**(5): 929–939.
- Fransozo, A.; Negreiros-Fransozo, M.L.; Mantelatto, F.L.M.; Pinheiro, M.A.A. & Santos, S. 1992. Composição e distribuição dos Brachyura (Crustacea, Decapoda) do substrato não consolidado da Enseada da Fortaleza, Ubatuba (SP). **Revista Brasileira de Biologia**, **52**(4): 667–675.
- Graça-Lopez, 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 de Pesca**, **28**(2): 163–171.
- Guerin, J.L. & Stickle, W.B. 1997. Effect of salinity on survival and bioenergetics of juvenile lesser blue crabs, *Callinectes simillis*. **Marine Biology**, **129**: 63–69.
- Hines, A.H.; Lipcius, R.N. & Haddon, A.M. 1987. Population dynamics and habitat partitioning by size, sex, and molt stage of blue crabs *Callinectes sapidus* in a subestuary of central Chesapeake Bay. **Marine Ecology Progress Series**, **36**: 55–64.
- Keunecke, K.A., Moreira, F., Silva Junior, D.R.D. & Verani, J.R. 2008. Idade e crescimento de *Callinectes danae* e *C. ornatus* (Crustacea, Decapoda) na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, **98**(2): 231–235.
- Kumpera, B. 2007. **Contribuição ao processo sedimentary atual no Canal do Ararapira, sistema-estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape (SP)**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, USP, Instituto Oceanográfico, 118p.
- Lavrado, H.P.; Falcão, A.P.C.; Carvalho-Cunha, P. & Silva, S.H.G. 2000. Composition and distribution of Decapoda from Guanabara Bay-RJ. **Nauplius**, **8**(1): 15–23.
- Mantelatto, F.L.M. & Fransozo, A. 1999. Reproductive biology and moulting cycle of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) from Ubatuba region, São Paulo, Brazil. **Crustaceana**, **72**: 63–76.
- Mantelatto, F.L.M. & Christofoletti, A. 2001. Natural feeding activity of the crab *Callinectes ornatus* (Portunidae) in Ubatuba Bay (São Paulo, Brazil): influence os season, sex, size and molt stage. **Marine Biology**, **138**: 585–594.
- Matsuura, Y. 1986. Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). **Ciência e Cultura**, **38**(8): 1439–1450.
- Melo, G.A.S. 1996. **Manual de identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) do litoral brasileiro**. São Paulo, Ed. Plêiade, FAPESP, 604p.

- 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, Universidade Federal de São Carlos, 383p.
- Mendonça, J.T. & Katsuragawa, M. 2001. Caracterização da pesca artesanal no complex estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo, Brasil, (1995-1996). **Acta Scientiarum**, **23**(2): 535–547.
- Miranda, L.B. 1982. **Análise de massas de água da plataforma continental e da região oceânica adjacente: Cabo de são Torne (RJ) e Ilha de são Sebastião (SP)**. Tese de Livre-Docência. Universidade de são Paulo, Instituto Oceanográfico, 123p.
- Miranda, L.B. 1985. Forma da correlação T-S de massas de água das regiões costeira e oceânica entre Cabo de São Tomé (RJ) e Ilha de São Sebastião (SP), Brasil. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, **33**(2): 105–119.
- 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 Oceanografico**, **43**(2): 153–164.
- Miyao, S.Y. 1977. **Contribuição ao estudo da oceanografia física da região de Cananéia (lat 25°S long. 48°W)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Instituto Oceanográfico, São Paulo, 87p.
- Miyao, S.Y. & Harari, J. 1989. Estudo preimilinar da mare e das correntes de maré da região estuarina de Cananéia (25°S-48°W). **Boletim do Instituto Oceanográfico**, **37**(2): 107–123.
- Moreira, P.S.; Paiva Filho, A.M.; Okida, C.M.; Schmiegelow, J.M.M. & Giannini, R. 1988. Bioecologia de crustáceos decápodos, braquiúros, no sistema baía-estuario de Santo e São Vicente, SP. 1. Ocorrência e composição. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, **36**(1/2): 55–62.
- Negreiros-Fransozo, M.L. & Fransozo, A. 1995. On the distribution of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 and *Callinectes danae* Smith, 1869 (Brachyura, Portunidae) in the Fortaleza Bay, Ubatuba, Brazil. **Iheringia, Série Zoologia**, (79): 13–25.
- Nevis, A.B.; Martinelli, J.M.; Carvalho, A.S.S. & Nahum, V.J.I. 2009. Abundance and spatial-temporal distribution of the family Portunidae (Crustacea,

- Decapoda) in the Curuçá estuary on the northern coast of Brazil. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, **13**(1): 71–79.
- Oksanen, J.; Blanchet, F.G.; Kindt, R.; Legendre, P.; Minchin, P.R.; O'Hara, R.B.; Simpson, G.L.; Solymos, P.; Stevens, M.H.H. & Wagner, H. 2013. **Vegan: community ecology package**. R Package Version 2: 1–17.
- Oliveira, T.S.; Barcellos, R.L.; Schenttini, C.A.F. & Camargo, P.B. 2014. Processo sedimentar atual e distribuição da matéria orgânica em um complexo estuarino tropical, Recife, PE, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, **14**: 399–411.
- Pettijohn, F.J. 1975. **Sedimentary Rocks**. Harper & Row, 3ª edição, New York, 628p.
- Pinheiro, M.A.A.; Fransozo, A. & Negreiros-Fransozo, M.L. 1997. Dimensionamento e sobreposição de nichos dos Portunídeos (Decapoda, Brachyura), na Enseada da Fortaleza, Ubatuba, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, **14**(2): 371–378.
- Pires, A.M.S. 1992. Structure and dynamics of benthic megafauna on the continental shelf offshore of Ubatuba, Southeastern Brazil. **Marine Ecology Progress Series**, **86**: 63–76.
- Pita, J.B.; Rodrigues, E.S.; Graça-Lopes, R. & Coelho, J.A.P. 1985a. Observações bioecológicas sobre o siri *Callinectes danae*, SMITH, 1869 (Crustacea, Portunidae), no Complexo Baía-Estuário de Santos, estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, **12**(4): 35–43.
- Pita, J.B.; Rodrigues, E.S.; Graça-Lopes, R. & Coelho, J.A.P. 1985b. Levantamento preliminar da Família Portunidae (Crustacea, Decapoda, Brachyura) no Complexo Baía-Estuário de Santos, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, **12**(3): 153–162.
- R Development Core Team, 2013. R: **A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <http://www.R-project.org>.
- Róman-Contreras, R. 1986. Análisis de la población de *Callinectes* spp. (Decapoda: Portunidae) en sector occidental de la laguna de terminos, Campeche, Mexico. **Anales del Instituto de Ciencias del Mar Y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México**, **13**(1): 315–322.

- Sant'Anna, B.S.; Turra, A. & Zara, F.J. 2012. Reproductive migration and population dynamics of the blue crab *Callinectes danae* in an estuary in southeastern Brazil. **Marine Biology Research**, **8**: 354–362.
- Schoener, T.W. 1986. **Resource partitioning**. In: Kikkawa, J., Anderson, D.J. (eds), Community Ecology: Pattern and Process. Blackwell Scientific, Melbourne, pp 91–126.
- Schöne H. 1961. **Complex behavior**. In: Waterman TH, editor. *The Physiology of Crustacea*. Volume II. Sense Organs, Integration and Behaviour. New York: Academic Press, p 465–520.
- Severino-Rodrigues, E.; Soares, F.C.; Graça-Lopes, R.; Souza, K.H. & Canéo, V.O.C. 2009. Diversidade e biologia de espécies de Porunidae (Decapoda, Brachyura) no estuário de Iguape, Ilha comprida e Cananéia, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, **35**(1): 47–60.
- Steele, P. & Bert, T.M. 1994. Population ecology of the blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, in a subtropical estuary: population structure, aspects of reproduction, and habitat partitioning. **Florida Marine Research Publications**, **51**: 1–24.
- Sforza, R.; Nalesso, R.C. & Joyeux, J.C. 2010. Distribution and population structure of *Callinectes danae* (Decapoda: Portunidae) in a Tropical Brazilian Estuary. **Journal of Crustacean Biology**, **30**(4):597–606.
- Silveira, I.C.A.; Schmidt, A.C.K.; Campos, E.J.D.; Godoi, S.S. & Ikeda, Y. 2000. A corrente do Brasil ao largo da Costa Leste Brasileira. **Revista Brasileira de Oceanografia**, **48**(2): 171–183.
- Suguio, K. 1973. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo. ED. Edgard Blucher, EDUSP, 317p.
- Teixeira, R.L. & Sá, H.S. 1998. Abundância de macrocrustáceos decápodos nas áreas rasas do complexo lagunar Mundaú/Manguaba, AL. **Revista Brasileira de Biologia**, **58**: 393–404.
- Tucker, M. 1988. **Techniques in sedimentology**. Oxford: Blackwell, Blackwell Scientific Publications, Boston 394p.
- Tyson, R.V. 1995. **Sedimentary organic matter. Organic facies and palynofacies**. Fossil Fuels and Environmental Geochemistry (Postgraduate Institute), University of Newcastle upon Tyne, UK, 15p.

- UNESCO. 2005. **World Network of Biosphere Reserves – SC/EES – June 2005**. The MAB Program, 19p.
- Valentin, J.L. 1984. Analyses des parameters hydrobiologiques dans la remontée de Cabo Frio (Brésil). **Marine Biology**, **82**: 259–276.
- Warner, G.F. 1977. **The biology of crabs**. New York, Elek Science London, 202p.
- Watanabe, T.T.; Sant’Anna, B.S.; Hattori, G.Y. & Zara, F.J. 2014. Population biology and distribution of the portunid crab *Callinectes ornatus* (Decapoda: Brachyura) in an estuary-bay complex of southern Brazil. **Zoologia**, **31**(4): 329–336.
- Wentworth, C.K. 1922. A scale of grade and terms of clastic sediments. **The Journal of Geology**, **30**: 377–392.
- Wu, R.S.S. & Shin, P.K.S. 1997. Food segregation in three species of portunid crabs. **Hydrobiologia**, **362**(1-3): 107–113.
- Zar, J.H. 1999. **Biostatistical Analysis**. Prentice-Hall, New Jersey, 2ª edição, 718p.
- Zar, J.H. 2010. **Biostatistical Analysis**. Pearson Prentice-Hall, Upper Saddle River, 5ª edição, 944p.

CAPÍTULO 2

*Estrutura populacional de duas espécies do gênero
Callinectes (Brachyura: Portunidae) em uma área
subtropical no sul do Estado de São Paulo*



RESUMO

As alterações na dinâmica populacional das espécies podem ser atribuídas ao efeito latitudinal, a sua sobreexploração, como também às variações ambientais locais. As informações geradas através do conhecimento da estrutura populacional esclarecem quais fatores atuam de forma mais efetiva sobre as espécies. O objetivo deste estudo foi descrever a estrutura populacional de *Callinectes danae* e *C. ornatus* em Cananéia, São Paulo, com base na distribuição dos indivíduos em classes de tamanho, na razão sexual, na estimativa das taxas de crescimento e longevidade e, verificar por meio de técnicas morfométricas o dimorfismo entre os sexos e as espécies. As coletas foram realizadas mensalmente durante dois anos (julho/2012 a junho/2014). Foram coletados 13.262 indivíduos de *C. danae* e 4.892 de *C. ornatus*. Os grupos demográficos apresentaram diferentes distribuições entre os pontos amostrados e a razão sexual foi a favor das fêmeas para *C. danae* e dos machos para *C. ornatus*. As diferenças no crescimento entre machos e fêmeas foram observadas em ambas as espécies, sendo a longevidade de *C. danae* estimada em 2,05 anos para os machos e 1,56 anos para as fêmeas e, para *C. ornatus* 1,81 anos para machos e 2,31 anos para as fêmeas. As relações morfométricas das duas espécies analisadas apresentaram diferenças significativas entre os sexos e as espécies. Os machos exibiram tamanhos maiores que as fêmeas, um padrão que está associado às estratégias reprodutivas, quando a energia metabólica é direcionada ao crescimento somático (machos) e para o desenvolvimento das gônadas (fêmeas). As espécies revelaram uma heterogeneidade fenotípica significativa que pode estar relacionadas às respostas evolucionárias, causada pela plasticidade das espécies. As condições oceanográficas locais foram as responsáveis pelas diferenças observadas intra e interespecífica, controlando os padrões populacionais dessas espécies na região.

Palavras-chave: crescimento; longevidade; morfometria; razão sexual.

ABSTRACT

Changes in population dynamics can be attributed to latitudinal effect, its overexploitation, or to local environmental variations. The information generated with the study of the population structure clarifies which factors act effectively on the species. The aim of this study was to describe the population structure of *Callinectes danae* and *C. ornatus* in Cananéia, São Paulo, based on the distribution of individuals in size classes, sex ratio, estimation of growth and longevity rates, and to verify dimorphism between sexes and species using morphometric techniques. Samples were performed monthly for two years (July/2012 to June/2014). In total, 13,262 individuals of *C. danae* and 4,892 of *C. ornatus* were captured. The demographic groups showed different distributions among the sampled points and sex ratio skewed towards females for *C. danae* and towards males for *C. ornatus*. Differences in growth between males and females were observed in both species; longevity of *C. danae* was estimated at 2.05 years for males and 1.56 years for females, and of *C. ornatus* was estimated at 1.81 years for males and 2.31 years for females. The morphometric relations of the two species analyzed showed statistically significant differences between sexes and species. Males exhibited larger sizes than females, which is associated with reproductive strategies. The metabolic energy is directed to somatic growth in males and to the gonad development in females. The two species showed a significant phenotypic heterogeneity that may be related to evolutionary responses caused by plasticity of the species. Local oceanographic conditions were responsible for the intra- and interspecific differences observed, controlling the population patterns of both species in the region.

Keywords: growth; longevity; morphometry; sex ratio.

1. INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Callinectes* Stimpson, 1860, são amplamente distribuídas nas águas costeiras das Américas (Willians, 1974; Fischer e Wolff, 2006), apresentando um complexo ciclo de vida, que compreende estágios planctônicos e bentônicos dependentes de regiões marinhas e estuarinas (Hines *et al.*, 1995; Branco e Masunari, 2000).

Os siris *C. danae* Smith, 1869 e *C. ornatus* Ordway, 1863 possuem um papel fundamental na cadeia trófica e um ciclo de vida relativamente curto (Van Engel, 1990; Branco e Lunardon-Branco, 1993; Keunecke *et al.*, 2008); respondendo rapidamente às mudanças ambientais, o que os tornam excelentes modelos para estudar variações, como a diferença em tamanhos entre as populações.

Alterações na dinâmica populacional de uma espécie podem ser atribuídas ao “paradigma do efeito latitudinal”, o qual propõe que os tamanhos dos indivíduos, entre outros, tendem a se diferenciar conforme a localização latitudinal das espécies (Bauer, 1992; Castilho *et al.*, 2007). Porém, essas alterações também podem ocorrer em consequência da sobreexploração das populações, resultando em diminuição do tamanho assintótico. Assim, a compreensão de quais fatores atuam de forma efetiva sobre as espécies torna-se necessária e pode ser utilizada em futuras gestões pesqueiras (Birkeland e Dayton, 2005; Walsh *et al.*, 2006; Fonteles-Filho, 2011).

O conhecimento da estrutura populacional fornece informações essenciais para a compreensão do ciclo de vida das espécies, pois é possível verificar a constituição dos grupos demográficos e a razão sexual, que são

parâmetros que refletem o equilíbrio da população, e, em geral, espera-se uma proporção de 1:1 (Fisher, 1930). Porém, fatores como a longevidade e a taxa de crescimento diferencial entre os sexos também podem alterar essa proporção (Wenner, 1972). Além disso, o dimorfismo sexual pode refletir no sucesso reprodutivo das espécies. Sob essa hipótese, diferenças na relação entre tamanho corporal e sucesso reprodutivo entre machos e fêmeas resultam em seleção, favorecendo diferentes tamanhos nos dois sexos. O argumento mais comumente aceito é que machos maiores apresentam vantagens no comportamento agonístico, portanto, aumentam as oportunidades de cópula e o sucesso reprodutivo (Shine, 1989).

Essas variações nas características populacionais podem trazer consequências importantes sobre diferentes aspectos na história de vida das espécies (Jivoff *et al.*, 2017; Kendall *et al.*, 2002). De acordo com Mendonça *et al.* (2010), a falta de informações sobre as espécies de *Callinectes* em Cananéia impossibilita a criação de políticas de gestão e, consequentemente, a exploração sustentável desse recurso.

Portanto, o objetivo desse estudo foi descrever a estrutura populacional de *C. danae* e *C. ornatus* em Cananéia/SP, com base na distribuição dos indivíduos em classes de tamanho, na razão sexual, na estimativa das taxas de crescimento e longevidade, e verificar se há um possível dimorfismo morfológico entre os sexos e as espécies. Sendo assim, torna-se possível testar a hipótese de que a estrutura populacional de *C. danae* e *C. ornatus* apresenta um padrão distinto das outras populações que habitam diferentes latitudes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo e amostragens dos fatores bióticos e abióticos

A região de Cananéia/SP apresenta um complexo (Cananéia-Iguape) que é considerado o principal complexo estuarino-lagunar da costa sudeste do Brasil, com mais de 100 quilômetros de extensão (Besnard, 1950; Leme *et al.*, 2014). O complexo possui ligação com o Oceano Atlântico através das Barras do Icapara, de Cananéia e Barra de Ararapira; sendo a Barra de Cananéia, entre a Ilha Comprida e a Ilha do Cardoso, a que proporciona trocas de massas d'água mais eficientes com a região costeira, por apresentar maior secção transversal (Bergamo, 2000).

As coletas do presente estudo foram realizadas de julho/2012 a junho/2014 em sete pontos, sendo quatro na região costeira e três no interior do complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape (Figura 1). No mês de fevereiro/2014 não foi possível a realização da amostragem do material biótico e abiótico devido às más condições climáticas.

A captura dos espécimes foi efetuada por meio de um barco camaroeiro equipado com duas redes de arrasto do tipo “otter-trawl”, tendo as seguintes medidas: 4m de largura de boca, 10m de comprimento e malhas com 20mm de distância entrenós nas mangas e corpo da rede e 18mm de distância entrenós no ensacador. Em cada ponto, o esforço amostral foi de 30 minutos/arrasto (área amostral $\approx 16.000\text{m}^2$). Após o término da amostragem de cada ponto, os exemplares de *C. danae* e *C. ornatus* foram triados, ensacados, etiquetados e armazenados em caixas térmicas com gelo picado.

As características físicas de cada ponto de amostragem, incluindo temperatura (termômetro de mercúrio °C) e salinidade (refratômetro óptico) da água, bem como análise do sedimento por coleta, foram coletadas mensalmente com um uma garrafa de Van Dorn e um pegador do tipo Van Veen (área de 0,06m²), respectivamente. Para a determinação das frações granulométricas e do teor de matéria orgânica no sedimento em cada ponto amostrado, utilizou-se como referência os trabalhos de Hakanson e Jansson (1983), Tucker (1988) e Mantelatto e Fransozo (1999).

Os siris foram identificados de acordo com Melo (1996); o sexo foi observado por avaliação da morfologia abdominal, com os indivíduos classificados como morfologicamente juvenis pela aderência do abdome ao esternito torácico (Van Engel, 1958; Taissoun, 1970). A largura da carapaça (LC = distância entre a base dos dois últimos espinhos marginais) foi medida com usando um paquímetro (0,01mm).

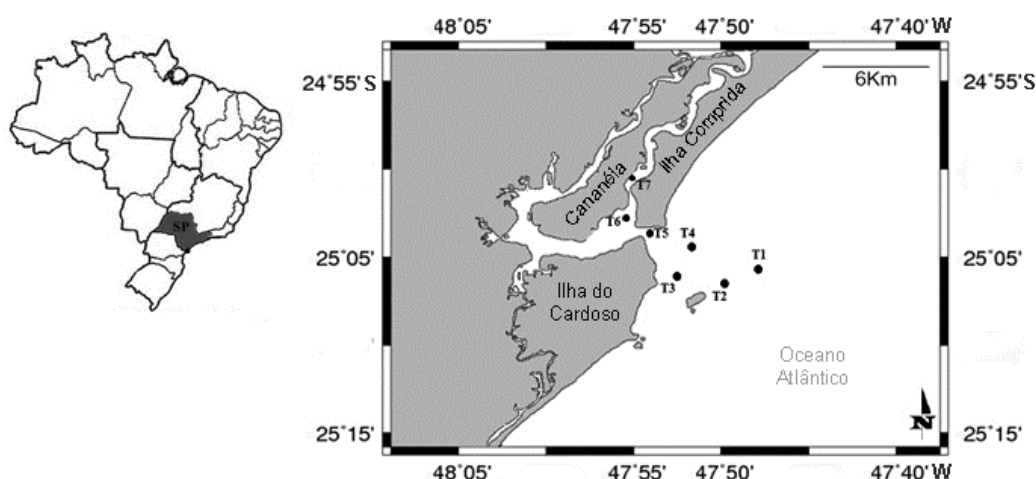


Figura 1: Mapa evidenciando a área de estudo em Cananéia, São Paulo e a distribuição dos pontos amostrados. Área marinha (1, 2, 3 e 4) e estuarina do Complexo estuarino lagunar (5, 6 e 7).

2.2. Estrutura populacional

Para a análise de distribuição em classes de tamanho foram utilizados intervalos de classe de 6mm (LC) para *C. danae* e de 5mm (LC) para *C. ornatus*. Os intervalos de tamanho para cada classe foram determinados de acordo com a fórmula matemática de Sturges (1926) para cada espécie.

A diferença no tamanho da largura da carapaça (LC mm) entre machos e fêmeas foi comparada utilizando o teste de Mann-Whitney ($\alpha = 0,05$) (Zar, 1996). O teste de duas amostras de Kolmogorov-Smirnov (2n) foi usado para determinar se houve variação significativa no tamanho entre as classes (Sokal e Rohlf, 1995).

Já a diferença de tamanho (LC) de cada grupo demográfico em cada ponto amostrado foi testada utilizando o teste de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste de comparações múltiplas de Dunn.

A frequência de machos e fêmeas foi testada quanto à razão sexual usando o teste X^2 com correlação de Yates, com um grau de liberdade, mensalmente e considerando todo o período amostrado (Sokal e Rohlf, 1995).

2.3. Crescimento dos indivíduos e longevidade

A análise de crescimento foi realizada separadamente para machos e fêmeas. Para cada mês de coleta, a frequência dos comprimentos (LC mm) foi distribuída em classes de tamanho e as modas calculadas por meio do software "PeakFit" (PeakFit v. 4.06 SPSS Inc. for Windows Copyright 1991-1999, AISN Software Inc.).

Para as estimativas dos parâmetros de crescimento, todas as coortes escolhidas foram ajustadas ao modelo de crescimento de von Bertalanffy

(1938) foi dada por $LC_t = LC_\infty [1 - e^{-k(t - t_0)}]$, onde a largura da carapaça LC_t é o tamanho estimado na idade t ; LC_∞ é o comprimento assintótico; k o coeficiente de crescimento e t_0 equivale à idade teórica que o organismo teria no tamanho igual a zero.

Os parâmetros de crescimento foram estimados para as diferentes coortes com a ferramenta “Solver” variando os parâmetros da equação (LC_∞ , k e t_0). As coortes selecionadas foram aquelas com um ritmo biologicamente coerente, no que diz respeito à longevidade, coeficiente de crescimento e comprimento assintótico (LC_∞). A comparação entre as curvas de machos e fêmeas foi efetuada utilizando o teste F ($\alpha = 0,05$), de acordo com Cerrato (1990).

A longevidade foi obtida através da equação inversa de von Bertalanffy (1938), com uma adaptação sugerida por D’Incao e Fonseca (1999), considerando $t_0 = 0$ e $LC/LC_\infty = 0,99$; e a equação de longevidade dada por $t = (t_0 - (1/k) \ln(1 - LC_t/LC_\infty))$.

2.4. Análises morfométricas

Dos indivíduos de *C. danae* e *C. ornatus* foram obtidas medidas morfométricas para ambos os sexos em cada espécie: largura da carapaça (LC) = distância entre a base dos dois últimos espinhos marginais; comprimento da carapaça (CC) = distância entre a concavidade da frente e sua porção mediana posterior; largura da região frontal (LRF) = distância entre a base dos dois espinhos frontais; maior comprimento do própodo do quelípodo (direito e esquerdo) (CPQ) = distância entre a porção distal do dedo fixo e a região mais proximal ao carpo; largura do própodo do quelípodo (LPQ) = maior

largura entre as faces medial e lateral do própodo; altura do própodo do quelípodo (APQ) = distância entre o ponto mais alto, na inserção do dactilo, até a margem oposta do própodo; largura do abdome (LA) = maior distância correspondente à medida do 5º somito abdominal; LT = maior largura do télson; AT = maior comprimento do télson; CDP = comprimento do dactilo do último pereópodo; LDP = largura do dactilo do último pereópodo (Figura 2).

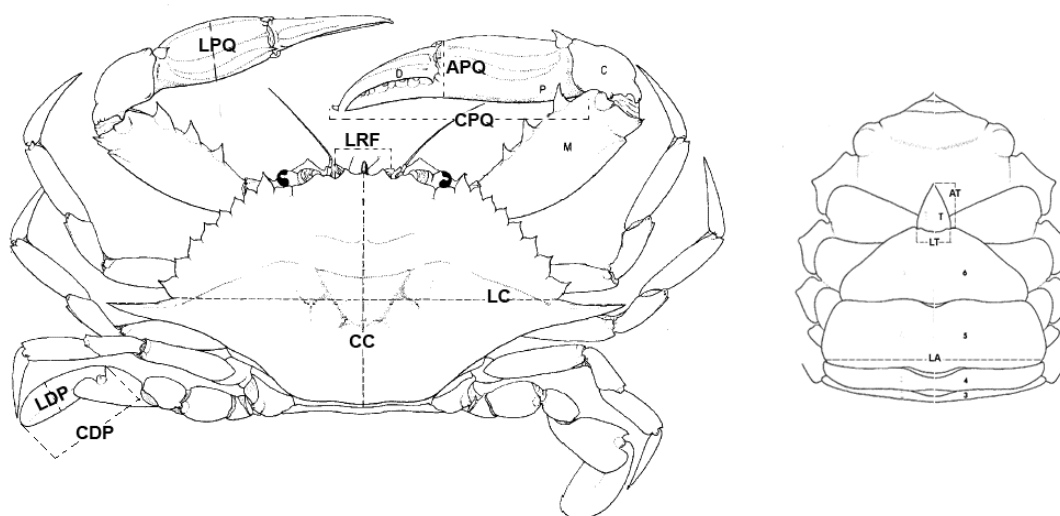


Figura 2: Caracterização das medidas morfométricas tomadas de cada indivíduo. LC: largura da carapaça; CC: comprimento da carapaça; LRF: largura da região frontal; CPQ: comprimento do própodo do quelípodo (direito e esquerdo); LPQ: largura do própodo do quelípodo; APQ: altura do própodo do quelípodo; LA: largura do abdome; LT: largura do télson; AT: altura do télson; CDP: comprimento do dactilo do último pereópodo; LDP: largura do dactilo do último pereópodo. Fonte: Adaptado de William, 1974.

A largura da carapaça (LC) foi utilizada como variável independente na relação com as demais variáveis morfométricas (CC; LRF; CPd; LPd; APd; CPe; LPe; APe; LA; LT; AT; CDP; LDP). Foi realizada uma análise de regressão linear simples utilizando os dados após submetidos a logaritmização neperiana (ln).

A equação alométrica ($Y = aX^b$) foi utilizada para remover o efeito da variação do tamanho da carapaça (X) em relação às outras características (variáveis) de tamanho utilizadas para a análise morfométrica (Y) (Tzeng, 2004). Todas as características de tamanho foram padronizadas de acordo com: $Y_i^* = Y_i [X/X_i]^b$, no qual Y_i^* é o tamanho padronizado da característica que se deseja; Y_i é o tamanho da característica que vai ser padronizada; X é a média da largura da carapaça da amostra analisada; e X_i é a média da largura da carapaça dos indivíduos analisados.

Posteriormente, uma análise de covariância (ANCOVA, $\alpha=0,05$) foi realizada para comparar os coeficientes angulares (b) e lineares (a) de cada relação morfométrica entre as populações estudadas (*C. danae* e *C. ornatus*).

Uma análise discriminante (AD) foi realizada para evidenciarmos se as diferenças morfométricas entre as populações são significativas e determinadas quais variáveis (estruturas) foram mais relevantes na divisão dos grupos (populações) em estudo. O poder de discriminação de cada variável foi observado pelo Wilks'lambda, que foram associados aos valores estatísticos de F e P , considerando-se na AD apenas os valores de $F < 1$ (Anastasiadou e Leonardos, 2008). Valores de Wilks'lambda podem variar de 0 a 1, sendo, 0 = total discriminação e 1 = ausência de discriminação.

Também foi realizada uma análise de discriminantes canônicos para evidenciarmos, graficamente, a separação dos grupos (populações). As variáveis canônicas ("Roots") foram testadas quanto à sua significância pelo teste do Chi-quadrado (χ^2).

O teste "*t Student*" ($\alpha = 0,05$) foi aplicado a fim de verificar um possível dimorfismo sexual em relação ao tamanho dos indivíduos amostrados, tanto

para *C. danae* como para *C. ornatus* (Zar, 1999). As medidas morfométricas foram usadas para comparar se há uma diferença no padrão de crescimento das estruturas entre os sexos. A análise de covariância (ANCOVA) foi realizada para testar as diferenças entre os grupos (machos e fêmeas).

3. RESULTADOS

3.1. Estrutura populacional

Um total de 13.262 indivíduos de *C. danae* foi analisado durante o período de estudo, sendo 1.648 juvenis (1.091 machos e 557 fêmeas), 1.233 machos adultos e 10.381 fêmeas adultas; destas, 5.202 fêmeas ovígeras. Para *C. ornatus* um total de 4.892 exemplares foi analisado, sendo 3.205 juvenis (1.788 machos e 1.417 fêmeas), 1.302 machos adultos, 385 fêmeas adultas; destas, 34 fêmeas ovígeras.

A amplitude e a média de tamanho de cada grupo demográfico analisado estão representadas na Tabela I. Não houve diferença significativa no tamanho médio (LC mm) entre machos e fêmeas de *C. danae* (Mann-Whitney Rank Sum Test, $p = 0,157$). Para *C. ornatus* verificou-se uma diferença significativa no tamanho médio, sendo os machos maiores do que as fêmeas (Mann-Whitney Rank Sum Test, $p < 0,001$).

Callinectes danae apresentou maior frequência de captura de machos na classe de tamanho (LC) entre 70,0 a 76,0mm; enquanto que, para as fêmeas, a maior frequência de captura ocorreu nas classes entre 58,0 a 64,0mm e 64,0 a 70,0mm, apresentando diferença significativa na distribuição em classes de tamanho entre os sexos (Kolmogorov-Smirnov test, $D = 0,22$; p

= 0,00) (Figura 3). Para os indivíduos de *C. ornatus*, a maior amostragem de machos foi registrada com tamanhos entre 55,0 a 60,0mm e de 60 a 65mm e, as fêmeas, entre 45,0 a 50,0mm e 50 a 55mm, ou seja, com distribuição em classe de tamanho substancialmente diferente entre os sexos (Kolmogorov-Smirnov test, $D = 0,32$, $p = 0,00$) (Figura 4).

Tabela I: *Callinectes danae* Smith, 1869. B: *Callinectes ornatus* Ordway, 1863. Tamanhos mínimo (Mín), máximo (Máx) e médio ($\pm$ desvio padrão) da largura da carapaça (LC mm) dos indivíduos amostrados em Cananéia, São Paulo, durante o período de julho de 2012 a junho de 2014. MJ = macho jovem, MA = macho adulto, FJ = fêmea jovem, FA = fêmea adulta não ovígeras, FO = fêmea ovígeras, Min = mínimo, Máx = máximo, DP = desvio padrão.

Grupo demográfico	<i>C. danae</i>		<i>C. ornatus</i>	
	Min-Máx	Média $\pm$ DP	Min-Máx	Média $\pm$ DP
	(LCmm)	(LC mm)	(LCmm)	(LC mm)
MJ	12,1 – 76,5	49,7 $\pm$ 10,6	11,4 – 66,2	34,4 $\pm$ 8,8
MA	46,6 – 99,6	72,3 $\pm$ 8,1	28,8 – 82,0	60,8 $\pm$ 7,2
FJ	13,1 – 67,8	45,7 $\pm$ 7,7	12,7 – 47,6	32,1 $\pm$ 6,7
FA	31,2 – 84,6	63,9 $\pm$ 5,8	23,6 – 67,3	49,2 $\pm$ 5,8
FO	32,1 – 91,9	64,6 $\pm$ 5,5	41,0 – 62,8	51,9 $\pm$ 5,8
Total	12,1 – 99,6	63,0 $\pm$ 8,9	11,4 – 82,0	42,0 $\pm$ 14,3

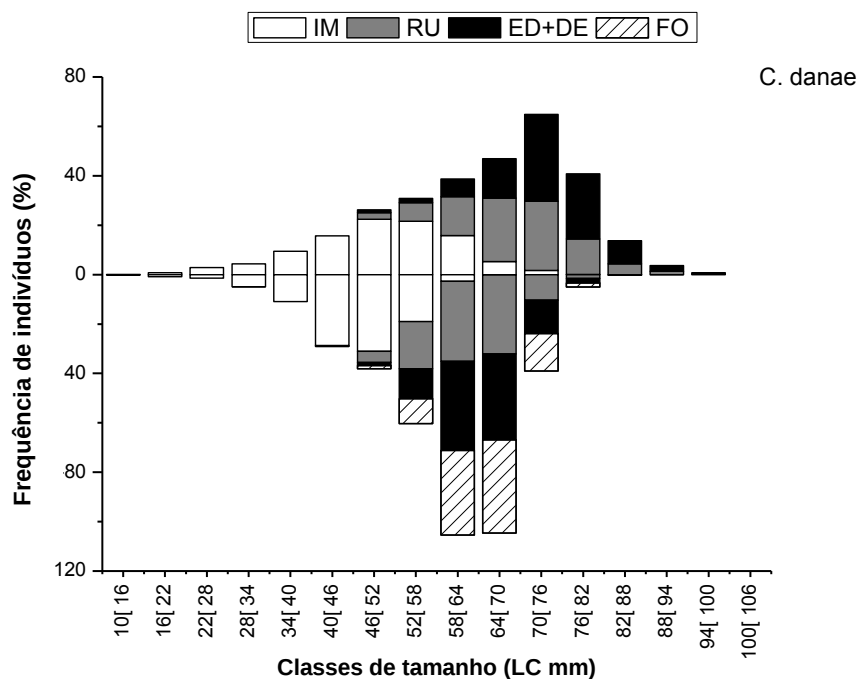


Figura 3: *Callinectes danae* Smith, 1869. Distribuição de frequência das classes de tamanho (LC mm) de machos e fêmeas amostrados em Cananéia, São Paulo, durante o período de julho de 2012 a junho de 2014.

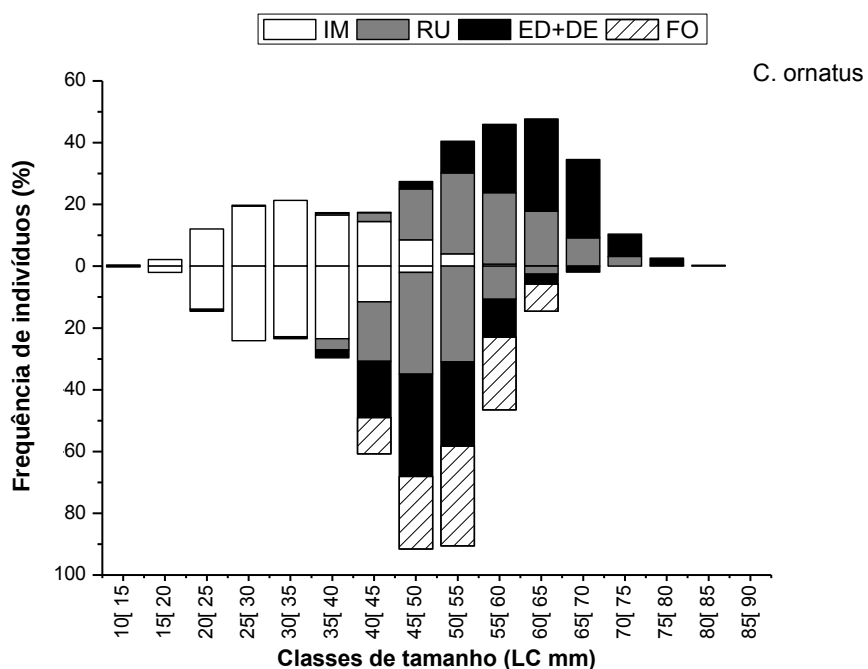


Figura 4: *Callinectes ornatus* Ordway, 1863. Distribuição de frequência das classes de tamanho (LC mm) de machos e fêmeas amostrados em Cananéia, São Paulo, durante o período de julho de 2012 a junho de 2014.

Em relação a cada grupo demográfico, o tamanho médio dos juvenis em *C. danae* foi significativamente maior ($H = 67,75$, $p < 0,001$) nos pontos 1 e 7 diferindo dos pontos 2, 5 e 6. O tamanho dos machos adultos do ponto 6 diferiu daqueles dos 2, 5 e 7 ($H = 28,562$, $p < 0,001$); já as fêmeas adultas não apresentaram diferença significativa em tamanho entre os pontos ($p > 0,05$) (Figura 5).

Para *C. ornatus* foi verificada diferença significativa em todos os grupos demográficos entre os pontos (juvenil, $H = 202,555$, $p < 0,001$), (macho adulto, $H = 173,797$, $p = 0,001$) e (fêmea adulta, $H = 61,115$, $p = 0,001$). Os juvenis apresentaram diferenças entre o ponto 7 e os pontos 1, 4 e 5; os machos adultos e as fêmeas adultas foram maiores nos pontos da área costeira (1, 2, 3 e 4) diferindo dos pontos do complexo estuarino (5, 6 e 7) (Figura 5).

A razão sexual geral diferiu do esperado 1:1 para a população de *C. danae* e *C. ornatus* ($X^2 = 5.595,0$ e $p = 0,000$; $X^2 = 339,1$ e $p = 0,000$, respectivamente). Sendo de 0,21 (M/F) para *C. danae* e 1,7 (M/F) para *C. ornatus*. Esse padrão foi a favor das fêmeas em *C. danae*, com diferenças estatísticas significativas ($p = 0,000$) em todos os pontos e meses, exceto em março/2013; e, em *C. ornatus*, favorecendo os machos em 21 dos 23 meses, exceto nos meses de novembro/2012, março e maio/2013 e no ponto 7 que não apresentaram diferenças estatísticas ($p > 0,05$).

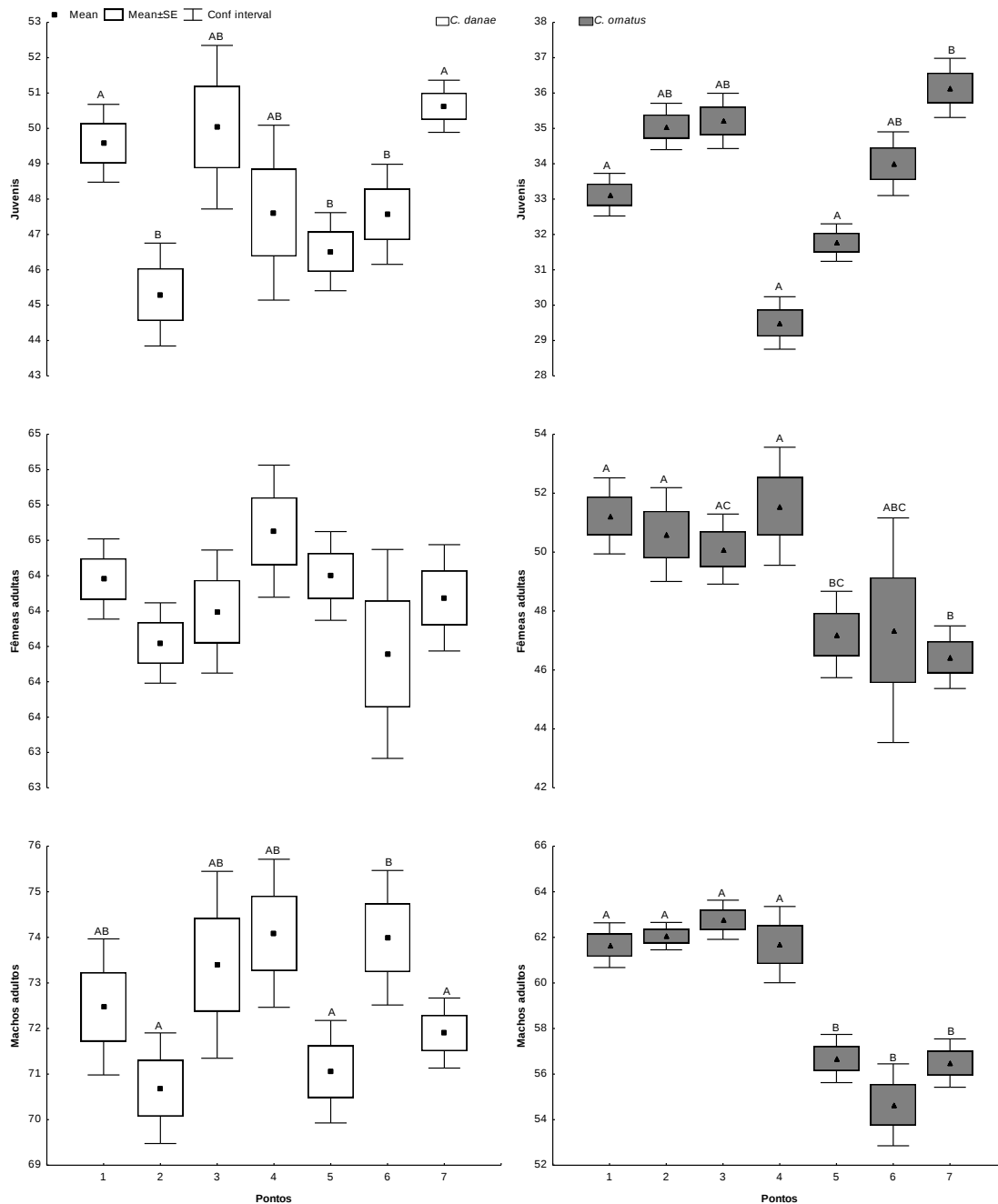


Figura 5: *Callinectes danae* Smith, 1869 e *Callinectes ornatus* Ordway, 1863. Tamanho médio (mean), erro padrão (mean $\pm$ SE) e intervalo de confiança, 95% (Conf. Interval) para juvenis, fêmeas adultas e machos adultos coletados em Cananéia, São Paulo, de julho de 2012 a junho de 2014. Letras semelhantes indicam que não apresentam diferença significativa pelo teste Dunn's ($p > 0,05$).

3.2. Crescimento dos indivíduos e longevidade

Onze coortes anuais foram determinadas para os machos e nove para as fêmeas da população de *C. danae*. Para *C. ornatus* foram selecionadas doze coortes anuais para os machos e seis para as fêmeas. Os parâmetros de crescimento ($\pm 95\%$ LC) estimados para machos de *C. danae* foram: $k = 0,006\text{mm/dia}^{-1}$, $t_0 = 0,410$, $LC_{\infty} = 93,17\text{mm}$; e, para as fêmeas: $k = 0,008\text{mm/dia}^{-1}$, $t_0 = -0,449$, $LC_{\infty} = 76,74\text{mm}$. Para *C. ornatus*, os parâmetros foram $k = 0,007\text{mm/dia}^{-1}$, $t_0 = 0,656$, $LC_{\infty} = 73,45\text{mm}$, e, $k = 0,005\text{mm/dia}^{-1}$, $t_0 = 0,074$, $LC_{\infty} = 66,77\text{mm}$, para machos e fêmeas, respectivamente. Diferenças no crescimento entre machos e fêmeas foram observadas em ambas as espécies (*C. danae*: $F_{\text{calc}} = 3,98 > F_{\text{tab}} = 2,69$ e *C. ornatus*: $F_{\text{calc}} = 12,59 > F_{\text{tab}} = 2,71$). A longevidade máxima dos indivíduos de *C. danae* foi estimada em 2,05 anos para os machos e 1,56 anos para as fêmeas; e, para *C. ornatus*, 1,81 anos para machos e 2,31 anos para as fêmeas (Figura 6).

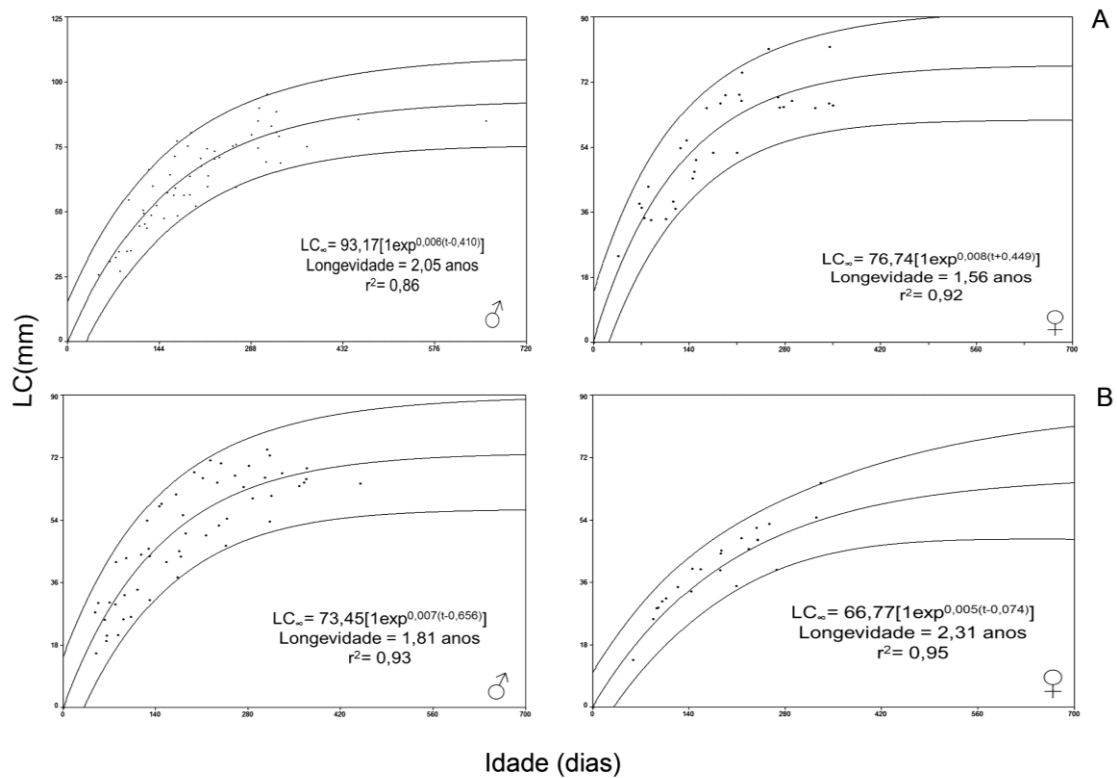


Figura 6: A: *Callinectes danae* Smith, 1869. B: *Callinectes ornatus* Ordway, 1863. Curvas de crescimento e parâmetros da equação de von Bertalanffy estimados para machos e fêmeas separadamente, em Cananéia, São Paulo, de julho de 2012 a junho de 2014. A linha central é a média e, as externas são os intervalos de predição (95%).

3.3. Análises morfométricas

Nas análises morfométricas foram utilizados 254 indivíduos (135 machos e 119 fêmeas) de *C. danae* e 181 indivíduos (119 machos e 62 fêmeas) de *C. ornatus*. O tamanho (LC) variou de 34,81 a 85,26mm para *C. danae* e de 18,33 a 72,67mm para *C. ornatus*.

As relações morfométricas das duas espécies analisadas apresentaram diferenças estatísticas significativas nas variáveis CC, CPQd, APQd, LPQe, LA, LT, CDP, na separação dos grupos analisados (machos e fêmeas, Tabela II). A análise de discriminante foi significativa entre os grupos de interesse (machos e fêmeas) das duas espécies estudadas ($p < 0,05$) (Tabela III).

A análise de discriminantes canônicos apresentou duas variáveis (Roots) significativas ($p < 0,05$) (Tabela IV). Os escores das variáveis canônicas (Roots 1 e 2) para machos e fêmeas de ambas as espécies, mostrou uma separação completa das categorias (machos e fêmeas, de cada uma das espécies), não havendo intersecção entre os grupos formados (Figura 7).

Tabela II: *Callinectes danae* Smith, 1869. *Callinectes ornatus* Ordway, 1863.

Poder de discriminação de cada variável morfométrica e seu respectivo valor de significância.

Variáveis	Wilks' Lambda	F	P
CC	0,002964	188,2606	0,000000*
LRF	0,001281	2,2393	0,083106
CPd	0,001315	6,0595	0,000480*
LPd	0,001271	1,1579	0,325528
APd	0,001285	2,7133	0,044560*
CPe	0,001277	1,7808	0,150142
LPe	0,001285	2,7255	0,043848*
APe	0,001275	1,5377	0,204128
LA	0,001472	23,3571	0,000000*
LT	0,001325	7,1396	0,000110*
AT	0,001277	1,7653	0,153134
CDP	0,001306	5,0273	0,001964*
LDP	0,001274	1,4656	0,223349

*diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$). CC = comprimento da carapaça; LRF = largura da região frontal; CPd = comprimento do própodo do quelípodo direito; LPd = largura do própodo do quelípodo direito; APd = altura do própodo do quelípodo direito; CPe = comprimento do própodo do quelípodo esquerdo; LPe = largura do própodo do quelípodo esquerdo; APe = altura do própodo do quelípodo esquerdo; LA = largura do abdome; LT = largura do télson; AT = altura do télson; CDP = comprimento do dáctilo do último pereópodo; LDP = largura do dáctilo do último pereópodo.

Tabela III: *Callinectes danae* Smith, 1869. *Callinectes ornatus* Ordway, 1863.

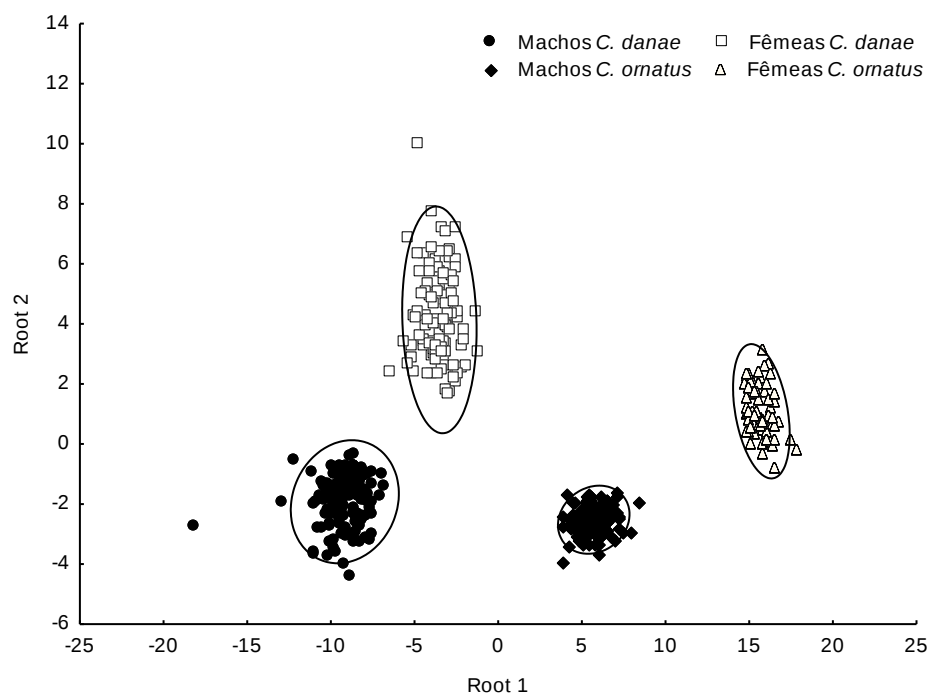
Valores de significância da análise discriminante entre as duas espécies estudadas. *diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$). M = machos, F = fêmeas.

	M <i>C. danae</i>	F <i>C. danae</i>	M <i>C. ornatus</i>	F <i>C. ornatus</i>
M <i>C. danae</i>	—	0,000*	0,000*	0,000*
F <i>C. danae</i>	0,000*	—	0,000*	0,000*
M <i>C. ornatus</i>	0,000*	0,000*	—	0,000*
F <i>C. ornatus</i>	0,000*	0,000*	0,000*	—

Tabela IV: *Callinectes danae* Smith, 1869. *Callinectes ornatus* Ordway, 1863.

Análise de significância das variáveis canônicas (Roots) pelo teste do χ^2 .

"Roots" removidos	Autovalores	R Canônico	Wilks' Lambda	χ^2	GL	P
0	74,32660	0,993340	0,001261	2837,374	42	0,000000
1	7,80583	0,941509	0,094956	1000,595	26	0,000000
2	0,19593	0,404763	0,836167	76,044	12	0,000000

**Figura 7:** *Callinectes danae* Smith, 1869. *Callinectes ornatus* Ordway, 1863.

Visualização gráfica gerada a partir da relação entre as duas variáveis (discriminantes canônicas) para as espécies estudadas.

4. DISCUSSÃO

As populações de *C. danae* e *C. ornatus* estão estabelecidas no litoral sul paulista com todas as condições ambientais favoráveis para a continuidade do ciclo de vida, tendo em vista a constante presença de todas as classes demográficas durante o período estudado. Apesar do baixo número de fêmeas ovígeras de *C. ornatus*, a hipótese de espécies bem estabelecidas é suportada pelo elevado registro de juvenis para a espécie durante todo o período na região. De acordo com Tudesco *et al.* (2012), as espécies são consideradas residentes locais quando apresentam distribuição durante todo o ano, como observado para ambas as espécies em Cananéia.

No presente estudo, considerando a distribuição dos sexos em classes de tamanhos, ambas as espécies apresentaram diferenças significativas identificando na população de *C. danae* um padrão de distribuição unimodal, que indica uma população estável, bem como recrutamento contínuo e taxas de mortalidade constante (Díaz e Conde, 1989), enquanto *C. ornatus* apresentou um padrão bimodal, que geralmente reflete pulsos de recrutamento, mortalidade diferencial ou diferenças comportamentais (Díaz e Conde, 1989). Esses resultados são comprovados pela presença das fêmeas ovígeras e juvenis de *C. danae* durante todo o ano, o que caracteriza uma reprodução e recrutamento contínuo; e, para *C. ornatus*, o baixo número de fêmeas ovígeras amostradas sugere pulsos com maior distância entre os recrutamentos juvenis, além das diferenças comportamentais relacionadas à migração dessas fêmeas para águas mais salinas e de maiores profundidades visando a desova.

Estudos no litoral paulista (~23°S) apresentaram resultados similares; Sant'Anna *et al.* (2012) atribuíram a unimodalidade em *C. danae* ao recrutamento contínuo e Furlan (2014) relacionou a bimodalidade de *C. ornatus* à interrupção de algumas classes em certos meses e a grande variação nas porcentagens de juvenis amostrados.

Os machos exibiram tamanhos maiores do que as fêmeas, porém, apenas em *C. ornatus* o tamanho médio (LC) dos machos foi significativamente diferente. Este padrão é comumente encontrado entre os portunídeos e associado à muda da puberdade, quando a energia metabólica é direcionada para o crescimento somático nos machos e nas fêmeas para o desenvolvimento do ovário (Hartnoll, 1985; Avila e Branco, 1996; Baptista-Metri *et al.*, 2005; Fernandes *et al.*, 2006), possibilitando aos machos que possam atingir tamanhos maiores.

Especialmente, os grupos demográficos também apresentaram diferenças nos tamanhos entre os pontos amostrados. Apenas as fêmeas de *C. danae* não apontaram distinções nos valores médios (LC) entre os pontos. Esse fato justifica-se pelo ciclo de vida proposto para a espécie por Branco e Masunari (2000). De acordo com os autores, as fêmeas adultas são registradas na região estuarina durante a cópula e, posteriormente, migram para águas de maiores salinidades. Assim sendo, foi possível a captura de fêmeas maiores dentro do sistema estuarino-lagunar, provavelmente em processo de cópula ou em rota de migração para a área marinha.

Em *C. danae*, os menores indivíduos foram registrados nos pontos 2, 5 e 6, demonstrando que, em Cananéia, tanto os juvenis quanto os machos adultos utilizam a baía e o estuário como locais de estabelecimento. Porém, a maior

abundância desses indivíduos dentro do sistema estuarino-lagunar (61%) propõe que tais exemplares ocupem, preferencialmente, habitats de menores salinidades ou próximos à sistemas estuarinos. *Callinectes ornatus* apresentou claramente um padrão de segregação de habitat, sendo os indivíduos com menores valores médios registrados nos pontos dentro do complexo estuarino-lagunar e os maiores nos pontos da baía.

Devido às regiões estuarinas possuírem águas calmas, maior quantidade de matéria orgânica e locais para refúgios propiciados pela presença de vegetação marginal dos rios, essas regiões propiciam as condições favoráveis ao desenvolvimento juvenil (Willians *et al.*, 1990; Negreiros-Fransozo e Fransozo, 1995; Fernandes *et al.*, 2006). Além disso, as águas com baixa salinidade estão associadas a um crescimento rápido e níveis de predação reduzido, sendo vitais para a manutenção das populações locais (Posey *et al.*, 2005; Keunecke *et al.*, 2008).

De acordo com Branco e Masunari (2000) e Baptista *et al.* (2003), *C. danae* e *C. ornatus* possuem um ciclo de vida mais complexo, por envolver fases na região estuarina e mar aberto; consequentemente, existem diferenças notórias na distribuição das classes etárias e na proporção dos sexos devido a esse ciclo de vida migratório.

No geral, a razão sexual variou da esperada no presente estudo, com predomínio de fêmeas em *C. danae* e de machos em *C. ornatus*. De acordo com Wenner (1972), poucas espécies de crustáceos mantêm a razão sexual de 1:1 e, especificamente entre os portunídeos, essa razão difere em consequência da distribuição segregada, distinguindo-se também da taxa de mortalidade entre os sexos, da resposta às diferentes características

ambientais e da migração das fêmeas ovígeras (Hines *et al.*, 1987; Abelló, 1989; Negreiros-Fransozo *et al.*, 1999; Baptista-Metri *et al.*, 2005; Tudesco *et al.*, 2012).

A partir do pressuposto de amostragens representativa para todos os grupos de interesse de *C. danae*, a razão sexual a favor das fêmeas, provavelmente não seja resultante da distribuição segregada entre os sexos, pois a razão em favor das fêmeas também foi observada em todos os pontos amostrados, tanto na área costeira como no estuário. Segundo Severino-Rodrigues *et al.* (2009), a dispersão dos machos no interior do estuário, bem como nas bordas do sistema, torna difícil a amostragem desses indivíduos, fato que explicaria o resultado encontrado no presente estudo. O mesmo tem sido registrado para *C. danae* em outras localidades brasileiras como proposto por Baptista-Metri *et al.* (2005), no Paraná; Keunecke *et al.* (2008), no Rio de Janeiro; Sforza *et al.* (2010), no Espírito Santo; Sant'Anna *et al.* (2012), em São Vicente; e Antunes (2012), em Ubatuba.

O contrário foi observado para *C. ornatus*, onde a razão sexual favoreceu os machos. Essa resposta provavelmente está associada ao comportamento migratório reprodutivo, que é acentuado pela dominância de *C. danae* na região, fazendo com que as fêmeas ovígeras de *C. ornatus* migrem para locais de maiores profundidades. Este comportamento facilita a flutuação e dispersão larval, diminuindo a competição interespecífica (Pita *et al.*, 1985; Branco e Lunardon-Branco, 1993; Keunecke *et al.*, 2012), o que é corroborado pelo baixo número de fêmeas ovígeras amostradas durante todo o período. O predomínio de machos sobre fêmeas nesta espécie foi previamente informado por Branco e Lunardon-Branco (1993) e Baptista *et al.* (2003), em estudos

realizados no Paraná; Mantelatto e Fransozo (1999), em Ubatuba; Branco e Fracasso (2004), em Santa Catarina; e Keunecke *et al.* (2008) e Tudesco *et al.* (2012), no Rio de Janeiro.

As espécies de *Brachyura* geralmente apresentam crescimento diferencial entre machos e fêmeas, geralmente relacionado à estratégia de alocação de recursos entre os sexos (Lee e Hsu, 2003; Doi *et al.*, 2008; Keunecke *et al.*, 2008). As fêmeas crescem menos por canalizarem sua energia para a reprodução e liberação dos ovos, enquanto que, nos machos esta taxa é maior por investirem mais no crescimento somático (Keunecke *et al.*, 2008). Portanto, esse padrão de crescimento diferencial entre os sexos está relacionado às taxas de crescimento diferenciais, que é um dos padrões esperados para os crustáceos, onde a maior taxa de crescimento apresentada pelas fêmeas de *C. danae* pode representar uma estratégia reprodutiva em alcançar tamanhos maiores em um curto intervalo de tempo; contrariamente, a menor taxa de crescimento apresentada pelas fêmeas de *C. ornatus* em relação aos machos possibilita a eles o maior crescimento assintótico, motivo pelo qual sua longevidade foi menor.

Branco e Masunari (1992), analisando o crescimento de *C. danae* em Santa Catarina, região de maior latitude, encontraram tamanhos assintóticos, taxas de crescimento e longevidades superiores ao registrado no presente estudo. Essas diferenças poderiam ser atribuídas ao efeito do paradigma latitudinal, o qual propõe um sincronismo do aumento da latitude com o aumento do tamanho e a longevidade (Bauer, 1992). Porém, estudos de Sabino (2014), também em Santa Catarina ($\sigma^{\text{LC}}_{\infty}=102$; $k=0,007$; $T_{\text{máx}}=1,73$; $\phi^{\text{LC}}_{\infty}=84,41$; $k=0,007$; $T_{\text{máx}}=1,81$), apresentaram valores próximos aos

observados no presente estudo; sendo assim, considera-se que provavelmente as variáveis ambientais características de cada região sejam o principal fator atuante no crescimento desses indivíduos.

Adicionalmente, Keunecke *et al.* (2008) no Rio de Janeiro para *C. ornatus* e *C. danae*, o mesmo efetuado por Furlan (2014), em Ubatuba para *C. ornatus*, também apresentando valores de crescimento próximos aqueles observados em Cananéia no presente estudo, mas com longevidades maiores.

De acordo com Keunecke *et al.* (2008), espécies simpátricas e sintópicas, com ciclos de vida semelhantes e sujeitas às mesmas variáveis ambientais, podem apresentar convergência dos valores da constante de crescimento. Essa informação foi comprovada no presente estudo com valores de *k* próximos entre as espécies, apresentando variações muito pequenas no crescimento dos indivíduos.

Já com relação às variações morfométricas intra e interespecíficas, as espécies revelaram uma heterogeneidade fenotípica significativa entre as amostras, que possibilitam a correta identificação e o claro dimorfismo sexual.

Os resultados morfométricos mostram um dimorfismo morfológico entre as espécies, onde a separação de *C. danae* e *C. ornatus* foi bastante evidente e não houve inserção entre elas. O comprimento da carapaça apresenta diferença significativa entre as duas espécies, o mesmo observado para o comprimento do própodo do quelípodo direito, altura do própodo do quelípodo direito, largura do própodo do quelípodo esquerdo largura e altura do télson e comprimento do dáctilo do último pereópodo, sugerindo que esses espécimes representam uma clara expressão de variação intraespecífica.

De acordo com Ringuelet (1948), as diferenças morfológicas não estão relacionadas apenas com as condições ambientais, mas essas diferenças representam uma adaptação ao modo de vida das espécies. Apesar de *C. danae* e *C. ornatus* serem espécies simpátricas, que se distribuem em ambientes similares, as mudanças morfológicas, no tamanho das estruturas, podem estar relacionadas a respostas evolucionárias, causadas pela plasticidade das espécies (Schmitt, 1942).

As duas espécies apresentaram um dimorfismo sexual intraespecífico quanto às relações morfométricas, no qual, de acordo com Shine (1989), as duas principais explicações para a evolução do dimorfismo sexual foram propostos como seleção sexual ou divergência de nicho intraespecífica. Para o gênero *Callinectes*, como na maioria dos portunídeos, esse dimorfismo é altamente correlacionado à vantagem que machos maiores detêm para o sucesso reprodutivo, tanto em relação à carapaça como em estruturas como os quelípodos; portanto, aumentando as oportunidades de cópula (Mantelatto e Fransozo, 1996; Pinheiro e Fransozo, 1998; Branco e Fracasso, 2004; Baptista-Metri *et al.*, 2005).

De acordo com os resultados do presente estudo, a hipótese de que as populações de *C. danae* e *C. ornatus* apresentem diferente estrutura populacional em distintas latitudes foi refutada. Sugere-se, portanto, que as condições oceanográficas locais, em especial a temperatura, sejam as responsáveis pelas diferenças observadas e controlem os padrões populacionais das espécies, como a estrutura e o crescimento das populações.

5. REFERÊNCIAS

- Abelló, P. 1989. Reproduction and moulting in *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758) (Brachyura: Portunidae) in the northwestern Mediterranean Sea. **Scientia Marina**, **53**(1): 127–134.
- Anastasiadou, C.A. & Leonardos, I.D. 2008. Morphological variation among populations of *Atyaephyra desmarestii* (Millet, 1831) (Decapoda: Caridea: Atyidae) from freshwater habitats of northwestern Greece. **Journal of Crustacean Biology**, **28**(2): 240–247.
- Antunes, M. 2012. **Dinâmica populacional do siri azul *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Decapoda, Portunoidea) na região de Ubatuba, SP, Brasil**. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Botucatu, 92p.
- Avila, M.G. & Branco, J.O. 1996. Bioecological aspects of *Arenaeus cribrarius* (Lamarck) (Decapoda, Portunidae) from Praia da Barra da Lagoa, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, **13**(1): 165–174.
- Baptista, C.; Pinheiro, M.A.A.; Blankensteyn, A. & Borzone, C.A. 2003. Estrutura populacional de *Callinectes ornatus* Ordway (Crustacea, Portunidae) no Balneário Shangri-Lá, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, **20**(4): 661–666.
- Baptista-Metri, C.; Pinheiro, M.A.A.; Blankensteyn, A. & Borzone, C.A. 2005. Biologia populacional e reprodutiva de *Callinectes danae* Smith (Crustacea, Portunidae), no Balneário Shangri-lá, Pontal do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, **22**(2): 446–453.
- Bauer, R.T. 1992. Testing generalizations about latitudinal variation in reproduction and recruitment patterns with sicyoniid and caridean shrimp species. **Invertebrate Reproduction and Development**, **22**: 193–202.
- Bergamo, A.L. 2000. **Características da hidrografia, circulação e transporte de sal: Barra de Cananéia, Sul do Mar de Cananéia e Baía de Trapandé**. Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico, USP, São Paulo, 254p.
- Besnard, W. 1950. Considerações gerais em torno da região lagunar de Cananéia-Iguape. **Boletim do Instituto Paulista de Oceanografia**, **1**(1): 09–26.
- Birkeland, C. & Dayton, P.K. 2005. The importance in fishery management of leaving the big ones. **Trends in Ecology and Evolution**, **20** (7): 356–358.

- Branco, J.O. & Masunari, S. 1992. Crescimento de *Callinectes danae* Smith (Decapoda, Portunidae) da Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brazil. **Revista brasileira de Zoologia**, **9**(1/2): 53–66.
- Branco, J.O. & Lunardon-Branco, M.J. 1993. Crescimento e tamanho de primeira maturação em *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) da região de Matinhos, Paraná, Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, **36**(3): 497–503.
- Branco, J.O. & Masunari, S. 2000. Reproductive ecology of the blue crab, *Callinectes danae* Smith, 1869 in the Conceição Lagoon System, Santa Catarina Isle, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, **60**(1): 17–27.
- Branco J.O. & Fracasso, H. 2004. Biologia populacional de *Callinectes ornatus* (Ordway) na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, **21**(1): 91–96.
- Castilho, A.L.; Gavio, M.A.; Costa, R.C.; Boschi, E.E.; Bauer, R.T. & Fransozo, A. 2007. Latitudinal variation in population structure and reproductive pattern of the endemic South American shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea). **Journal of Crustacean Biology**, **27**: 548–552.
- Cerrato, R.M. 1990. Interpretable statistical tests for growth comparisons using parameters in the von Bertalanffy equation. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, **47**: 1416–1426.
- 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, 733–737.
- Díaz, H. & Conde, J.E. 1989. Population dynamics and life history of the manrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. **Bulletin of Marine Science**, **45**(1): 148–163.
- Doi, W.; Yokota, M.; Strüssmann, C.A. & Watanabe, S. 2008. Growth and reproduction of the portunid crab *Charybdis bimaculata* (Decapoda: Brachyura) in Tokyo Bay. **Journal of Crustacean Biology**, **28**(4): 641–651.
- Fernandes, J.M.; Rosa, D.M.; Araujo, C.C.V.; Ripoli, L.V. & Santos, H.S. 2006. Biologia e distribuição temporal de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Crustacea, Portunidae) em uma praia arenosa da Ilha do Frade, Vitória-ES. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, **20**: 59–71.
- Fisher, R.A. 1930. **The genetical theory of natural selection**. 2ª edição. Dover, 219p.

- Fisher, S. & Wolff, M. 2006. Fisheries assessment of *Callinectes arcuatus* (Brachyura, Portunidae) in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. **Fisheries Research**, **77**: 301–311.
- Fonteles-Filho, A. A. 2011. **Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 464p.
- Fulan, M. 2014. **Diversidade e distribuição de siris (Decapoda: Brachyura: Portunidae) e dinâmica populacional de *Callinectes ornatus* no litoral norte de São Paulo**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Botucatu, 167p.
- Hakanson, L. & Jansson, M. 1983. **Principles of lake sedimentology**. Springer-Verlag, 316p.
- Hartnoll, R.G. 1985. **Growth, sexual maturity and reproductive output**. In: Wenner, A. (ed) Crustacean issues, Vol 3. Balkema Press, Rotterdam, 101–128.
- Hines, A.H.; Lipicus, R.N. & Haddon, A.M. 1987. Population dynamics and habitat partitioning by size, sex and molt stage of blue crabs *Callinectes sapidus* in a subestuary of central Chesapeake Bay. **Marine Ecology Progress Series**, **36**: 55–64.
- Hines, A.H.; Wolcott, T.G.; González-Gurriarán, E.; González-Escalante, J.L. & Freire, J. 1995. Movement patterns and migrations in crabs: telemetry of juvenile and adult behaviour in *Callinectes sapidus* and *Maja squinado*. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, **75**(1): 27–42.
- Jivoff, P.R.; Smith, J.M.; Sodi, V.L.; VanMorter, S.M.; Faugno, K.M.; Werda, A.L. & Shaw, M.J. 2017. Population structure of adult blue crabs, *Callinectes sapidus*, in relation to physical characteristics in Barnegat Bay, New Jersey. **Estuaries and Coasts**, **40**(1): 235–250.
- Kendall, M.S.; Wolcott, D.L.; Wolcott, T.G. & Hines, A.H. 2002. Influence of male size and mating history on sperm content of ejaculates of the blue crab *Callinectes sapidus*. **Marine Ecology Progress Series**, **230**: 235–240.
- Keunecke, K.A.; D’Incao, F.; Moreira, F.N.; Silva, D.R.Jr & Verani, J.R. 2008. Idade e crescimento de *Callinectes danae* e *C. ornatus* (Crustacea, Decapoda) na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, **98**(2): 231–235.
- Keunecke, K.A.; D’Incao, F.; Verani, J.R.; Vianna, M. 2012. Reproductive strategies of two sympatric swimming crabs *Callinectes danae* and *Callinectes ornatus* (Crustacea: Portunidae) in an estuarine system, south-

- eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, **92**(2): 343–347.
- Lee, H.H. & Hsu, C.C. 2003. Population biology of the swimming crab *Portunus sanguinolentus* in the waters off Northern Taiwan. **Journal of Crustacean Biology**, **23**(3): 691–699.
- Leme, M.H.A.; Soares, V.S. & Pinheiro, M.A.A. 2014. Population dynamics of the mangrove tree crab *Aratus pisonii* (Brachyura: Sesarmidae) in the estuarine complex of Cananéia-Iguape, São Paulo, Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, **9**(4): 259–266.
- Mantelatto, F.L.M. & Fransozo, A. 1996. Size at sexual maturity in *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba region (SP), Brazil. **Nauplius**, **4**: 29–38.
- Mantelatto, F.L.M. & Fransozo, A. 1999. Reproductive biology and molting cycle of the crab *Callinectes ornatus* (Decapoda, Portunidae) from the Ubatuba Region, São Paulo, Brazil. **Crustaceana**, **72**(1): 64–75.
- Mendonça, J.T.; Verani, J.R. & Nordi, N. 2010. Evaluation and management of blue crab *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1896) (Decapoda - Portunidae) fishery in the Estuary of Cananéia, Iguape and Ilha Comprida, São Paulo, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, **70**: 37–45.
- Negreiros-Fransozo, M.L. & Fransozo, A. 1995. On the distribution of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 and *Callinectes danae* Smith, 1869 (Brachyura, Portunidae) in the Fortaleza Bay, Ubatuba, Brazil. **Iheringia, Série Zoologia**, (79): 13–25.
- Negreiros-Fransozo, M.L.; Mantelatto, F.L.M. & Fransozo, A. 1999. Population biology of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) from Ubatuba (SP), Brazil. **Scientia Marina**, **63**(2): 157–163.
- Pinheiro, M.A.A. & Fransozo, A. 1998. Sexual maturity of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Decapoda, Brachyura, Portunidae), in the Ubatuba littoral, São Paulo state, Brazil. **Crustaceana**, **71**(4): 434–452.
- Pita, J.B.; Rodrigues, E.S.; Graça-Lopes, R. & Coelho, J.A.P. 1985. Levantamento preliminar da Família Portunidae (Crustacea, Decapoda, Brachyura) no Complexo Baía-Estuário de Santos, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, **12**(3): 153–162.
- Posey, M.H.; Alphin, T.D.; Harwell, H. & Allen, B. 2005. Importance of low salinity areas for juvenile blue crabs, *Callinectes sapidus* Rathbun, in river-

- dominated estuaries of southern United States. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **319**: 81–100.
- Ringuelet R. 1948. Los "cangrejos" Argentinos del género *Aegla* de Cuyo y la Patagonia. **Revista del Museo de La Plata Sección Zoología**, **5**: 297–347.
- Sabino, F.N.A. 2014. **Distribuição ecológica e dinâmica populacional do siri *Callinectes Danae* Smith, 1869 (Decapoda: Portunidae) na região adjacente à baía de Babitonga, estado de Santa Catarina**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Assis, 82p.
- Sant'Anna, B.S.; Turra, A. & Zara, F.J. 2012. Reproductive migration and population dynamics of the blue crab *Callinectes danae* in an estuary in southeastern Brazil. **Marine Biology Research**, **8**(4): 354–362.
- Schmitt, W. 1942. The species of *Aegla*, endemic South American fresh-water crustaceans. **Proceedings of the United States National Museum**, **91**: 431–520.
- Severino-Rodrigues, E.; Soares, F.C.; Graça-Lopes, R.; Souza, K.H. & Canéo, O.C. 2009. Diversidade e biologia de espécies de portunidae (Decapoda, Brachyura) no estuário de Iguape, Ilha Comprida e Cananéia, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, **35**: 47–60.
- Sforza, R.; Nalesso, R.C. & Joyeux, J.C. 2010. Distribution and population structure of *Callinectes danae* (Decapoda: Portunidae) in a tropical brazilian estuary. **Journal of Crustacean Biology**, **30**(4): 597–606.
- Shine, R. 1989. Ecological Causes for the Evolution of Sexual Dimorphism: A Review of the Evidence. **The Quarterly Review of Biology**, **64**(4): 419–461.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. 1995. **Biometry**. 3ª edição. Freeman: San Francisco, 887p.
- Sturges, H.A. 1926. The choice of a class interval. **Journal of the American Statistical Association**, **21**(153): 65–66.
- Taissoun, N.E. 1970. Las especies de cangrejos del genero *Callinectes* (Brachyura) en el Golfo de Venezuela y Lago de Maracaibo. **Boletin del Centro de Investigaciones Biologicas Universidad del Zulia**, **2**: 1–102.
- Tucker, M. 1988. **Techniques in sedimentology**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, Boston, 394p.
- Tudesco, C.C.; Fernandes, L.P. & Di Benedetto, A.P.M. 2012. Population structure of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Brachyura:

- Portunidae) bycatch in shrimp fishery in northern Rio de Janeiro State, Brazil. **Biota Neotropica**, **12**(1): 93–98.
- Tzeng, T.D. 2004. Stock identification of sword prawn *Parapenaeopsis hardwickii* in the east China Sea and Taiwan Strait inferred by morphometric variation. **Fisheries Science**, **70**: 758–764.
- Van Engel, W.A. 1958. The blue crab and its fishery in Chesapeake Bay. I. Reproduction, early development, growth, and migration. US. Fish and Wildlife Service. **Commission Fisheries Review**, **20** (6): 6–17.
- Van Engel, W.A. 1990. Development of the reproductively functional form in the male blue crab, *Callinectes sapidus*. **Bulletin of Marine Science**, **46**: 13–22.
- Von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth. **Human biology**, **10**: 181–213.
- Walsh, M.R.; Munch, S.B.; Chiba, S. & Conover, D. 2006. Maladaptive changes in multiple traits caused by fishing: impediments to population recovery. **Ecology Letters**, **9**: 142–148.
- Wenner, A.M. 1972. Sex ratio as a function of size in marine crustacean. **American Naturalist**, **383**: 317–353.
- Williams, A.B. 1974. The swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda: Portunidae). **Fishery Bulletin**, **72**(3): 685–798.
- Willians, A.H.; Coen, L.D. & Stoelting, M. 1990. Seasonal abundance, distribution and habitat selection of juvenile *Callinectes sapidus* (Rathbun) in the northern Gulf of Mexico. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **137**: 166–183.
- Zar, J.H. 1996. **Biostatistical Analysis**. 3ª edição. Prentice-Hall, New Jersey, 915p.
- Zar, J.H. 1999. **Biostatistical analysis**. 4ª edição. Prentice-Hall, New Jersey, 663p.

CAPÍTULO 3

Estratégias reprodutivas de duas espécies do gênero
Callinectes (Brachyura: Portunidae) em um complexo
baía-estuário, no litoral sul paulista



RESUMO

O conhecimento sobre as estratégias reprodutivas das espécies propiciam para o desenvolvimento de planos de manejo e preservação e também contribuem na estrutura da comunidade local. O presente estudo tem como objetivo investigar se espécies que coexistem seguem o mesmo padrão em suas estratégias reprodutivas, estimando o tamanho da maturidade sexual morfológica e gonadal de machos e fêmeas e o efeito dos fatores ambientais sobre a periodicidade reprodutiva e o recrutamento juvenil de *Callinectes danae* e *C. ornatus* em um complexo baía-estuário, em Cananéia, litoral sul paulista. As coletas foram realizadas mensalmente de julho de 2012 a junho de 2014. Os machos de *C. danae* e de *C. ornatus* apresentaram maturidade sexual morfológica e gonadal com tamanhos maiores que as fêmeas. As relações que melhor demonstram mudanças no crescimento coeficiente alométrico entre as categorias demográficas foram quelípedo nos machos e abdome nas fêmeas. O período reprodutivo e de recrutamento juvenil foi caracterizado como contínuo para ambas as espécies e modulados pelos fatores ambientais, como a temperatura, salinidade e conteúdo de matéria orgânica do sedimento. As fêmeas ovígeras de *C. ornatus* apresentaram correlação positiva com temperatura, seria um ajuste da população em desovar no período favorável à sobrevivência larval. No presente estudo, as espécies apresentaram diferentes estratégias reprodutivas e ocupação diferencial dos habitats garantindo assim o sucesso reprodutivo. Os resultados trazem informações importantes que asseguram a manutenção dos estoques, que é baseado no tamanho mínimo de captura.

Palavras-chave: crescimento relativo; L_{50} ; maturidade sexual; período reprodutivo; recrutamento juvenil.

ABSTRACT

The knowledge about the reproductive strategies of the species provide for the development of management and preservation plans and also contribute to the structure of the local community. The present study aims to investigate whether species that coexist follow the same pattern in their reproductive strategies, estimating the size of sexual morphological and gonadal maturity of males and females and the effect of environmental factors on the reproductive periodicity and juvenile recruitment of *Callinectes danae* and *C. ornatus* in a bay-estuary complex of Cananéia, São Paulo southern coast. Samples were collected monthly from July 2012 to June 2014. The males of *C. danae* e *C. ornatus* had values of morphological and gonadal sexual maturity larger than females. The relationships that best showed changes in the allometric coefficient among demographic categories were the cheliped for males and abdomen for females. The reproductive period and juvenile recruitment was characterized as a continuous for both species and modulated by environmental factors such as temperature, salinity and organic matter content. The ovigerous females of *C. ornatus* showed positive correlation with temperature, it would be an adjustment of the population in spawn in the favorable period to larval survival. In the present study, the species showed different reproductive strategies and differential occupancy of habitats thus ensuring the reproductive success. The results provide important information to ensure the maintenance of stocks, which is based on the minimum size of capture.

Keywords: relative growth; L_{50} ; sexual maturity; reproductive period; juvenile recruitment.

1. INTRODUÇÃO

Os representantes da família Portunidae (Rafinesque, 1815) são ecologicamente importantes para o ecossistema marinho, por serem predadores oportunistas e desempenharem papel significativo no equilíbrio e na distribuição da fauna bentônica. Portanto, em função de seu hábito onívoro, são considerados modeladores do ambiente bentônico (Reigada e Negreiros-Fransozo, 2001; Branco *et al.*, 2002).

Também constituem um grupo economicamente importante como recurso alimentar, seja pela extração de sua carne ou por subprodutos derivados, utilizados como isca na pesca (Haefner, 1985; Rasheed e Mustaqim, 2010). São altamente capturados como fauna acompanhante da pesca de arrasto de camarões de interesse comercial, principalmente do *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Branco e Lunardon-Branco, 1993a; Severino-Rodrigues *et al.*, 2001; 2009; Costa *et al.*, 2016). Mas, no Brasil, ainda são normalmente descartados, podendo por isso apresentar um risco ao equilíbrio ambiental (Alverson *et al.*, 1994; Graça-Lopes *et al.*, 2002).

As espécies do gênero *Callinectes* Stimpson, 1860, apesar de apresentarem um alto potencial como recurso pesqueiro, tem sua captura direcionada às espécies de siris azuis, ainda que de forma artesanal, localizada em pequenas comunidades ao longo da costa brasileira (Severino-Rodrigues *et al.*, 2001). Na região de Cananéia/SP, a presença de um complexo estuarino-lagunar de alto grau de conservação e produtividade, propicia um ambiente favorável ao estabelecimento desses siris. Porém, a atividade de pesca nesse sistema, que compreende mais de 3.000 pescadores, apresenta como

principais produtos pesqueiros os camarões e peixes (Diegues, 1987; Barreto *et al.*, 2000; Mendonça e Katsuragawa, 2001; Mendonça *et al.*, 2010).

No entanto, tem-se verificado nos últimos anos uma intensa variação na produção pesqueira de siris na região, devido à falta de regulamentação que fiscalize a extração e organize a entrada de novos pescadores nesta atividade (Mendonça *et al.*, 2010; Severino-Rodrigues *et al.*, 2012). Nos últimos anos Mendonça *et al.* (2010) relataram um aumento do esforço de pesca acima do sustentável para o siri azul *C. sapidus* (Rathbun, 1896) neste complexo estuarino. O mesmo já ocorreu no complexo estuarino de Santos-São Vicente/SP, atribuindo-se como possível causa a acentuada degeneração ambiental à qual vem passando este estuário (Severino-Rodrigues *et al.*, 2001).

Sendo assim, o conhecimento sobre as estratégias reprodutivas que as populações desempenham, bem como a compreensão dos fatores que as governam, tornam o entendimento desses parâmetros extremamente importantes para a proteção e administração sustentável, assegurando continuidade aos estoques pesqueiros e conservação de comunidades marinhas (Fransozo *et al.*, 2012; Andrade *et al.*, 2014).

A biologia reprodutiva é um dos tópicos mais estudados sobre o ciclo de vida das espécies, com as análises centradas, principalmente, no tamanho da maturidade sexual, período reprodutivo e investimento reprodutivo (Sukumaran *et al.*, 1999; Zairion *et al.*, 2015). Entretanto, a reprodução é afetada por parâmetros de variação intra e interespecíficas, de acordo com as diferenças regionais de cada área (Zairion *et al.*, 2015). Estas são controladas por complexas interações ambientais envolvendo a temperatura, salinidade, fotoperíodo, características do sedimento e produtividade primária (Sastry,

1983; Barry e Dayton, 1991; Andrade *et al.*, 2014) ou por pressão seletiva, que interagem na sincronização desta atividade (Sastry, 1983; Bauer e Lin, 1994).

Os portunídeos *Callinectes danae* Smith, 1869, e *Callinectes ornatus* Ordway, 1863, são espécies simpátricas com distribuição no Atlântico Ocidental; no Brasil, habitam baías e estuários, tolerando locais com variação de salinidade e são comumente encontrados em fundo arenoso e lodoso (Melo, 1996; Rodrigues e D'Incao, 2008).

Na costa brasileira, vários estudos foram desenvolvidos em diferentes latitudes sobre os aspectos reprodutivos para *C. danae*, como em Pernambuco (~7°S) por Barreto *et al.* (2006) e Araújo *et al.* (2011; 2012a); no Espírito Santo (~20°S) por Sforza *et al.* (2010); no Rio de Janeiro (~22°S) por Keunecke *et al.* (2012); em Ubatuba (~23°S) por Pita *et al.* (1985), Costa e Negreiros-Fransozo (1996, 1998) e Andrade *et al.* (2015); em São Vicente (~23°S) por Gonçalves e Reigada (2012) e Sant'Anna *et al.* (2012); no Paraná (~25°S) por Baptista-Metri *et al.* (2005) e Marochi *et al.* (2013); e em Santa Catarina (~27°S) por Branco e Thives (1991), Branco e Atilar (1992) e Branco e Masunari (2000).

Similarmente, para *C. ornatus*, os estudos foram realizados na Bahia (~14°S) por Carvalho *et al.* (2011); Ubatuba (~23°S) por Mantelatto e Franzoso (1996, 1997, 1999); Negreiros-Fransozo *et al.* (1999) e Andrade *et al.* (2014); São Vicente (~23°S) por Nascimento e Zara (2013) e Watanabe *et al.* (2014); Paraná (~25°S) Branco e Lunardon-Branco (1993a,b) e Baptista *et al.* (2003); e em Santa Catarina (~26°S) por Branco e Fracasso (2004).

A região de Cananéia (~24°S) difere dessas regiões estudadas, por apresentar um grande aporte de águas continentais, sendo irrigada por diversos rios, além de ser considerada uma das mais importantes áreas úmidas

da costa brasileira em termos de biodiversidade (Mendonça, 2007). Entretanto, poucos estudos são direcionados aos portunídeos da região, como o levantamento conduzido por Severino-Rodrigues *et al.* (2009), além daquele que reúne aspectos da biologia reprodutiva de *C. danae* conduzido por Severino-Rodrigues *et al.* (2012), que registraram apenas fêmeas de *C. danae* dentro do complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape.

De acordo com Bauer e Rivera Vega (1992), um dos objetivos em estudos sobre ecologia reprodutiva é levantar e testar generalizações sobre a variação latitudinal nos padrões reprodutivos e de recrutamento. Esse paradigma é utilizado para gerar hipóteses sobre estímulos ambientais específicos (fatores proximais) e pressões seletivas (fatores finais), que são responsáveis pelos padrões reprodutivos e de recrutamento observados, bem como em predições sobre suas possíveis alterações por flutuações naturais ou antropogênicas.

O tamanho da maturidade sexual é uma das variáveis reprodutivas fortemente influenciada pelos estímulos ambientais (Andrade *et al.*, 2015) e pela disponibilidade de alimento, que é geralmente quantificada pelos níveis de clorofila-a no ecossistema marinho (Pérez-Arvizu *et al.*, 2013). O tamanho de maturidade é determinado nos portunídeos pela morfologia, relacionada à alometria no crescimento de certas partes do corpo (González-Gurriarán e Freire, 1994; Rasheed e Mustaquim, 2010; Zairion *et al.*, 2015), bem como maturidade gonadal, com base no desenvolvimento das gônadas (Castiglioni e Negreiros-Fransozo, 2006) ou em ambas, visto que esses valores podem ocorrer de forma assíncrona (Pinheiro e Fransozo, 1998).

O conhecimento do tamanho que os animais atingem a maturidade sexual é de fundamental importância na gestão pesqueira, pois é utilizado para estabelecer o tamanho mínimo de captura. A tática central é proteger o período reprodutivo e os locais de reprodução, permitindo que as fêmeas se reproduzam pelo menos uma vez antes da captura (Rodríguez-Domínguez *et al.*, 2015). Nesse contexto, o conhecimento das estratégias reprodutivas que as espécies apresentam ajuda a desenvolver planos de manejo, como também, contribui à manutenção da estrutura da comunidade local.

O presente estudo tem como objetivo investigar se espécies simpátricas apresentam um mesmo padrão estratégico reprodutivo, quanto ao tamanho da maturidade sexual (morfológica e gonadal), o efeito dos fatores ambientais sobre a periodicidade reprodutiva e análise do recrutamento juvenil de *C. danae* e *C. ornatus* no Complexo Estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, litoral sul paulista.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

A região de Cananéia está localizada no litoral sul do Estado de São Paulo e apresenta um amplo Complexo Estuarino-lagunar (Besnard, 1950; Miranda *et al.*, 1995). As barras que ligam esse complexo sistema ao oceano ocorrem entre três grandes ilhas: Cardoso, Cananéia e Comprida (Miranda *et al.*, 1995).

2.2. Amostragem do material biológico

As coletas foram realizadas mensalmente durante o período de julho/2012 a junho/2014, em sete pontos, sendo quatro na área costeira marinha (1, 2, 3, 4) e três no ambiente estuarino (5, 6, 7), localizados em profundidades até os 15 metros (Figura 1). No mês de fevereiro/2014, não foi possível a realização da amostragem do material biótico e abiótico devido às más condições climáticas e oceânicas.

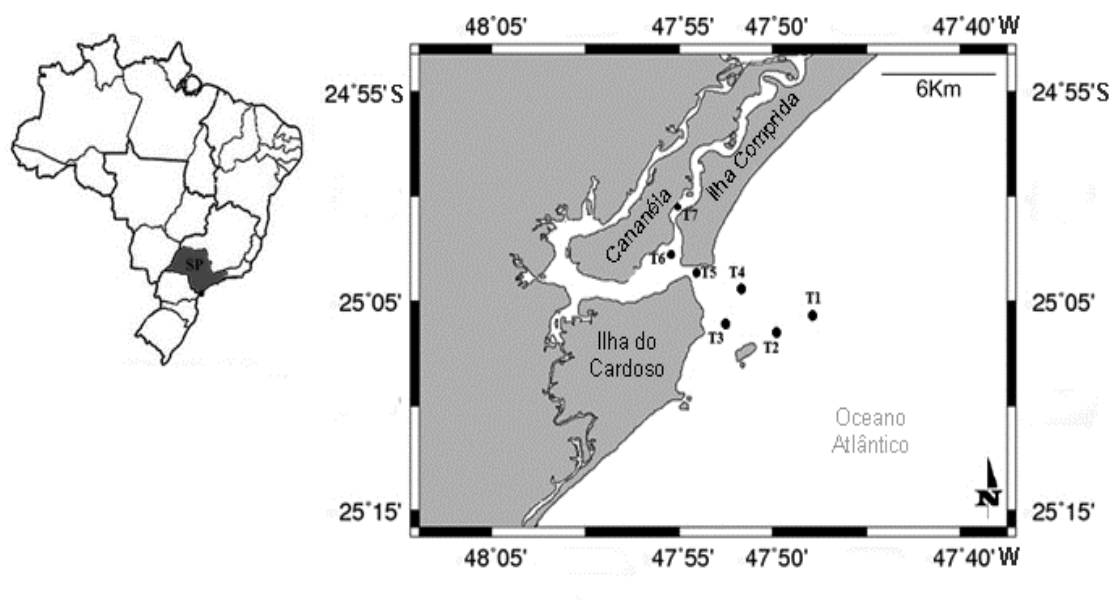


Figura 1: Mapa evidenciando a área de estudo em Cananéia, São Paulo e a distribuição dos pontos amostrados. Área marinha (1, 2, 3 e 4) e estuarina do Complexo estuarino lagunar (5, 6 e 7).

A captura dos indivíduos foi efetuada por meio de um barco camaroeiro equipado com duas redes de arrasto (“otter-trawl”), tendo as seguintes medidas: 4m de largura de boca, 10m de comprimento e malhas com 20mm de distância entrenós nas mangas e corpo da rede e 18mm de distância entrenós no ensacador. Em cada ponto, o esforço amostral foi de 30 minutos/arrasto (área amostral $\approx 16.000\text{m}^2$). Após o término da amostragem de cada ponto, os exemplares de *C. danae* e *C. ornatus* foram triados, ensacados, etiquetados e armazenados em caixas térmicas com gelo picado. Posteriormente, os indivíduos de *C. danae* e *C. ornatus* foram identificados de acordo com Melo (1996) e separados por sexos.

Os espécimes foram medidos com um paquímetro (0,01mm) quanto às seguintes dimensões corpóreas: largura da carapaça (LC) = distância entre a base dos dois últimos espinhos marginais; comprimento da carapaça (CC) = distância entre a concavidade da frente e sua porção mediana posterior; maior comprimento do própodo do quelípodo (CPQ) = distância entre a porção distal do dedo fixo e a região mais proximal ao carpo; largura do própodo do quelípodo (LPQ) = maior largura entre as faces medial e lateral do própodo; altura do própodo do quelípodo (APQ) = distância entre o ponto mais alto, na inserção do dáctilo, até a margem oposta do própodo; largura do abdome (LA) = maior distância correspondente à medida do 5º somito abdominal para ambos os sexos; nos machos foi também medido o comprimento do gonopódio (CG) = que é a distância entre o ponto mais baixo da inserção e a ponta mais distal do primeiro pleópodo.

Durante a análise macroscópica das gônadas, as carapaças de machos e fêmeas foram rebatidas, e os estágios de desenvolvimento gonadal

determinados de acordo com a coloração e o tamanho em relação ao hepatopâncreas e à cavidade torácica. Quatro estágios de desenvolvimento foram estabelecidos: IM = imaturo; RU = rudimentar (adultos com gônadas não maduras); ED = em desenvolvimento; e DE = desenvolvido (Haefner, 1976; Abelló, 1989; Mantelatto, 1995; Costa & Negreiros-Fransozo, 1998) (Tabela I).

Tabela I: Descrição do desenvolvimento gonadal para machos e fêmeas de *Callinectes danae* Smith, 1869 e *Callinectes ornatus* Ordway, 1863, baseado em Haefner (1976), Abelló (1989) e Costa & Negreiros-Fransozo (1998).

Estágio gonadal	Características	
	Machos	Fêmeas
Imaturo (IM)	Gônada indiferenciada, associada à morfologia juvenil,	Gônada indiferenciada, associada à morfologia juvenil,
Rudimentar (RU)	Gônada observada com ampliação, vaso deferente filamentosos incolor,	Gônada não desenvolvida, ovário com aspecto de um filamento delgado esbranquiçado,
Em desenvolvimento (ED)	Gônada pouco volumosa, menor que o hepatopâncreas e de coloração branca e translúcida,	Início da maturação, o ovário é pequeno e laranja claro, podendo apresentar aspecto granular,
Desenvolvido (DE)	Gônada muito volumosa, ocupando grande parte da cavidade torácica, e de coloração branca translúcida.	Ovário ocupa a maior parte da cavidade torácica e a parte anterior do abdome, de cor laranja brilhante, muito granulado.

2.3. Amostragens dos fatores ambientais

Em todos os pontos de coleta foram registradas medidas de temperatura da água (termômetro de mercúrio °C) e da salinidade (refratômetro óptico específico), tanto de superfície como de fundo, obtidas com uma garrafa de Van Dorn.

As amostras do sedimento foram colhidas por meio de um coletor de sedimento do tipo Van Veen (área de 0,06m²), em cada ponto amostrado. Para a determinação das frações granulométricas e teor de matéria orgânica, utilizou-se como referência os trabalhos de Hakanson e Jansson (1983), Tucker (1988) e Mantelatto e Fransozo (1999).

A concentração de clorofila-a foi quantificada através de uma sonda Multiparâmetros durante o período de julho/2012 a janeiro/2014.

2.4. Maturidade sexual morfológica

Os quelípodos direito e esquerdo foram medidos e a possibilidade de heteroquelia testada por aplicação do teste “*t Student*” (nível de significância 5%), usando o comprimento, largura e altura dos quelípodos direito e esquerdo. Como não houve diferença significativa entre os quelípodos, optou-se por utilizar apenas as medidas do quelípodo direito como variável da análise, a fim de padronizar os dados.

Para a determinação do valor da maturidade sexual morfológica, foi aplicada a análise do crescimento relativo com base na técnica alométrica (Huxley, 1950) a partir dos dados morfométricos dos indivíduos. As relações das estruturas medidas foram LC (como variável independente) e CC, CPQ, LPQ, APQ, LA e CG (como variáveis dependentes).

Os dados foram plotados em gráficos de dispersão e ajustados à equação alométrica $y = ax^b$ (Hartnoll, 1974, 1978 e 1982), onde: y = variável dependente; x = variável independente; a = intercepto da curva no eixo da ordenada; b = constante de crescimento alométrico. As equações obtidas foram linearizadas ($\ln y = \ln a + b \ln x$) (Huxley, 1950), e os dados convertidos em logaritmo neperiano ($\ln$) submetidos a uma análise de regressão linear simples. O valor da constante alométrica “ b ” foi calculado para cada relação biométrica e a hipótese de nulidade ($H_0: b = 1$) testada com o teste “ t Student” ($\alpha = 0,05$), considerando o crescimento isométrico quando $b = 1$, alométrico positivo $b > 1$ e alométrico negativo $b < 1$ (Zar, 1996).

Com base nas relações lineares do crescimento relativo, uma análise não-hierárquica “*K-means clustering*” foi realizada para as relações morfométricas em estudo. Esse método distribui os dados em grupos de número, previamente estabelecidos por um processo iterativo que minimiza a variância dentro dos grupos e maximiza a variância entre os mesmos, dividindo os dados em grupos de interesse (jovens e adultos). O resultado da classificação (*K-means*) foi refinado aplicando uma análise discriminante (Sampedro *et al.*, 1999). Após a correta divisão das categorias demográficas, os dados logaritimizados foram submetidos a uma análise de covariância (ANCOVA), a fim de testar os coeficientes angulares (b) e lineares (a) entre os grupos (jovens e adultos). Desse modo, foi possível evidenciar se os valores para cada relação utilizada se ajustavam melhor a uma única reta ou se as categorias demográficas encontradas deveriam ser representadas por diferentes equações lineares (Herrera *et al.*, 2013). Para a determinação da maturidade sexual, foram utilizadas as relações biométricas com índice de

significância ($p < 0,05$), pois foram as relações que melhor indicaram os diferentes padrões de crescimento das fases jovem e adulta. As relações significantes foram também analisadas de acordo com o comportamento reprodutivo das espécies.

Nos casos onde ocorreram sobreposições entre as linhas de crescimento (jovens e adultos), esses indivíduos foram divididos em classes de tamanho (LC) definidas seguindo o método sugerido por Sturges (1926) e utilizada a proporção acumulada para ajuste pela equação logística $y = 1 / (1 + e^{r(LC-LC_{50})})$. Posteriormente, uma interpolação foi efetuada para a determinação do tamanho da maturidade sexual morfológica.

2.5. Maturidade sexual gonadal

Para as estimativas do tamanho da maturação sexual gonadal em machos e fêmeas foi utilizado o método L_{50} , ou seja, estima-se o tamanho em que 50% dos indivíduos da população em estudo estão com suas gônadas morfológicamente maduras para a reprodução. Esse método consiste na distribuição (%) dos indivíduos adultos em classes de tamanho, utilizando como variável independente, a largura da carapaça (LC) e, como variáveis dependentes, as frequências relativas de indivíduos reprodutivos (ED + DE). Os dados foram ajustados a uma curva sigmoide logística, seguindo o resultado da equação $y = 1 / (1 + e^{r(LC-LC_{50})})$, onde y = proporção de siris adultos; r = coeficiente de inclinação da curva; LC = largura da carapaça; e LC_{50} =

tamanho da maturidade sexual. O ajuste de equação foi efetuado pelo método de mínimos quadrados (Vazzoler, 1996).

Visando possibilitar a comparação entre os tamanhos da maturidade gonadal de *C. ornatus* obtidos neste estudo (LC) com outros que mensuraram a largura da carapaça entre as extremidades dos espinhos laterais (LE), foram utilizadas as seguintes fórmulas, segundo Carvalho *et al.* (2011): $LC = 0,79LE - 0,56$ (fêmeas) e $LC = 0,77LE - 0,59$ (machos), onde LC corresponde à largura da carapaça entre as bases dos espinhos laterais e LE representa a largura da carapaça entre as extremidades dos espinhos laterais.

2.6. Período reprodutivo e de recrutamento juvenil

A análise do período reprodutivo foi expressa pela variação de fêmeas ovígeras (FO) e reprodutivas (ED + DE) em relação ao número total de fêmeas adultas (F) em cada ponto e meses amostrados.

O recrutamento juvenil na população de cada espécie foi determinado pela entrada de exemplares jovens (machos e fêmeas) em relação ao número total de indivíduos na amostra.

As diferentes variáveis ambientais (temperatura e salinidade da água de fundo, textura e conteúdo orgânico do sedimento) foram relacionadas com a abundância de machos e fêmeas reprodutivos e não reprodutivos de *C. danae* e *C. ornatus*, em diferentes graus de desenvolvimento das gônadas (F1 = fêmeas com gônadas RU; F2 = fêmeas reprodutivas com gônadas ED+DE; F3 = fêmeas ovígeras; M1 = machos com gônadas RU; M2 = machos reprodutivos

com gônadas ED+DE) foi analisada através da Análise de Correspondência Canônica (ACC) ($p < 0,05$), executada no *software* de livre distribuição *R Development Core Team* (2006). Essa análise calcula combinação dos *scores* para um conjunto de dados com correlações lineares máximas, às quais mostram os níveis mais elevados de explicação da variância dos dados. Os coeficientes canônicos são utilizados para a interpretação dessa técnica de ordenação, permitindo relacionar a variação na abundância das diferentes espécies com a variação nos fatores ambientais.

2.7. Fatores ambientais vs. Fêmeas ovígeras

No intuito de averiguar uma possível relação entre a temperatura, salinidade e concentração de clorofila-*a* e a porcentagem de FO, foi utilizada a análise de séries temporais (Correlação cruzada Statistica 7.0, Statsoft, Inc), com o nível de significância de 5%, à qual permite determinar relações tardias ou prematuras (“lag”) entre as variáveis (Zar, 1996, Statsoft, 2004).

3. RESULTADOS

Um total de 13.262 indivíduos de *C. danae* foi analisado, sendo 1.648 juvenis, 5.179 fêmeas não ovígeras (RU: 715, ED: 1.945, DE: 2.519), 5.202 fêmeas ovígeras (RU: 2.431, ED: 2.546, DE: 225) e 1.233 machos adultos (RU: 367, ED: 497, DE: 369). A variação da largura da carapaça (LC) nas fêmeas foi de 13,1 a 91,9mm ($63,3 \pm 7,1$ mm) e nos machos de 12,1 a 99,6mm ($61,7 \pm$

14,7mm). Quando apenas as fêmeas ovígeras foram consideradas, a variação foi de 32,1 a 91,9mm ($64,6 \pm 5,5$ mm).

Para *C. ornatus* um total de 4.892 indivíduos foi amostrado, sendo 3.205 juvenis, 351 fêmeas não ovígeras (RU: 197, ED: 105, DE: 49), 34 fêmeas ovígeras (RU: 14, ED: 18, DE: 2) e 1.302 machos adultos (RU: 316, ED: 512, DE: 474). A variação de LC nas fêmeas foi de 12,7 a 67,3mm ($35,8 \pm 9,6$ mm) e nos machos de 11,4 a 82,0mm ($45,6 \pm 15,4$ mm). Quando apenas as fêmeas ovígeras foram consideradas, a variação LC foi de 41,0 a 62,8mm ($51,9 \pm 5,8$ mm).

3.1. Maturidade sexual morfológica

Foram utilizados, nas análises do crescimento relativo, 263 indivíduos de *C. danae*, sendo 124 fêmeas e 139 machos; e 188 indivíduos de *C. ornatus*, sendo 65 fêmeas e 123 machos.

As descrições detalhadas de cada uma das relações morfométricas analisadas de *C. danae* e *C. ornatus* podem ser consultadas nas Tabelas II e III, respectivamente. A análise de covariância apresentou significativos padrões de crescimento entre a fase juvenil e adulta, em ambos os sexos, e espécies ($p < 0,05$), exceto para *C. danae* nas relações CC vs. LC nos machos e fêmeas e CPQ vs. LC nas fêmeas e, em *C. ornatus*, apenas as relações CC vs. LC nos machos e LPQ vs. LC nas fêmeas (Tabela IV e V).

As relações que melhor apresentaram mudanças no coeficiente alométrico entre as categorias demográficas foram CPQ vs. LC para machos de *C. danae* e *C. ornatus* e para as fêmeas a relação LA vs. LC para ambas as espécies.

A análise do crescimento relativo na relação CPQ vs. LC para os machos nas duas espécies resultou em isometria nas fases jovens e alometria positiva nas fases adultas e foi utilizada para estimar o valor da maturidade sexual morfológica de *C. danae* em 58,5mm (LC) e em *C. ornatus* de 45,0mm (Figuras 2 e 3). Para as fêmeas, a relação LA vs. LC resultou em isometria nas fases jovens e alometria positiva nas fases adultas. Por meio dessa relação, foi possível estimar a maturidade sexual morfológica de *C. danae* em 54,5mm (LC) e de *C. ornatus* em 41,2mm (Figuras 4 e 5).

Tabela II: *Callinectes danae* Smith, 1869. Análise das relações morfométricas. Largura da carapaça (LC) como variável independente (dados transformados: log).

Relação	Sexo	N	a	b	r ²	T(b=1)	p	A
CC vs. LC	MJ/MA	137	-0,161	0,958	0,990	6,274	<0,001	-
	FJ/FA	123	-0,183	0,960	0,993	5,223	<0,001	-
CPQ vs. LC	MJ	51	-0,209	0,976	0,877	0,453	<0,001	0
	MA	87	-0,673	1,264	0,817	4,063	<0,001	+
	FJ/FA	124	-0,448	1,105	0,944	4,322	<0,001	+
LPQ vs. LC	MJ	50	-0,631	0,842	0,667	1,846	<0,001	+
	MA	87	-1,061	1,127	0,598	1,264	<0,001	0
	FJ	56	-0,973	1,031	0,663	0,306	<0,001	0
	FA	68	-0,867	0,993	0,607	0,068	<0,001	0
APQ vs. LC	MJ	53	-0,537	0,845	0,645	1,772	<0,001	-
	MA	85	-0,866	1,066	0,629	0,738	<0,001	0
	FJ	58	-1,016	1,124	0,599	1,945	<0,001	+
	FA	66	-0,804	1,022	0,559	0,190	<0,001	0
LA vs. LC	MJ	52	0,279	0,161	0,051	8,502	<0,001	-
	MA	86	-0,002	0,397	0,302	9,150	<0,001	-
	FJ	60	-1,408	1,393	0,775	4,991	<0,001	+
	FA	62	-0,576	1,084	0,938	2,339	<0,001	+
CG vs. LC	MJ	58	0,138	0,517	0,308	4,656	<0,001	-
	MA	79	-0,185	0,758	0,385	2,214	<0,001	-

Obs: CC = comprimento da carapace, CPQ = comprimento do própodo do quelípodo, LPQ = largura do própodo do quelípodo, APQ = altura do própodo do quelípodo, LA = largura do abdome, CG = comprimento do gonopódio, MJ = macho jovem, MA = macho adulto, FJ = fêmea jovem, FA = fêmea adulta, A = alometria, 0 = isometria, + = alometria positiva, - = alometria negativa.

Tabela III: *Callinectes ornatus* Ordway, 1863. Análise das relações morfométricas. Largura da carapaça (LC) como variável independente (dados transformados: log).

Relação	Sexo	N	a	b	r ²	T(b=1)	P	A
CC vs. LC	MJ/MA	121	-0,232	0,991	0,998	2,210	<0,001	-
	FJ	30	-0,157	0,940	0,992	3,859	<0,001	-
	FA	35	-0,316	1,043	0,988	2,143	<0,001	+
CPQ vs. LC	MJ	53	-0,299	1,026	0,959	0,888	<0,001	0
	MA	69	-0,847	1,375	0,908	7,032	<0,001	+
	FJ	28	-0,298	1,026	0,976	0,833	<0,001	0
	FA	37	-0,544	1,179	0,941	3,579	<0,001	+
LPQ vs. LC	MJ	52	-0,983	1,058	0,944	1,612	<0,001	0
	MA	70	-1,338	1,300	0,803	3,839	<0,001	+
	FJ/FA	65	-1,127	1,157	0,947	4,520	<0,001	0
APQ vs. LC	MJ	54	-0,893	1,064	0,898	1,286	<0,001	0
	MA	69	-0,943	1,120	0,713	1,382	<0,001	0
	FJ	28	-0,908	1,084	0,927	1,407	<0,001	0
	FA	37	-1,444	1,411	0,781	3,255	<0,001	+
LA vs. LC	MJ	39	-0,648	0,663	0,666	4,364	<0,001	-
	MA	84	-0,233	0,426	0,447	10,965	<0,001	-
	FJ	32	-1,204	1,290	0,634	1,620	<0,001	0
	FA	33	-2,923	2,445	0,702	5,050	<0,001	+
CG vs. LC	MJ	38	-0,863	1,081	0,866	1,146	<0,001	0
	MA	84	-0,398	0,795	0,872	6,095	<0,001	-

Obs: CC = comprimento da carapace, CPQ = comprimento do própodo do quelípodo, LPQ = largura do própodo do quelípodo, APQ = altura do própodo do quelípodo, LA = largura do abdome, CG = comprimento do gonopódio, MJ = macho jovem, MA = macho adulto, FJ = fêmea jovem, FA = fêmea adulta, A = alometria, 0 = isometria, + = alometria positiva, - = alometria negativa.

Tabela IV: *Callinectes danae* Smith, 1869. Resultado da análise de covariância (ANCOVA).

Relação	Grupo	Parâmetros (log)	F	p
CC vs. LC	Macho J vs. A	a	0,246	0,620
		b	0,031	0,860
	Fêmea J vs. A	a	0,224	0,637
		b	0,301	0,584
CPQ vs. LC	Macho J vs. A	a	---	---
		b	11,548	0,000*
	Fêmea J vs. A	a	2,264	0,135
		b	1,248	0,266
LPQ vs. LC	Macho J vs. A	a	---	---
		b	4,553	0,035*
	Fêmea J vs. A	a	15,424	0,000*
		b	0,070	0,792
APQ vs. LC	Macho J vs. A	a	35,179	0,000*
		b	3,155	0,078
	Fêmea J vs. A	a	7,749	0,006*
		b	0,375	0,541
LA vs. LC	Macho J vs. A	a	---	---
		b	4,249	0,041*
	Fêmea J vs. A	a	---	---
		b	13,584	0,000*
CG vs. LC	Macho J vs. A	a	74,345	0,000*
		b	2,440	0,121

Obs: LC = largura da carapaça, CC = comprimento da carapace, CPQ = comprimento do própodo do quelípodo, LPQ = largura do própodo do quelípodo, APQ = altura do própodo do quelípodo, LA = largura do abdome, CG = comprimento do gonopódio, J = jovem, A = adulto, *p<0,05.

Tabela V: *Callinectes ornatus* Ordway, 1863. Resultado da análise de covariância (ANCOVA).

Relação	Grupo	Parâmetros (log)	F	p
CC vs. LC	Macho J vs. A	a	0,81	0,371
		b	3,13	0,079
	Fêmea J vs. A	a	---	---
		b	15,922	0,000*
CPQ vs. LC	Macho J vs. A	a	---	---
		b	32,807	0,000*
	Fêmea J vs. A	a	---	---
		b	6,776	0,011*
LPQ vs. LC	Macho J vs. A	a	---	---
		b	8,470	0,004*
	Fêmea J vs. A	a	2,990	0,088
		b	3,996	0,050
APQ vs. LC	Macho J vs. A	a	12,090	0,000*
		b	3,122	0,577
	Fêmea J vs. A	a	---	---
		b	5,766	0,020*
LA vs. LC	Macho J vs. A	a	---	---
		b	7,333	0,007*
	Fêmea J vs. A	a	---	---
		b	11,494	0,001*
CG vs. LC	Macho J vs. A	a	---	---
		b	18,129	0,000*

Obs: LC = largura da carapaça, CC = comprimento da carapace, CPQ = comprimento do própodo do quelípodo, LPQ = largura do própodo do quelípodo, APQ = altura do própodo do quelípodo, LA = largura do abdome, CG = comprimento do gonopódio, J = jovem, A = adulto, *p<0,05.

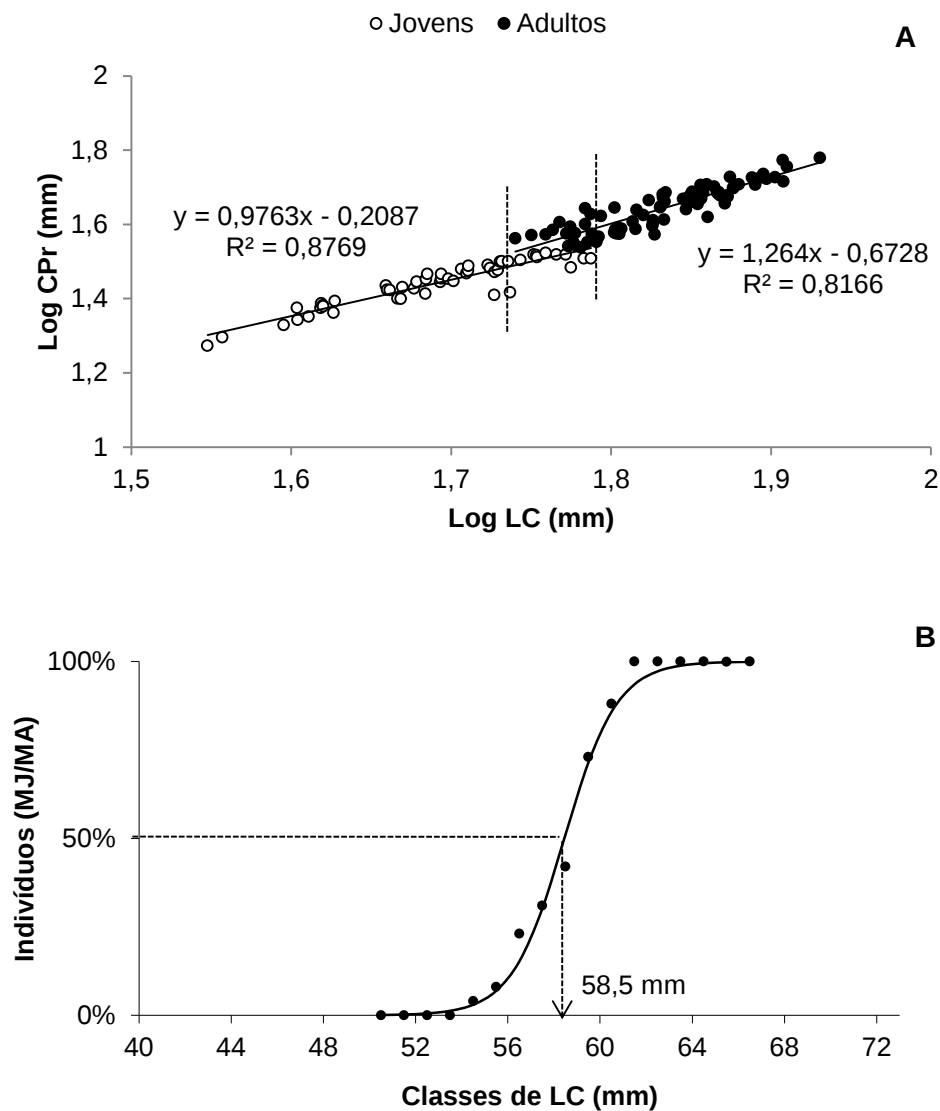


Figura 2: *Callinectes danae* Smith, 1869. (A) Relação morfométrica para machos. (B) Nos machos o tamanho estimado corresponde à largura da carapaça (LC) do ajuste da regressão logística na sobreposição de jovens e adultos, indicando o tamanho em que os machos estão morfologicamente desenvolvidos. JM = machos juvenis, MA = machos adultas, CPQ = comprimento do própodo do quelípodo.

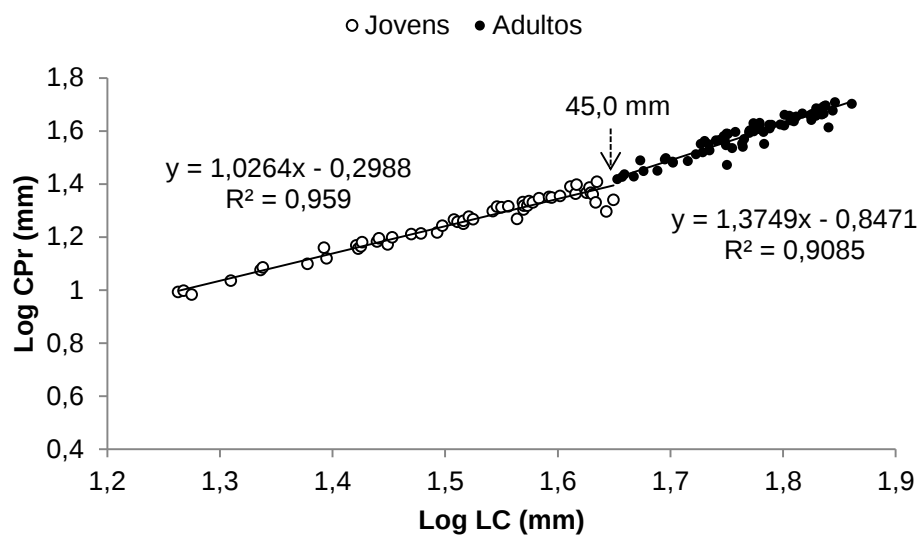


Figura 3: *Callinectes ornatus* Ordway, 1863. Tamanho estimado na maturidade sexual morfológica para machos. O tamanho estimado refere-se ao menor indivíduo após o ponto de inflexão das equações para juvenis e adultos. CPQ = comprimento do própodo do quelípodo, LC = largura da carapaça.

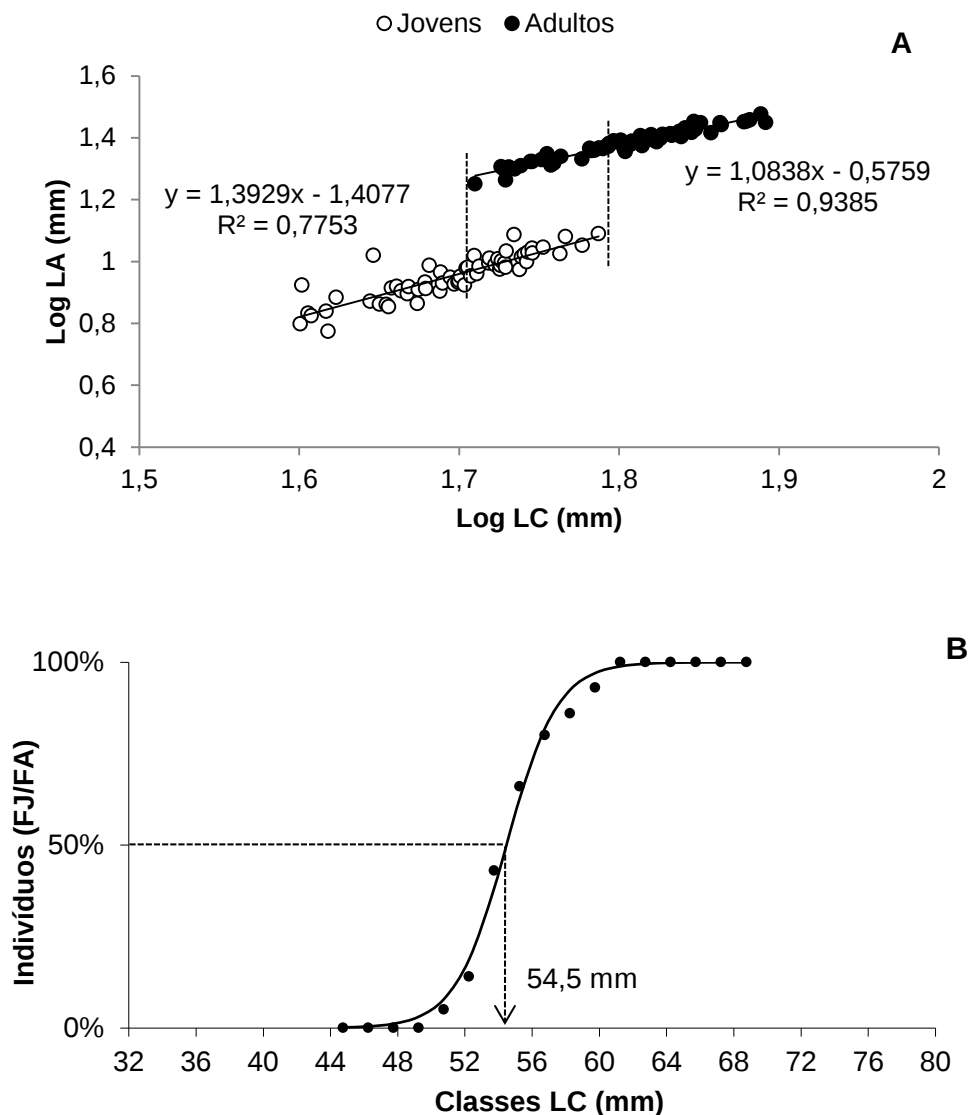


Figura 4: *Callinectes danae* Smith, 1869. (A) Relação morfométrica para fêmeas. (B) Nas fêmeas o tamanho estimado corresponde à largura da carapaça (LC) do ajuste da regressão logística na sobreposição de jovens e adultos, indicando o tamanho em que as fêmeas estão morfologicamente desenvolvidas. JF = fêmeas juvenis, AF = fêmeas adultas, LA = largura do abdome.

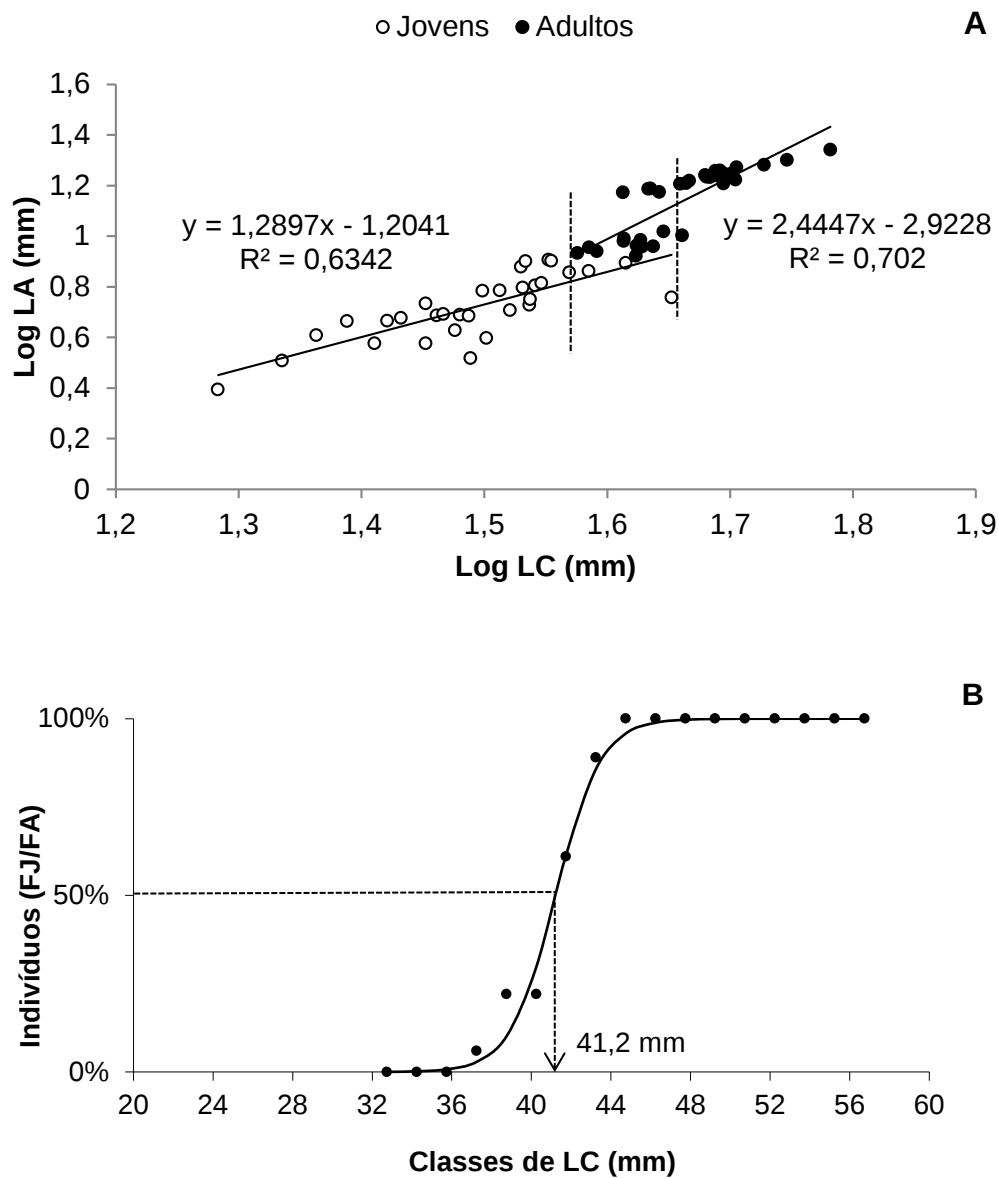


Figura 5: *Callinectes ornatus* Ordway, 1863. (A) Relação morfométrica para fêmeas. (B) Nas fêmeas o tamanho estimado corresponde à largura da carapaça (LC) do ajuste da regressão logística na sobreposição de jovens e adultos, indicando o tamanho em que as fêmeas estão morfologicamente desenvolvidas. JF = fêmeas juvenis, AF = fêmeas adultas, LA = largura do abdome.

3.2. Maturidade sexual gonadal

Quanto à maturidade sexual gonadal de *C. danae*, as fêmeas também apresentaram menores tamanhos estimados (LC_{50}) em relação aos machos, sendo de 61,4mm para as fêmeas e 69,4mm para os machos (Figura 6).

Em *C. ornatus*, o mesmo padrão foi observado: fêmeas apresentando menores tamanhos estimados que os machos; para as fêmeas, o tamanho foi de 46,9mm e nos machos 58,4mm de LC (Figura 7).

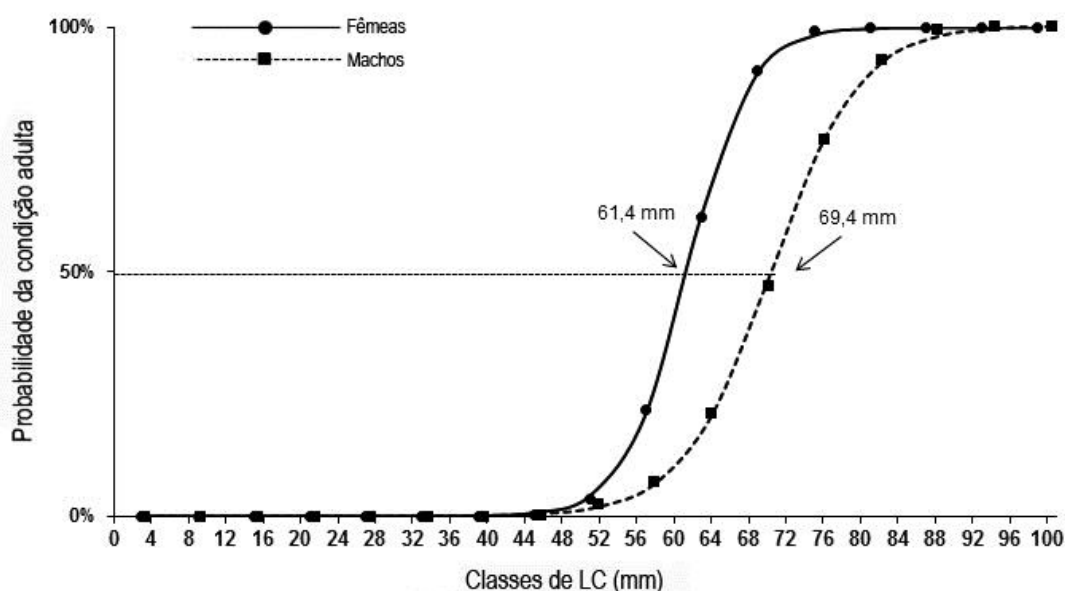


Figura 6: *Callinectes danae* Smith, 1869. Ajuste da equação logística, indicando a largura da carapaça (LC) em que 50% dos indivíduos (machos e fêmeas) atingem a maturidade sexual gonadal, em Cananéia, São Paulo.

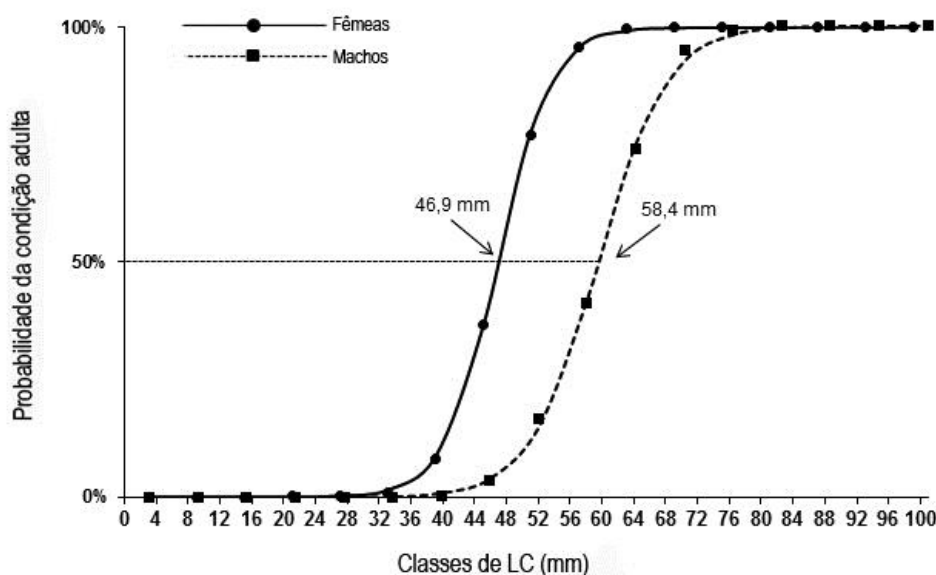


Figura 7: *Callinectes ornatus* Ordway, 1863. Ajuste da equação logística, indicando a largura da carapaça (LC) em que 50% dos indivíduos (machos e fêmeas) atingem a maturidade sexual gonadal, em Cananéia, São Paulo.

3.3. Período reprodutivo e recrutamento juvenil

Para *C. danae* verificou-se a presença de fêmeas com gônadas desenvolvidas (ED + DE) em todos os meses, com maiores porcentagens registradas nos meses de julho/2012, maio, outubro a dezembro/2013 e março/2014. Fêmeas ovígeras também foram amostradas durante todo o período, com maiores porcentagens nos meses de agosto/2012, janeiro, fevereiro, março e agosto/2013 e janeiro e abril/2014 (Figura 8A). Machos também apresentaram gônadas desenvolvidas praticamente o ano todo, com exceção de setembro/2013, onde houve a captura de apenas dois machos adultos (Figura 8B). Machos e fêmeas de *C. danae* com gônadas rudimentares representam as menores porcentagens amostradas (Figura 8).

Callinectes ornatus apresentou fêmeas com gônadas desenvolvidas praticamente o ano todo, com maiores porcentagens nos meses de outubro/12, fevereiro, junho e dezembro/13 e maio/14, porém, as fêmeas ovígeras foram amostradas apenas nos meses de novembro/12 a fevereiro/13 e de julho/13 a janeiro/14. (Figura 9A). Machos com gônadas desenvolvidas representam as maiores porcentagens amostradas, sendo os meses de menores representatividades de janeiro a abril/2014 (Figura 9B). Com relação às gônadas rudimentares (RU), as fêmeas foram amostradas em maiores porcentagens que os machos (Figura 9 A e B).

Espacialmente, as fêmeas reprodutivas e ovígeras de *C. danae* foram registradas em todos os pontos amostrados com maior porcentagem de FO nos pontos 3 e 5, e menor no ponto 7. Nos pontos 5 e 6 foram registradas maiores quantidades de machos reprodutivos (Figura 10).

Em contrapartida, para *C. ornatus*, nenhuma FO foi registrada nos pontos 6 e 7, apresentando sua maior porcentagem nos pontos 1 e 3. Os indivíduos reprodutivos foram observados em todos os pontos com as fêmeas apresentando maior flutuação entre os pontos, com menor porcentagem no ponto 3 (Figura 11).

Em relação aos juvenis, quando comparados ao número total de indivíduos amostrados mensalmente, *C. ornatus* apresentou maiores abundâncias em relação a *C. danae*. Os maiores picos foram em novembro e dezembro/12, março e dezembro/13 e março/14 para *C. danae*, e em novembro e dezembro/12, março, agosto/13 e janeiro e março/14 para *C. ornatus* (Figura 12). Espacialmente, os jovens de *C. danae* concentraram-se

preferencialmente nos pontos 5, 6 e 7 e de *C. ornatus* nos pontos 4 e 5 (Figura 13).

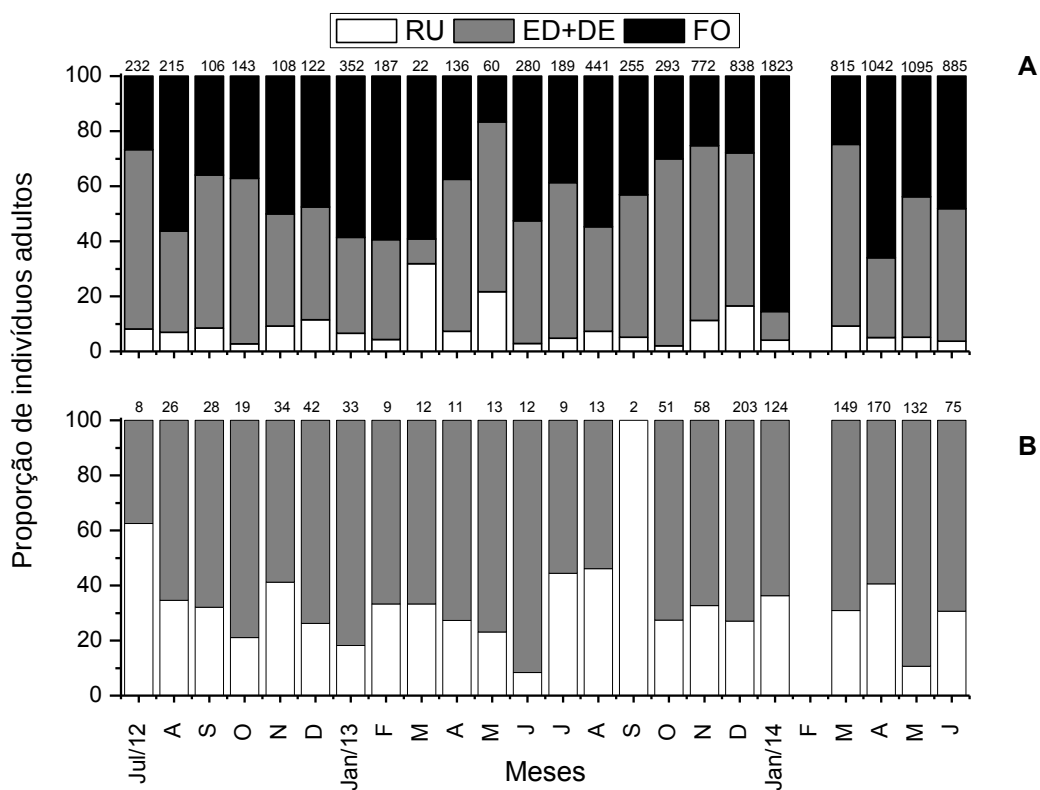


Figura 8: *Callinectes danae* Smith, 1869. Variação mensal na proporção de fêmeas (A) e machos (B) adultos amostrados em Cananéia de julho 2012 a junho 2014. Números acima das barras = total de indivíduos. RU: gônadas rudimentares, ED: gônadas em desenvolvimento, DE: gônadas desenvolvidas, FO: fêmeas ovígeras.

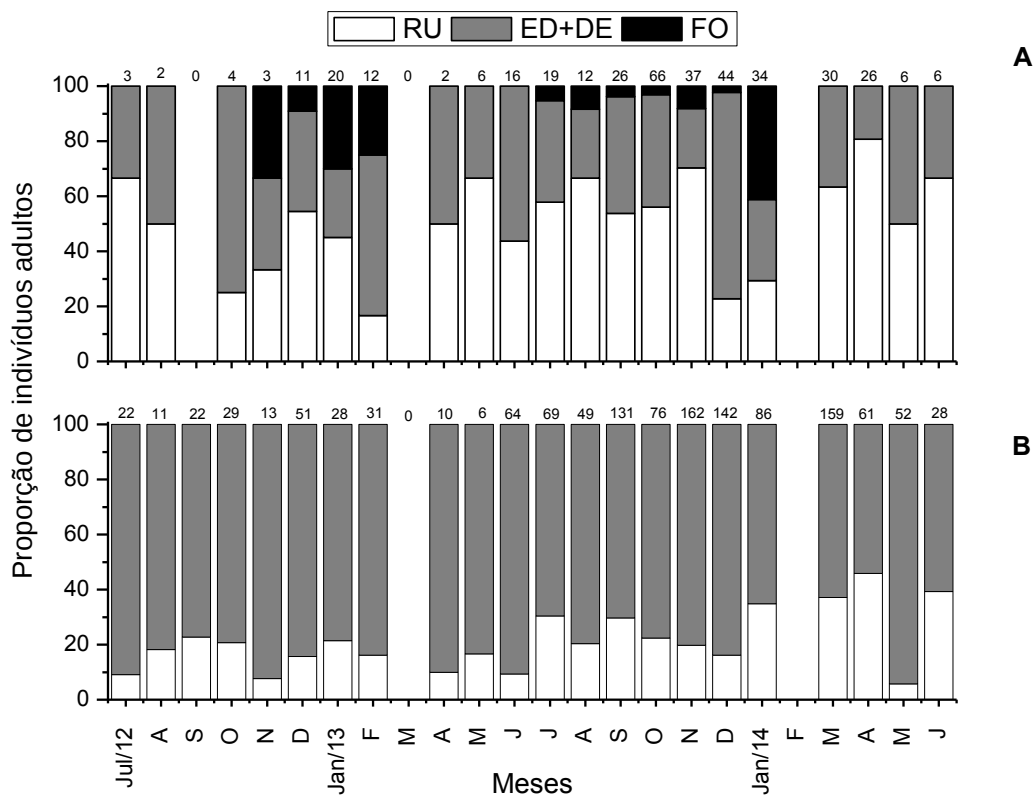


Figura 9: *Callinectes ornatus* Ordway, 1863. Variação mensal na proporção de fêmeas (A) e machos (B) adultos amostrados em Cananéia de julho 2012 a junho 2014. Números acima das barras = total de indivíduos. RU: gônadas rudimentares, ED: gônadas em desenvolvimento, DE: gônadas desenvolvidas, FO: fêmeas ovígeras.

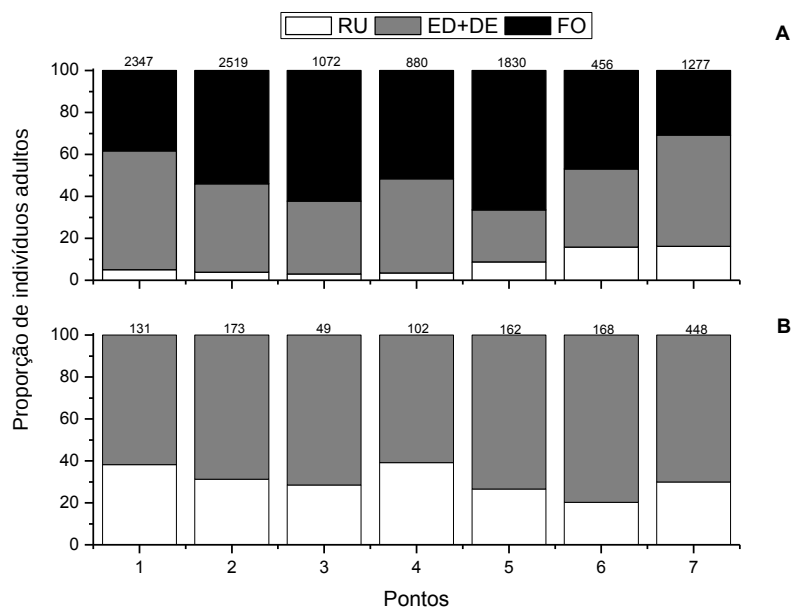


Figura 10: *Callinectes danae* Smith, 1869. Proporção dos estágios de maturação das gônadas de fêmeas (A) e machos (B) nos pontos de amostragem em Cananéia de julho 2012 a junho 2014. Números acima das barras = total de indivíduos. RU: gônadas rudimentares, ED: gônadas em desenvolvimento, DE: gônadas desenvolvidas, FO: fêmeas ovígeras.

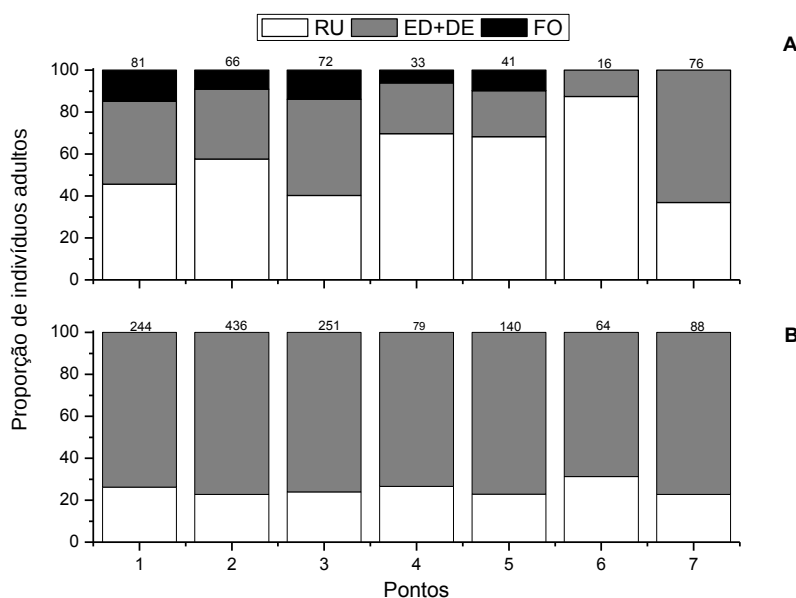


Figura 11: *Callinectes ornatus* Ordway, 1863. Proporção dos estágios de maturação das gônadas de fêmeas (A) e machos (B) nos pontos de amostragem em Cananéia de julho 2012 a junho 2014. Números acima das barras = total de indivíduos. RU: gônadas rudimentares, ED: gônadas em desenvolvimento, DE: gônadas desenvolvidas, FO: fêmeas ovígeras.

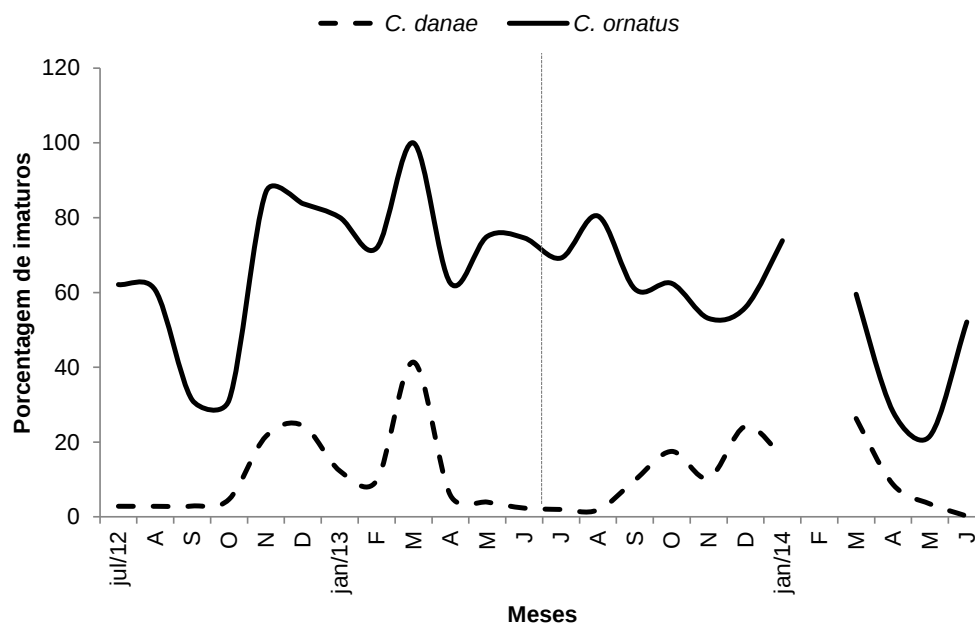


Figura 12: *Callinectes danae* Smith, 1869 e *Callinectes ornatus* Ordway, 1863. Recrutamento juvenil (IM) amostrados em Cananéia de julho 2012 a junho 2014.

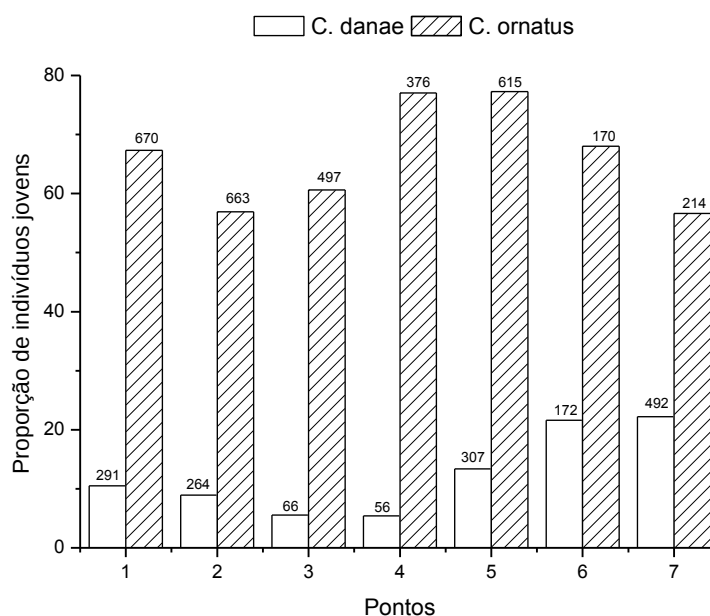


Figura 13: *Callinectes danae* Smith, 1869. *Callinectes ornatus* Ordway, 1863. Porcentagem de indivíduos jovens (IM) em relação ao número total de indivíduos nos pontos de amostragem em Cananéia de julho 2012 a junho 2014.

Os valores médios dos fatores ambientais analisados durante o estudo estão representados na Tabela VI e VII.

A ACC revelou que *C. danae* se correlaciona com a temperatura e a salinidade de fundo, com uma variância total dos dois primeiros eixos canônicos de 98%. Analisando o eixo 1 (66%), as fêmeas ovígeras (F3) e os machos reprodutivos (M2) se correlacionam de forma positiva com a temperatura e de forma negativa com a salinidade (Tabela VIII).

Para os grupos de *C. ornatus*, a ACC também apresentou dois eixos principais, com um total de 88% da variância dos dados. Considerando o eixo 1 (58%), F3 e M2 correlacionaram-se positivamente com a temperatura e a matéria orgânica correlacionou-se positivamente com F3 e negativamente com M2 (Tabela VIII).

Tabela VI: Valores médios dos fatores ambientais por estações do ano amostrados na região de Cananéia, durante o período de julho de 2012 a junho de 2014. TF = temperatura de fundo; SF = salinidade de fundo; PHI = granulometria do sedimento; MO = matéria orgânica. (-) período não amostrado.

Estações/Fatores	TF (°C)	SF	PHI	MO (%)	Clorofila-a
Inverno/12	20,8	31,1	3,1	3,1	6,4
Primavera/12	24,1	33,7	3,9	4,9	6,7
Verão/13	26,5	31,6	3,3	4,0	7,6
Outono/13	22,8	33,4	3,8	4,0	6,3
Inverno/13	18,4	29,2	3,5	2,5	3,6
Primavera/13	23,4	27,0	3,6	3,2	4,9
Verão/14	28,6	33,2	3,5	4,1	-
Outono/14	24,4	31,3	3,8	3,9	-

Tabela VII: Valores médios dos fatores ambientais por ponto de amostragem na região de Cananéia, São Paulo. TF = temperatura de fundo; SF = salinidade de fundo; PHI = granulometria do sedimento; MO = matéria orgânica.

Ponto/Fatores	TF (°C)	SF	PHI	MO (%)	Clorofila-a
1	23	34,0	3,74	3,34	4,01
2	23	33,9	3,29	3,66	4,95
3	23	34,3	3,47	3,12	4,50
4	23	34,4	4,82	6,81	4,06
5	24	28,8	3,46	3,28	7,39
6	24	27,8	2,27	2,29	7,05
7	24	27,1	3,39	3,23	9,12

Tabela VIII: *Callinectes danae* Smith, 1869. B: *Callinectes ornatus* Ordway, 1863. Resultado da análise de correspondência canônica (ACC), considerando os dois primeiros eixos canônicos, entre a abundância dos grupos de diferentes estágios gonadais e as variáveis ambientais em Cananéia, São Paulo, durante o período de julho de 2012 a junho de 2014.

<i>C. danae</i>					<i>C. ornatus</i>			
Grupo	Coeficientes canônicos				Coeficientes canônicos			
	Eixo 1	Eixo 2	r ²	p	Eixo 1	Eixo 2	r ²	p
F1	-0,75	-0,66	0,05	0,21	0,38	0,92	0,03	0,34
F2	0,98	0,22	0,14	0,06	0,75	0,66	0,08	0,05
F3	-0,96	0,27	0,46	0,00*	0,10	-0,01	0,37	0,00*
M1	-0,81	-0,59	0,10	0,08	-0,18	0,98	0,30	0,00*
M2	-0,85	-0,53	0,15	0,03*	0,99	0,12	0,02	0,39
Fatores ambientais								
TF	-0,95	-0,30	0,32	0,00*	0,95	0,31	0,09	0,04*
SF	0,28	0,96	0,24	0,01*	0,35	0,94	0,02	0,41
PHI	0,98	0,18	0,05	0,32	0,93	0,36	0,03	0,35
MO	0,85	-0,53	0,00	0,89	0,94	-0,34	0,09	0,03*

Obs: F1 = fêmeas com gônadas RU, F2 = fêmeas reprodutivas com gônadas ED+DE, F3 = fêmeas ovígeras, M1 = machos com gônadas RU, M2 = machos reprodutivos com gônadas ED+DE, TF = temperatura de fundo, SF = salinidade de fundo, PHI = granulometria do sedimento, MO = matéria orgânica do sedimento. * p<0,05.

3.4. Fatores ambientais vs. Fêmeas ovígeras

Dos fatores ambientais analisados com a porcentagem de fêmeas ovígeras de *C. danae* e *C. ornatus*, apenas uma correlação positiva significativa entre FO de *C. ornatus* e temperatura de fundo foi observada. Esta análise revelou a correlação no aumento da abundância de FO um mês antes e no instante zero (*lags*) em que há o aumento da temperatura (Times Series, $p < 0,05$) (Figura 14).

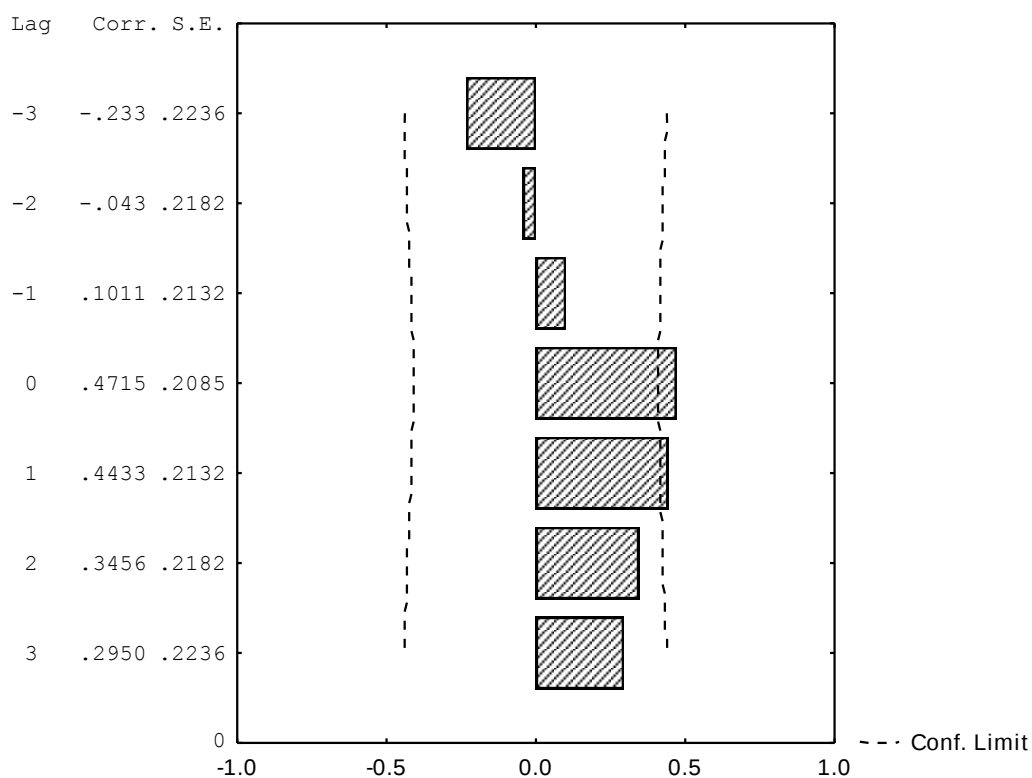


Figura 14: *Callinectes ornatus* Ordway, 1863. Análise de séries temporais (Times Series) de fêmeas reprodutivas e temperatura de fundo registrada em Cananéia de julho 2012 a junho 2014. Lag: tempo; Corr: valor da correlação; S.E.: erro padrão; Conf. Limit.: limite de confiança.

4. DISCUSSÃO

A espécie de *C. danae* foi mais abundante durante todo o período analisado na região. Essa diferença em relação a *C. ornatus* é provavelmente devido à sua maior tolerância às variações ambientais, como a temperatura e a salinidade, amplamente variáveis em Cananéia devido ao grande aporte de águas continentais presentes na região. O contrário foi observado em outras regiões como o litoral norte paulista (Negreiros-Fransozo e Fransozo, 1995; Reigada e Negreiros-Fransozo, 2001), onde os processos de troca de água e material sedimentar entre a região costeira e a plataforma adjacente são relativamente pequenos (Mahiques, 1995).

Os aspectos reprodutivos em crustáceos podem ser afetados por diversos fatores como as condições fisiológicas das espécies, a sazonalidade da reprodução, a latitude, a densidade populacional e as condições ambientais locais (Jensen, 1958; Hines, 1989). O tamanho máximo atingido pelas espécies também pode variar substancialmente entre diferentes populações, de acordo com as variáveis abióticas locais (Wenner *et al.*, 1974; Araújo *et al.*, 2012; Marochi *et al.*, 2013).

Variações em tamanho da largura da carapaça, registrada no presente estudo para *C. danae* e *C. ornatus*, demonstra que machos atingem tamanhos maiores que as fêmeas, porém, devido ao elevado número amostrado de fêmeas adultas de *C. danae*, estas apresentaram tamanho médio maior que os machos. Os machos alcançam tamanho final maior do que as fêmeas, pois investem energia metabólica no crescimento somático, enquanto as fêmeas direcionam seu gasto energético para a reprodução.

De acordo com Williams (1974) e Hartnoll (1982), este é um padrão esperado para os siris do gênero *Callinectes*. Consequentemente, os machos atingem a maturidade sexual morfológica com tamanho maior do que as fêmeas. Segundo Morochi *et al.* (2013), essa diferença pode chegar a aproximadamente 10mm de largura da carapaça a favor dos machos.

Quanto aos padrões de crescimento das estruturas, este estudo concluiu que o própodo do quelípodo para machos e o abdome para fêmeas de *C. danae* e *C. ornatus* são as estruturas indicadoras da maturidade sexual morfológica. Estes resultados indicaram que o crescimento diferencial dessas estruturas está relacionado com o caractere sexual secundário, assim como observado em outros estudos com caranguejos braquiúros (Tessier, 1960; Williams, 1974; Pinheiro e Fransozo, 1993; Guerrero-Ocampo *et al.*, 1998; Costa e Negreiros-Fransozo, 1998; Mantelatto e Fransozo, 1999; Fernández-Vergaz *et al.*, 2000).

A alometria positiva do própodo do quelípodo dos machos na fase adulta, aponta a possibilidade de um maior investimento energético no desenvolvimento desta estrutura após a muda da puberdade. Isso indica que os quelípodos estão associados com processos reprodutivos, esta associação também foi observada para *C. danae* e *C. ornatus* por Marochi *et al.* (2013) e Mantelatto e Fransozo (1999), respectivamente.

Os machos utilizam, também, seus quelípodos para interações agonísticas com outros machos, em competições intra e interespecíficas (Wright, 1968, Hartnoll, 1968, 1974; Vannini e Gherardi, 1988; Pinheiro e Fransozo, 1993). Assim, machos maiores providos de quelípodos bem

desenvolvidos apresentam uma vantagem na seleção de parceiras e em eventos de competições relacionados.

Nas fêmeas, o aumento da largura do abdome durante a fase adulta é esperado para os portunídeos, pois as fêmeas, após a fecundação, exteriorizam e incubam os ovos no abdome (Hartnoll, 1982; Mantelatto e Fransozo, 1997; Pinheiro e Fransozo, 1998). A explicação consiste no fato das fêmeas, após sofrerem a muda da puberdade, apresentarem um aumento do abdome, ou seja, uma alometria positiva no crescimento abdominal em relação ao crescimento da carapaça, como registrado para *C. danae* e *C. ornatus* em Cananéia no presente estudo. De acordo com Mantelatto e Fransozo (1997), o aumento do abdome após a muda da maturidade nas fêmeas é uma adaptação para acomodar o máximo de ovos produzidos pela espécie, apresentando maior fecundidade individual.

A partir dessas relações morfométricas, a maturidade sexual morfológica estimada para os machos de *C. danae* e de *C. ornatus* mostrou que os machos atingem maturidade com tamanhos maiores que as fêmeas. Esta diferença é uma adaptação reprodutiva, pois este dimorfismo confere proteção a fêmea em pós-muda, logo após a cópula (abraço pós copulatório), como relatado por Branco e Lunardon-Branco (1993b), Mantelatto e Fransozo (1996), Pinheiro e Fransozo (1999), Costa e Negreiros-Fransozo (1998), Baptista *et al.* (2003) e Branco e Fracasso (2004).

Diversos estudos com crustáceos marinhos demonstraram que os indivíduos atingem a maturidade sexual com tamanhos maiores com o aumento da latitude (Vernberg, 1962; Hines, 1989; Bauer, 1992). Porém, dificuldades foram encontradas durante a comparação dos resultados aqui

obtidos com outras regiões do Brasil devido às diferenças metodológicas aplicadas como, por exemplo, o estudo de Marochi *et al.* (2013) conduzido no Paraná, que utilizou análise de crescimento relativo para estimar o tamanho da maturidade sexual morfológica de *C. danae*, porém, os autores utilizaram como largura da carapaça (LC) as medidas entre as extremidades dos espinhos laterais, tornando, assim, imprecisa essa comparação. Já o estudo de Serverino-Rodrigues *et al.* (2012), conduzido com fêmeas dentro do complexo lagunar-estuarino de Cananéia, utilizou apenas a metodologia do LC₅₀ na análise morfológica e estimou um tamanho de 57,1mm (LC) para as fêmeas de *C. danae*, valor próximo ao encontrado no presente estudo.

Em relação à maturidade sexual gonadal, o mesmo padrão foi observado para as espécies, com machos atingindo tamanhos maiores que as fêmeas. O tamanho da maturidade gonadal das fêmeas em Cananéia foi próximo dos valores estimados para as populações de *C. danae* em Pernambuco (Barreto *et al.*, 2006) e, para os machos, valor próximo foi registrado no Paraná (Baptista-Metri *et al.*, 2005). Os valores estimados para maturidade gonadal de *C. ornatus* foram próximos aos encontrados por Branco e Lunardon-Branco (1993b) e Baptista *et al.* (2003) no Paraná, locais próximos a Cananéia (25°S, 48°W). Porém, como analisado nas tabelas IX e X, os valores estimados para a maturidade gonadal das populações ao longo da costa brasileira não seguem o padrão latitudinal.

É esperado que populações de crustáceos com distribuição restrita às áreas de menor latitude, onde as temperaturas são mais elevadas, apresentem maturidade sexual com tamanhos inferiores, quando comparados aos de maiores latitudes (Analla *et al.*, 1980; Hartnoll, 1982; Carvalho *et al.*, 2011a);

entretanto, nas localidades do Canal de Santa Cruz/PE (Araújo *et al.*, 2012), machos e fêmeas de *C. danae* atingiram maturidade com tamanhos maiores que Cananéia/SP. Os maiores tamanhos observados pela população de Pernambuco pode ser resultado de diferenças genéticas causadas por barreiras físicas ou por fatores ambientais da região, como alta produtividade primária; pois, a produtividade primária está diretamente relacionada ao aumento da energia de uma teia trófica (Schmiegelow, 2004), resultando em elevados valores de maturidade.

Além das diferenças latitudinais, as variações no tamanho da maturidade sexual também podem ser atribuídas à variação genotípica, pressão de captura, disponibilidade de alimento, fotoperíodo e mudanças no substrato (Hines, 1989; Fisher, 1999; Orensanz *et al.* 2007). Ainda segundo Hines (1989), esses fatores não só regulam o tamanho da maturidade sexual, como também propicia variações que modulariam diferentes padrões de crescimento, sendo mais importantes do que os parâmetros de ordem latitudinal.

A maturidade sexual morfológica e gonadal de *C. danae* e *C. ornatus* não ocorreu de forma sincrônica no presente estudo, pois as espécies apresentaram caracteres sexuais secundários antes do desenvolvimento completo das gônadas. Tal padrão também foi registrado por Barreto *et al.* (2006) para *C. danae*; Haefner (1990) para *C. ornatus*; Pinheiro e Fransozo (1998) para *Arenaeus cribrarius*; e Castiglioni e Coelho (2011) para *Ucides cordatus*.

De acordo com Harnoll (1982), os indivíduos só se tornam aptos à reprodução quando atingem ambas as maturidades, que podem ser assincrônicas ou não (Sastry, 1983; Conan e Comeau, 1986). As fêmeas, por

exemplo, podem ser copuladas e armazenar os espermatozoides até o desenvolvimento completo das gônadas (Subramonian, 1991). Esse fato foi observado em *C. danae* por Barreto *et al.* (2006). As fêmeas apresentaram receptáculo seminal desenvolvido, porém, as gônadas imaturas, indicando uma provável cópula antes de atingirem a maturidade sexual gonadal.

A estimativa e comparação da maturidade sexual em braquiúros por diferentes técnicas torna-se importante, pois as variações em tamanho podem estar relacionadas aos fatores ambientais e geográficos ou pela influência da pesca, cuja pressão pode refletir nas características hereditárias da população, dentre elas o tamanho médio dos indivíduos (Policansky, 1993; Trippel, 1995) e, conseqüente, diminuição do tamanho da maturidade, representando custo adicional às espécies, pois tamanhos menores resultam em baixa fecundidade e, provavelmente, maior risco de predação, diminuindo, assim, o potencial reprodutivo da população (Vazzoler, 1996).

Tabela IX: *Callinectes danae* Smith, 1869. Valores da maturidade gonadal (LC_{50}) estimados para machos e fêmeas de populações de diferentes localidades no Brasil, ordenados pelo aumento da latitude.

Localidade	LC_{50} (mm)		Referências
	Macho	Fêmea	
Canal de Santa Cruz (PE) (07°34'S, 34°04'W)	74,5	62,5	Araújo <i>et al.</i> (2012a)
Rio Carrapicho (PE) (07°39'S, 34°51'W)	-	61,6	Barreto <i>et al.</i> (2006)
Rio Botafogo (PE) (07°43'S, 34°53'W)	-	63,6	Barreto <i>et al.</i> (2006)
Ubatumirim (SP) (23°21'S, 44°54'W)	60,2	55,1	Andrade <i>et al.</i> (2015)
Ubatuba (SP) (23°26'S, 44°03'W)	58,0	55,4	Andrade <i>et al.</i> (2015)
Mar Virado (SP) (23°32'S, 45°12'W)	58,4	54,6	Andrade <i>et al.</i> (2015)
Cananéia (SP) (25°05'S, 48°00'W)	69,4	61,4	Presente estudo
Balneário Shangrilá (PR) (25°37'S, 48°25'W)	60,5	52,7	Baptista-Metri <i>et al.</i> (2005)
Baía da Babitonga (SC) (26°12'S, 49°20'W)	75,2	62,9	Sabino (2014)

Tabela X: *Callinectes ornatus* Ordway, 1863. Valores da maturidade gonadal (LC_{50}) estimados para machos e fêmeas de populações de diferentes localidades no Brasil, ordenados pelo aumento da latitude.

Localidade	LC_5 (mm)		Referências
	Macho	Fêmea	
Ilhéus (BA) (14°49'S, 39°00'W)	43,5	40,7	Carvalho <i>et al.</i> (2011)
Baía de Guanabara (RJ) (22°00'S, 48°00'W)	-	52,7	Keunecke <i>et al.</i> (2012)*
Ubatuba (SP) (23°26'S, 45°02'W)	50,0	43,0	Mantelatto e Fransozo (1996)
Cananéia (SP) (25°05'S, 48°00'W)	58,4	46,9	Presente estudo
Balneário Shangri-lá (PR) (25°37'S, 48°25'W)	55,0	48,0	Baptista <i>et al.</i> (2003)
Matinhos (PR) (25°40'S, 48°40'W)	51,0	47,6	Branco e Lunardon-Branco 1993b*
Penha (SC) (26°40'S, 48°36'W)	44,0	40,5	Branco e Fracasso (2004)*

(*) Valores originalmente calculados incluindo os espinhos laterais na medida a carapaça.

A presença de machos e fêmeas reprodutivos de *C. danae* e *C. ornatus* durante todo o período de estudo confirmou a reprodução contínua. As espécies mostraram um período reprodutivo assíncrono, ou seja, apesar de a população estar se reproduzindo por todo o ano, nem todos os adultos encontravam-se ativamente reprodutivos em todos os períodos (Bauer, 1989). Fato esse corroborado pelos diferentes picos de fêmeas ovígeras ao longo do ano, principalmente durante o verão.

Algumas estratégias de otimização reprodutiva são apresentadas por *Callinectes* como as desovas múltiplas, ou seja, as fêmeas podem exteriorizar mais de uma massa de ovos dentro do mesmo período reprodutivo (Mantelatto e Fransozo, 1999). Essa estratégia foi confirmada por Brown (2009) em estudo da morfologia ovariana de *C. sapidus* e pela evidência de fêmeas ovígeras apresentando variados estágios de desenvolvimento gonadal.

A reprodução evidenciou o padrão esperado para espécies que habitam regiões tropicais e subtropicais. De acordo com Sastry (1983), essas espécies tendem a se reproduzir continuamente, devido à estabilidade das condições ambientais e pouca oscilação térmica durante o ano, ao passo que, em regiões temperadas, a reprodução concentra-se em alguns poucos meses, geralmente primavera e verão (Rasheed e Musraquim, 2010).

Durante o verão, que é caracterizado como período chuvoso na região de Cananéia, o aumento de descarga continental eleva substancialmente o aporte continental de nutrientes que, estimulado pelas altas temperaturas, aumenta a produtividade primária e secundária (Ara, 2004; Barrera-Alba *et al.*, 2009), favorecendo a disponibilidade de alimento para as larvas e assegurando o sucesso reprodutivo das espécies (Andrade *et al.*, 2015). Assim, as espécies

que coabitam o mesmo nicho ecológico podem exibir mudanças de habitat causadas por necessidades como competição e predação.

De acordo com Branco e Masunari (2000), o ciclo de *C. danae* envolve o estuário como local de crescimento, cópula e exteriorização dos ovos, e, área marinha, local de desova e dispersão larval. A alta salinidade favorece o desenvolvimento larval, que apresenta menos tolerância às variações de salinidade do que os indivíduos adultos (Paul, 1982). Já *C. ornatus* é menos tolerante às variações de salinidade e temperatura do que *C. danae* (Negreiros-Fransozo e Fransozo, 1995), e fêmeas ovígeras podem ocupar áreas mais próximas do mar aberto (Lavrado *et al.*, 2000).

O baixo número de fêmeas ovígeras de *C. ornatus* coletados durante o período de estudo é resultado de um comportamento migratório da espécie para locais de maior salinidade. Corrobora essa hipótese a ausência de fêmeas ovígeras nos pontos de menores salinidades (6 e 7). Essa estratégia reprodutiva demonstra que as espécies evitam a competição interespecífica (Keunecke *et al.*, 2012) com outras espécies maiores, como *C. danae* e *C. sapidus* (Buchanan e Stoner, 1988). Já *C. danae* apresentou uma ampla distribuição de fêmeas ovígeras entre os pontos amostrados, com elevada abundância no ponto 5, que, de acordo com Severino-Rodrigues *et al.* (2009), o local é considerado como rota de migração das fêmeas ovígeras.

Assim como a atividade reprodutiva, o recrutamento juvenil também foi registrado em todos os meses para *C. danae* e *C. ornatus* com maiores abundâncias na primavera e verão. Esse padrão de recrutamento também foi observado por Batista *et al.* (2003) no Paraná; e Santos *et al.* (2016) em Alagoas.

Em relação aos indivíduos juvenis, a maior abundância foi registrada para *C. ornatus*. Alguns estudos apontam que os juvenis de *Callinectes* spp. usualmente preferem águas calmas, rasas e com alta quantidade de matéria orgânica, às quais são importantes para seu desenvolvimento (Negreiros-Fransozo e Fransozo, 1995; Tudesco *et al.*, 2012). Watanabe *et al.* (2014) encontraram resultados similares para a população de *C. ornatus* no complexo baía-estuário de São Vicente e justificou que, nessa fase de vida, eles utilizam as regiões marinhas mais rasas como berçário.

Como registrado por Branco e Masunari (2000), os juvenis de *C. danae* voltam para o sistema estuarino para completar seu ciclo de vida, atestado pela alta abundância de jovens nos pontos dentro do complexo estuarino-lagunar.

Considerando os valores de crescimento encontrados do capítulo 2 desse estudo, é possível deduzir que as fêmeas atingem a maturidade sexual na metade do seu primeiro ano de vida (*C. danae*: 154 dias e *C. ornatus*: 192 dias). Assumindo esse período de tempo, é possível inferir que a abundância de fêmeas ovígeras observadas na primavera contribuiu para o recrutamento juvenil registrado no verão. Esses juvenis atingem a maturidade sexual no outono quando estarão aptos a iniciarem a reprodução.

Apesar de Mantelatto e Fransozo (1996) não terem estimado o crescimento e a longevidade de *C. ornatus*, os autores presumem que a maturidade sexual ocorra muito cedo durante seu desenvolvimento, com as fêmeas podendo alcançá-la no primeiro ano de vida, hipótese confirmada com os resultados do presente estudo.

De acordo com o exposto, o comportamento migratório pode ser alterado por mudanças ambientais que influenciam a atividade reprodutiva, e

tais mudanças são moduladas por um conjunto de fatores proximais (temperatura e salinidade da água e composição do sedimento) e/ou finais (pressão seletiva) que se interagem na sincronização dessas atividades (Sastry 1983, Bauer e Lin, 1994). A temperatura mostrou-se um fator modulador na atividade reprodutiva das populações estudadas, com fêmeas ovígeras abundantes nos períodos de elevadas temperaturas e, conseqüentemente, maior disponibilidade de alimento, que promovem maiores taxas de crescimento (Pita *et al.*, 1985; Severino-Rodrigues *et al.*, 2009; Sforza *et al.*, 2010).

O ciclo de vida de *C. danae* foi fortemente associado à variação na salinidade, onde machos reprodutivos apresentam maiores abundâncias em menores salinidades devido à sua osmorregulação mais eficaz do que outras espécies congêneres, pois apresentam um sítio de amônio responsável pelo equilíbrio osmótico e pela maior permeabilidade do seu epitélio branquial, fazendo com que tolere grandes variações de salinidade (Masui *et al.*, 2002). Já a correlação negativa das fêmeas ovígeras com a salinidade aplicou-se ao fato do local de maior captura ser a rota de migração reprodutiva, um local de estreita e profunda comunicação entre o estuário e o mar, sendo, portanto, área de influência de águas oceânicas (Severino-Rodrigues *et al.*, 2009). A maior incidência de fêmeas ovígeras de *C. danae* na entrada do estuário no verão também foi destacada por Sant'Anna *et al.* (2012).

A correlação positiva registrada para as fêmeas ovígeras de *C. ornatus* com a alta concentração de matéria orgânica se justifica, pois, locais de elevados teores de matéria orgânica estão diretamente ligados à de alta produtividade primária (Tyson, 1995). Em Cananéia, a região de maior

concentração de matéria orgânica foi registrada na baía, onde a salinidade foi alta e favoreceu o estabelecimento de *C. ornatus*. Apesar dos portunídeos poderem ingerir o sedimento como um todo e extrair sua matéria orgânica, tais animais são basicamente carnívoros, com dieta composta por moluscos, bivalves e gastrópodes, animais predados ou já em decomposição (Warner, 1977).

Para as fêmeas ovígeras de *C. ornatus*, a correlação positiva observada com um “lag” e no instante de aumento da temperatura, seria um ajuste da população em desovar no período favorável à sobrevivência larval, pois a elevada temperatura está correlacionada à produtividade primária (Solank *et al.*, 2001; Souza *et al.*, 2009; Pérez-Arvizu *et al.*, 2013). Embora *C. ornatus* não se alimente de fitoplâncton, esse parâmetro bioquímico é usado com indicador de zonas de produção biológica e disponibilidade de alimento nos ecossistemas aquáticos (Solanki *et al.*, 2001). De acordo com Thorson (1950) e Sastry (1983), a produtividade primária é considerada um fator final, pois a disponibilidade de alimento para as fases larvais é determinante na seleção desde período.

Os estímulos ambientais são respostas para diferenças no ciclo de vida de populações de crustáceos, incluindo a periodicidade reprodutiva (Andrade, 2014b). No presente estudo, os fatores ambientais foram fatores decisivos no padrão reprodutivo e diferenciação das estratégias reprodutivas das espécies.

Pardieck *et al.* (1999) asseguraram que os siris azuis podem ser usados como modelos para exemplificar como os estágios de desenvolvimento iniciais podem ser influenciados por diferentes fatores físicos e biológicos. Com os resultados obtidos no presente estudo, é possível afirmar que não só o

desenvolvimento, mas também as estratégias reprodutivas das populações podem ser reguladas por esses fatores. A distribuição de *C. danae* e *C. ornatus* indica uma plasticidade reprodutiva, com padrões reprodutivos diferentes e ocupação diferencial dos habitats, que pode ser uma estratégia para assegurar o sucesso reprodutivo das espécies.

O conhecimento da biologia e das estratégias reprodutivas apresentadas pelas espécies, principalmente em estudos que abrangem regiões marinhas e estuarinas, são cruciais para a conservação do ecossistema, pois trazem informações importantes que asseguram a manutenção dos estoques, que é baseado no tamanho mínimo de captura.

Embora o tamanho mínimo de captura para *C. sapidus* e *C. danae* seja regulado (12cm, considerando-se os espinhos laterais), bem como a proibição da captura e comercialização de fêmeas ovígeras (Brasil, 1983), o tamanho mínimo de captura para *C. ornatus* não é legalmente regulamentado (Watanabe *et al.*, 2014). O plano de gestão proposto para *C. danae* encontra respaldo nos resultados do presente estudo, tornando necessária a ampliação para outras espécies do gênero como *C. ornatus*.

A gestão e monitoramento dessas espécies devem ser cuidadosamente avaliados devido à importância produtiva e socioeconômica, com o propósito da manutenção sustentável, uma vez que são espécies economicamente importantes.

5. REFERÊNCIAS

- Abelló, P. 1989. Reproduction and moulting in *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758) (Brachyura: Portunidae) in the northwestern Mediterranean Sea. **Scientia Marina**, **53**(1): 127–134.
- Alverson, D.L.; Freeberg, M.H.; Pope, J.G. & Murawski, J.A. 1994. A global assessment of fisheries bycatch and discards. FAO **Fisheries Technical Paper**, **339**: 1–233.
- Annala, J.H.; McKoy, J.L.; Booth, J.D. & Pike, R.B.B. 1980. Size at the onset of sexual maturity in female *Jasus edwardsii* (Decapoda: Palinuridae) in the New Zealand. **Journal of Marine and Freshwater Research**, **14**(13): 217–221.
- Andrade, L.S.; Bertini, G.; Fransozo, F.; Teixeira, G.M.; Barros-Alves, S.P. & Fransozo, A. 2014. Differential occupation of habitat as a reproductive strategy of the blue crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1968 (Crustacea: Decapoda). **Marine Biodiversity**, **44**(1): 27–36.
- Andrade, L.S.; Antunes, M.; Lima, P.A.; Furlan, M.; Frameschi, I.F. & Fransozo, A. 2015. Reproductive features of the swimming crab *Callinectes danae* (Crustacea, Portunoidea) on the subtropical coast of Brazil: a sampling outside the estuary. **Brazilian Journal of Biology**, **75**(3): 692–702.
- Ara, K. 2004. Temporal variability and production of the planktonic Copepod community in the Cananéia Lagoon Estuarine System, São Paulo, Brazil. **Zoological Studies**, **43**(2): 179–186.
- Araújo, M.S.L.C.; Negromonte, A.O. & Barreto, A.V. 2011. Reproductive period of the swimming crab *Callinectes danae* at the Santa Cruz Channel, a highly productive tropical estuary in Brazil. **Nauplius**, **19**(2): 155–162.
- Araújo, M.S.L.C.; Negromonte, A.O.; Barreto, A.V. & Castiglioni, D. 2012a. Sexual maturity of the swimming crab *Callinectes danae* (Crustacea: Portunidae) at Santa Cruz Channel, a tropical coastal environment. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, **92**(2): 287–293.
- Araújo, M.S.L.C.; Barreto, A.V.; Negromonte, A.O. & Schwamborn, R. 2012b. Population ecology of the blue crab *Callinectes danae* (Crustacea: Portunidae) in a Brazilian tropical estuary. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, **84**(1): 129–138.
- Baptista, C.; Pinheiro, M.A.A.; Blankensteyn, A., Borzone, C.A. 2003. Estrutura populacional de *Callinectes ornatus* Ordway (Crustacea, Portunidae) no

- Balneário Shangri-Lá, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, **20**(4): 661–666.
- Baptista-Metri, C.; Pinheiro, M.A.A.; Blankensteyn, A. & Borzone, C.A. 2005. Biologia populacional e reprodutiva de *Callinectes danae* Smith (Crustacea, Portunidae), no Balneário Shangri-lá, Pontal do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, **22**(2): 446–453.
- Barrera-Alba, J.J; Giancesella, S.M.F.; Moser, G.A.O & Saldanha-Correa, F.M. 2009. Influence of allochthonous organic matter on bacterioplankton biomass and activity in a eutrophic, sub-tropical estuary. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, **82**: 84–94.
- Barreto, W.; Mendonça, J.T. & Calasans, 2000. Caracterização das capturas de siri-azul *Callinectes* ssp. no litoral sul do Estado de São Paulo em 2000. In: Anais do XIII Semana Nacional de Oceanografia. Itajaí: UNIVALI-FACIMAR, vol. 1, pp. 515–516.
- Barreto, A.V.; Batista-Leite, L.M.A. & Aguiar, M.C.A. 2006. Maturidade sexual das fêmeas de *Callinectes danae* (Crustacea, Decapoda, Portunidae) nos estuários dos rios Botafogo e Carrapicho, Itamaracá, PE, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, **96**(2): 141–146.
- Barry J.P. & Dayton, P.K. 1991. Physical heterogeneity and the organization of marine communities. **Ecological Studies**, **86**: 270–320.
- Bauer, R.T. 1989. Continuous reproduction and episodic recruitment in nine shrimp species inhabiting a tropical sea grass meadow. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **121**: 175–187.
- Bauer, R.T. & Rivera Vega, L.W. 1992. Pattern of reproduction and recruitment in two sicyoniid shrimp species (Decapoda: Penaeoidea) from a tropical seagrass habitat. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **161**(2): 223–240.
- Bauer, R.T. 1992. Testing generalizations about latitudinal variation in reproduction and recruitment patterns with sicyoniid and caridean shrimp species. **Invertebrate reproduction and development**, **22**(1-3): 193–202.
- Bauer, R.T. & Lin, J. 1994. Temporal patterns of reproduction and recruitment in populations of the penaeid shrimps *Trachypenaeus similis* (Smith) and *T. constrictus* (Stimpson) (Crustacea: Decapoda) from the north-central Gulf of Mexico. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **182**: 205–222.

- Besnard, W. 1950. Considerações gerais em torno da região lagunar de Cananéia-Iguape. **Boletim do Instituto Paulista de Oceanografia**, 1(1): 09–26.
- Branco, J.O. & Thives, A. 1991. Relação peso/largura, fator de condição e tamanho de primeira maturação de *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Portunidae) no manguezal de Itacorubi, SC, Brazil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia** 34: 415–424.
- Branco, J.O. & Avilar, M.G. 1992. Fecundidade em *Callinectes danae* Smith (Decapoda, Portunidade) da Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 9(3/4): 167–173.
- Branco, J.O. & Lunardon-Branco, M.J. 1993a. Aspectos da biologia de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) da região de Matinhos, Paraná, Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, 36: 489–496.
- Branco, J.O. & Lunardon-Branco, M.J. 1993b. Crescimento e tamanho de primeira maturação em *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) da região de Matinhos, Paraná, Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, 36: 497–503.
- Branco, J.O. & Masunari, S. 2000. Reproductive ecology of the blue crab, *Callinectes danae* Smith, 1869 in the Conceição Lagoon System, Santa Catarina Isle, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, 60(1): 17–27.
- Branco, J.O.; Lunardon-Branco, M.J. & Souto, F.X. 2002. Population structure of *Achelous spinimanus* Latreille (Crustacea, Portunidae) in the Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 19(3): 731–738.
- Branco J.O. & Fracasso, H. 2004. Biologia populacional de *Callinectes ornatus* (Ordway) na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21(1): 91–96.
- Brazil. 1983. Dispõe sobre tamanho mínimo e práticas de captura de duas espécies de siris do gênero *Callinectes* (*C. sapidus* e *C. danae*). **Portaria SUDEPE N-24**, de 26 de julho de 1983.
- Brown, C.E. 2009. **Ovarian morphology, oogenesis, and changes through the annual reproductive cycle of the female blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, in Tampa Bay.** In: Zairion, Z.; Wardiatno, Y. & Fahrudin, A. 2015. Sexual maturity, reproductive pattern and spawning female population of the blue swimming crab, *Portunus pelagicus* (Brachyura: Portunidae) in east Lampung coastal waters, Indonesia. **Indian Journal of Science and Technology**, 8(6): 596–607.

- Buchanan, B. & Stoner, A.W. 1988. Distributional patterns of blue crabs (*Callinectes* sp.) in a Tropical Estuarine Lagoon. **Estuaries**, **11**(4): 231–239.
- Carvalho, E.A.S.; Carvalho, F.L. & Couto, E.C.G. 2011. Maturidade sexual em *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (crustacea: decapoda: portunidae) no litoral de Ilhéus, BA, Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, **51**(24): 367–372.
- Castiglioni, D.S. & Negreiros-Fransozo, M.L. 2006. Physiologic sexual maturity of the fiddler crab *Uca rapax* (Smith, 1870) (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in Ubatuba, Brazil. **An International Journal of Brazilian Archives of Biology and Technology**, **49**(2): 239–48.
- Castiglioni, D.S. & Coelho, P. 2011. Determinação da maturidade sexual de *Ucides cordatus* (Crustacea, Brachyura, Ucididae) em duas áreas de manguezal do litoral sul de Pernambuco, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, **101**(1-2): 138–144.
- Conan, G.Y. & Comeau, M. 1986. Functional maturity and terminal molt of male snow crab, *Chionoecetes opilio*. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, **43**: 1710–1719.
- Costa, T.M. & Negreiros-Fransozo, M.L. 1996. Fecundidade de *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Decapoda, Portunidae) na região de Ubatuba (SP), Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, **39**(2): 393–400.
- Costa, T.M. & Negreiros-Fransozo, M.L. 1998. The reproductive cycle of *Callinectes danae* Smith, 1869 (Decapoda, Portunidae) in Ubatuba region, Brazil. **Crustaceana**, **71**(6): 615–627.
- Costa, R.C.; Carvalho-Batista, A.; Herrera, D.R.; Pantaleão, J.A.F.; Teodoro, S.S.A. & Davanso, T.M. 2016. Carcinofauna acompanhante da pesca do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* em Macaé, Rio de Janeiro, sudeste brasileiro. **Boletim do Instituto de Pesca**, **42**(3): 61–624.
- Diegues, A.C. 1987. **Conservação e desenvolvimento sustentado de ecossistemas litorâneos no Brasil**. Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, 46p.
- Fernández-Vergaz, V.; Abellan, L.L. & Balguerías, E. 2000. Morphometric, functional and sexual maturity of the deep-sea red crab *Chaceon affinis* inhabiting Canary Island waters: chronology of maturation. **Marine Ecology Progress Series**, **204**: 169–178.
- Fisher, M.R. 1999. Effect of temperature and salinity on size at maturity of female blue crabs. **Transactions of the American Fisheries Society**, **128**(3): 499–506.

- Fransozo, A.; Furlan, M.; Fransozo, V.; Bertini, G.; Costa, R.C. & Fernandes-Góes, L.C. 2012. Diversity of decapod crustaceans at the interface of unconsolidated seabed areas and rocky shores in tropical/subtropical Brazil. **African Journal of Marine Science**, **34**(3): 361–371.
- Gonçalves, E.L. & Reigada, A.L.D. 2012. Fecundity of *Callinectes danae* (Decapoda, Brachyura, Portunidae) in estuary of São Vicente, SP, Brazil. **Unisanta BioScience**, **1**(1): 33–38.
- González-Gurriarán, E.; Freire, J. 1994. Sexual maturity in the velvet swimming crab *Necora puber*: Morphometric and reproductive analyses. **ICES Journal of Marine Science**, **51**:133–45.
- Graça-Lopes, R.; Tomás, A.R.S.; Tutui, S.L.S.; Severino-Rodrigues, E. & Puzzi, A. 2002. Fauna acompanhante da pesca camaroeira no litoral do Estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto da Pesca**, **28** (2): 173–188.
- Guerrero-Ocampo, C.M.; Negreiros-Fransozo, M.L. & Costa, T.M. 1998. Comparação do peso dos quelípodos e crescimento em duas espécies de "sirís" do gênero *Callinectes* (Brachyura, Portunidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, **41**(4): 483–488.
- Haefner, Jr., P.A. 1976. Distribution, reproduction and moulting of rock crab *Cancer irroratus* Say, 1917, in the Mid-Atlantic Bight. **Journal of Natural History**, **10**: 377–397.
- Haefner, Jr. P.A. 1985. **The biology and exploitation of crabs**. In: Provenzano Jr., A.J. (ed.) The biology of Crustacea: economic aspects, fisheries and culture. Academic Press, Orlando. 111–166.
- Haefner, P.A. JR. 1990. Morphometry and size at maturity of *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) in Bermuda. **Bulletin of Marine Science** **46**(2): 264–286.
- Hakanson, L. & Jansson, M. 1983. **Principles of lake sedimentology**. Springer-Verlag, 316p.
- Hartnoll, R.G. 1968. Reproduction in the burrowing crab, *Corystes cassivelaunus* (Pennant, 1777) (Decapoda, Brachyura). **Crustaceana**, **15**: 165–170.
- Hartnoll, R.G. 1974. Variation in growth pattern between some secondary sexual characters in crabs (Decapoda, Brachyura). **Crustaceana**, **27**(2): 131–136.
- Hartnoll, R.G. 1978. The determination of relative growth in Crustacea. **Crustaceana**, **34**(3): 282–292.

- Hartnoll, R.G. 1982. Growth, 111-185. *In*: Bliss, D.E. (ed). **The Biology of Crustacea. Embriology, Morphology and Genetics**. New York Academic Press, (2); 283p.
- Herrera, D.R.; Davanso, T.M.; Costa, R.C. & Taddei, F.G. 2013. The relative growth and sexual maturity of the freshwater crab *Dilocarcinus pagei* (Brachyura: Trichodactylidae) in the northwestern region of the state of São Paulo. **Iheringia Série Zoologia**, **103**(3): 232–239.
- Hines, A.H. 1989. Geographic variation in size at maturity in brachyuran crabs. **Bulletin of Marine Science**, **45**(2): 356–368.
- Huxley, J.S. 1950. Relative growth and form transformation. **Proceedings of Royal Society of London**, **137**: 465–469.
- Jensen, J.P. 1958. The relation between body size and number of eggs in marine malacostrakes. **Meddelelser fra Danmarks Fiskeri-og Havunders-odelser**, **2**(19): 1–25.
- Keunecke, K.A.; D’Incao, F.; Verani, J.R.; Vianna, M. 2012. Reproductive strategies of two sympatric swimming crabs *Callinectes danae* and *Callinectes ornatus* (Crustacea: Portunidae) in an estuarine system, south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, **92**(2): 343–347.
- Lavrado, H.P.; Falcão, A.P.C; Carvalho-Cunha, P. & Silva, S.H.G. 2000. Composition and distribution of Decapoda from Guanabara Bay, RJ. **Nauplius**, **8**(1): 15–23.
- Mahiques, M.M. 1995. Dinâmica sedimentar atual nas enseadas da região de Ubatuba, Estado de São Paulo. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, **43**:111–122.
- Mantelatto, F.L.M. 1995. **Biologia reprodutiva de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) na região de Ubatuba (SP), Brasil**. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, UNESP Botucatu.
- Mantelatto, F.L.M. & Fransozo, A. 1996. Size at sexual maturity in *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba region (SP), Brazil. **Nauplius**, **4**: 29–38.
- Mantelatto, F.L.M. & Fransozo, A. 1997. Fecundity of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. **Crustaceana**, **70**: 214–226.

- Mantelatto, F.L.M. & Fransozo, A. 1999. Reproductive biology and molting cycle of the crab *Callinectes ornatus* (Decapoda, Portunidae) from the Ubatuba Region, São Paulo, Brazil. **Crustaceana**, **72**(1): 64–75.
- Marochi, M.Z.; Moreto, T.F.; Lacerda, M.B.; Trevisan, A. & Masunari, S. 2013. Sexual maturity and reproductive period of the swimming blue crab *Callinectes danae* Smith, 1869 (Brachyura: Portunidae) from Guaratuba Bay, Paraná State, southern Brazil. **Nauplius**, **21**(1): 43–52.
- Masui, D.C.; Furriel, R.P.M.; McNamara, J.C.. Mantelatto, F.L.M. & Leone, F.A. 2002. Modulation by ammonium ions of gill microsomal (Na⁺, K⁺)-ATPase in the swimming crab *Callinectes danae*: a possible mechanism for regulation of ammonia excretion. **Comparative Biochemistry and Physiology**, **132**: 471–482.
- Melo, G.A.S. 1996. **Manual de identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) do litoral brasileiro**. São Paulo, Ed. Plêiade, FAPESP, 604p.
- Mendonça, J.T. & Katsuragawa, M. 2001. Caracterização da pesca artesanal no complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo, Brasil (1995-1996). **Acta Scientiarum**, **23**(2): 535–547.
- 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, Universidade Federal de São Carlos, 383p.
- Mendonça, J.T.; Verani, J.R. & Nordi, N. 2010. Evaluation and management of blue crab *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1896) (Decapoda - Portunidae) fishery in the Estuary of Cananéia, Iguape and Ilha Comprida, São Paulo, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, **70**: 37–45.
- Miranda, L.D.; Mesquita, A.D. & França, C.D.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**, **43**(2): 153–164.
- Nascimento, F.A.D. & Zara, F.J. 2013. Development of the male reproductive system in *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Brachyura: Portunidae). **Nauplius**, **21**(2): 161–177.
- Negreiros-Fransozo, M.L. & Fransozo, A. 1995. On the distribution of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 and *Callinectes danae* Smith, 1869 (Brachyura, Portunidae) in the Fortaleza Bay, Ubatuba, Brazil. **Iheringia, Série Zoologia**, (79): 13–25.

- Negreiros-Fransozo, M.L.; Mantelatto, F.L.M. & Fransozo, A. 1999. Population biology of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) from Ubatuba (SP), Brazil. **Scientia Marina**, **63**(2): 157–163.
- Orensanz, J.M.; Ernst, B. & Armstrong, D.A. 2007. Variation of female size and stage at maturity in snow crab (*Chionoecetes opilio*) (Brachyura: Majidae) from the Eastern Bering Sea. **Journal of Crustacean Biology**, **27**(4): 576–591.
- Pardieck, R.A.; Orth, R.J.; Diaz, R.J. & Lipcius, R.N. 1999. Ontogenetic changes in habitat use by postlarvae and young juveniles of the blue crab. **Marine Ecology Progress Series**, **186**: 227–238.
- Paul, R.K.G. 1982. Abundance, breeding and growth of *Callinectes arcuatus* Ordway and *Callinectes toxotes* Ordway (Decapoda, Brachyura, Portunidae) in a lagoon system on the Mexican Pacific coast. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, **14**(1): 13–26.
- Pérez-Arvizu, E.M.; Aragón-Noriega, E.A. & Espinosa Carreón, T.L. 2013. Variabilidad estacional de la clorofila a y su respuesta a condiciones El Niño y La Niña en el Norte del Golfo de California. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, **48**: 131–141.
- Pinheiro, M.A.A. & Fransozo, A. 1993. Relative growth of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Brachyura, Portunidae), near Ubatuba, State of São Paulo, Brazil. **Crustaceana**, **65**: 365–376.
- Pinheiro, M.A.A. & Fransozo, A. 1998. Sexual maturity of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Decapoda, Brachyura, Portunidae), in the Ubatuba littoral, São Paulo state, Brazil. **Crustaceana**, **71**(4): 434–452.
- Pinheiro, M.A.A. & Fransozo, A. 1999. Reproductive behavior of the swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Brachyura, Portunidae) in captivity. **Bulletin of Marine Science**, **64**(1): 243–253.
- Pita, J.B.; Rodrigues, E.S.; Graça-Lopes, R. & Coelho, J.A.P. 1985. Observações bioecológicas sobre o siri *Callinectes danae*, Smith, 1869 (Crustacea, Portunidae), no Complexo Baía-Estuário de Santos, estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, **12**(4): 35–43.
- Policansky, D. 1993 **Fishing as a cause of evolution in fishes**. In: Stokes, T.K.; Mcglade, J.M.; Law, R. The exploitation of evolving resources. Springer-Verlag, Heidelberg, 2–18.

- Rasheed, S. & Mustaqim, J. 2010. Size at sexual maturity, breeding season and fecundity of three-spot swimming crab *Portunus sanguinolentus* (Herbst, 1783) (Decapoda, Brachyura, Portunidae) occurring in the coastal waters of Karachi, Pakistan. **Fisheries Research**, **103**(1-3): 56–62.
- Reigada, A.L.D. & Negreiros-Fransozo, M.L. 2001. Feeding activity of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 and *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Brachyura, Portunidae) in Ubatuba, SP, Brazil. **Hydrobiologia**, **449**: 249–252.
- Rodrigues, M.A. & D’Incao, F. 2008. Comparação do crescimento entre *Callinectes sapidus* (Crustacea, Decapoda, Portunidae) coletados em campo e mantidos em condições controladas. **Iheringia, Série Zoologia**, **98**(3): 372–378.
- Rodríguez-Domínguez, G.; Castillo-Vargasmachuca, S.G.; Pérez-González, R. & Aragón-Noriega, E. A. 2015. The interannual variability of size at maturity of the brown crab *Callinectes bellicosus* Stimpson, 1859 (Brachyura, Portunidae) in the Gulf of California. **Crustaceana**, **88**(12-14): 1339–1350.
- Sabino, F.N.A. 2014. **Distribuição ecológica e dinâmica populacional do siri *Callinectes danae* Smith, 1869 (Decapoda: Portunidae) na região adjacente à baía de Babitonga, estado de Santa Catarina**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Assis, 82p.
- Sampedro, M.P.; González-Gurriarán, E.; Freire, J. & Muiño, R. 1999. Morphometry and sexual maturity in the spider crab *Maja squinado* (Decapoda: Majidae) in Galicia, Spain. **Journal of Crustacean Biology**, **19**(3): 578–592.
- Sant’Anna, B.S.; Turra, A. & Zara, F.J. 2012. Reproductive migration and population dynamics of the blue crab *Callinectes danae* in an estuary in southeastern Brazil. **Marine Biology Research**, **8**(4): 354–362.
- Santos, M.C.F.; Port, D.; Fisch, F.; Barbieri, E. & Branco, J.O. 2016. Biologia populacional de *Callinectes ornatus* associada à pesca do camarão-sete-barbas, Rio São Francisco (Alagoas e Sergipe, Brasil). **Boletim do Instituto de Pesca**, **42**(2): 449–456.
- Sastry, A.N. 1983. **Ecological aspects of reproduction**. In: Vernberg, W.B. 9ª edição, *The biology of Crustacea: environment adaptations*, 8.
- Schmiegelow, J.M.M. 2004. **O planeta azul**. 1ª edição, Editora Interciência, Rio de Janeiro, 202p.

- Severino-Rodrigues E.; Pita J.B. & Graça-Lopes R. 2001. Pesca artesanal de siri (Crustacea, Decapoda, Portunidae) na região estuarina de Santos e São Vicente (SP), Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, **27**: 7–19.
- Severino-Rodrigues, E.; Soares, F.C.; Graça-Lopes, R.; Souza, K.H. & Canéo, O.C. 2009. Diversidade e biologia de espécies de portunidae (Decapoda, Brachyura) no estuário de Iguape, Ilha Comprida e Cananéia, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, **35**: 47–60.
- Severino-Rodrigues, E.; Musiello-Fernandes, J.; Moura, A.A.S.; Branco, G.M.P. & Canéo, V.O.C. 2012. Biologia reprodutiva de fêmeas de *Callinectes danae* (Decapoda, Portunidae) no complexo estuarino-lagunar de Iguape e Cananéia (SP). **Boletim do Instituto de Pesca**, **38**(1): 31–41.
- Sforza, R.; Nalesso, R.C. & Joyeux, J.C. 2010. Distribution and population structure of *Callinectes danae* (Decapoda: Portunidae) in a tropical brazilian estuary. **Journal of Crustacean Biology**, **30**(4): 597–606.
- Solanki, H.U.; Dwivedi, R.M.; Nayak, S.R.; Jadeja, J.V.; Thaker, D.B.; Dave, H.B. & Patel, M.I. 2001. Application of ocean colour monitor chlorophyll and AVHRR SST for fishery forecast: preliminary validation results off Gujarat coast, north coast of India. **Indian Journal of Marine Sciences**, **30**: 132–138.
- Sousa, E.B.; Costa, V.B.; Pereira, L.C.C.; Costa, R.M. 2009. Variação temporal do fitoplâncton e dos parâmetros hidrológicos da zona de arrebentação da Ilha Canela (Bragança, Pará, Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, **23**(4): 1084–1095.
- StatSoft, Inc. 2004. **Statistica** (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.
- Sturges, H.A. 1926. The choice of a class interval. **Journal of the American Statistical Association**, **21**(153): 65–66.
- Subramonian, T., 1991. **Chemical composition of spermatophores in decapod crustaceans**. In: R. T. Bauer & J. W. Martin (eds.), Crustacean sexual biology. Columbia University Press, New York, 308–321.
- Sukumaran, K.K.; Neelakantan, B. 1999. Spawning biology of two marine portunid crabs, *Portunus (Portunus) sanguinolentus* (Herbst) and *Portunus (Portunus) pelagicus* (Linnaeus) from the Karnataka Coast. **The Fourth Indian Fisheries Proceeding**, 24-28: 35–38.
- Tayssoun, N.E. 1970. Las especies de cangrejos del genero *Callinectes* (Brachyura) en el Golfo de Venezuela y Lago de Maracaibo. **Boletin del Centro de Investigaciones Biologicas Universidad del Zulia**, **2**: 1–102.

- Tessier, G. 1960. **Relative growth**. 473-536 p. In: Waterman T.H (ed.). The Physiology of Crustacea. New York: Academic Press.
- Thorson, G. 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. **Biological Reviews**, **25**: 1–45.
- Trippel, E.A. 1995. Age at maturity as a stress indicator in fisheries. **Bioscience, California**, **45**(11): 759–771.
- Tucker, M. 1988. **Techniques in sedimentology**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, Boston, 394p.
- Tudesco, C.C.; Fernandes, L.P. & Di Benedetto, A.P.M. 2012. Population structure of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Brachyura: Portunidae) bycatch in shrimp fishery in northern Rio de Janeiro State, Brazil. **Biota Neotropica**, **12**(1): 93–98.
- Tyson, R.V. 1995. **Sedimentary organic matter. Organic facies and palynofacies**. Fossil Fuels and Environmental Geochemistry (Postgraduate Institute), University of Newcastle upon Tyne, UK, 15p.
- Van Engel, W. A. 1958. The blue crab and its fishery in Chesapeake Bay. Part I. Reproduction, early development, growth, and migration. **Commercial fisheries review.**, **20**(6): 6–17.
- Vannini, M. & Gherardi, F. 1988. Studies on the pebble crab, *Eriphia smithi* MacLeay 1838 (Xanthoidea Menippidae): patterns of relative growth and population structure. **Tropical Zoology**, **1**(2): 203–216.
- Vazzoler, A.E.A.M. 1996. **Biologia da Reprodução de Peixes Teleósteos: teorias e práticas**. Maringá: Eduem, 169p.
- Vernberg, F.J. 1962. Comparative physiology: latitudinal effects on physiological properties of animal populations. **Annual Review of Physiology**, **24**(1): 517–544.
- Warner, G.F. 1977. **The Biology of Crab**. Paul Elek Scientific Book Limited, London, 202p.
- Watanabe, T.T.; Sant'Anna, B.S.; Hattori, G.Y. & Zara, F.J. 2014. Population biology and distribution of the portunid crab *Callinectes ornatus* (Decapoda: Brachyura) in an estuary-bay complex of southern Brazil. **Zoologia**, **31**(4): 329–336.
- Wenner, A.M.; Fusaro, C. & Oaten, A. 1974. Size at onset of sexual maturity and growth rate in crustacean populations. **Canadian Journal of Zoology**, **52**: 1095–1106.

- Williams, A.B. 1974. The swimming crabs of the genus *Callinectes*. **Fisheries Bulletin**, **72**:685–798.
- Wright, H.O. 1968. Visual displays in brachyuran crabs: field and laboratory studies. **American Zoologist**, **8**(3): 655–665.
- Zairion, Z.; Wardiatno, Y. & Fahrudin, A. 2015. Sexual maturity, reproductive pattern and spawning female population of the blue swimming crab, *Portunus pelagicus* (Brachyura: Portunidae) in east Lampung coastal waters, Indonesia. **Indian Journal of Science and Technology**, **8**(6): 596–607.
- Zar, J.H. 1996. **Biostatistical Analysis**. 3ª edição. Prentice-Hall, 915p.
- Zara, F.J.; Gaeta, H.H.; Costa, T.M.; Toyama, M.H. & Caetano, F.H. 2013. The ovarian cycle histochemistry and its relationship with hepatopancreas weight in the blue crab *Callinectes danae* (Crustacea: Portunidae). **Acta Zoologica**, **94**(2): 134–146.

Considerações finais



As características ambientais bem preservadas de Cananéia fazem da região um importante local para o estabelecimento e conservação das espécies marinhas. Apesar disso, os estudos conduzidos na região direcionaram-se ao entendimento das características físico-químicas e da rica hidrografia do complexo estuarino-lagunar. Poucos estudos foram conduzidos aos portunídeos da região. Sendo assim, o presente trabalho apresenta resultados inéditos para as populações de *C. danae* e *C. ornatus* da região marinha e estuarina de Cananéia.

Ao avaliar a distribuição e abundância das espécies ao longo dos pontos amostrados, não foi verificada uma segregação espacial e temporal entre as espécies, que refletiu apenas em variações frente aos fatores ambientais, como a temperatura. A elevada abundância de *C. danae* na área de estudo reflete a dominância da espécie, provavelmente devido à sua maior tolerância às variações ambientais.

Os resultados da estrutura da população indicam que ambas as espécies são bem adaptadas na região estudada, apresentando grupos demográficos ao longo do ano e longevidade sexual com aproximadamente dois anos, como relatado para diversas espécies de crustáceos. Em relação ao tamanho atingido de cada espécie, é possível inferir que as variações locais são mais atuantes em relação ao efeito da latitude e, conseqüentemente, os fatores ambientais podem influenciar em diversos fatores intrínsecos de cada população.

Além disso, o dimorfismo sexual apresentado pelas espécies pode estar relacionado a respostas evolutivas, causadas pela plasticidade das espécies, garantindo, assim, o sucesso reprodutivo.

Comparando a biologia reprodutiva das duas espécies, é possível afirmar que não só o desenvolvimento, mas também as estratégias reprodutivas das populações podem ser reguladas pelos fatores ambientais analisados. A atividade reprodutiva e o recrutamento juvenil foram classificados como contínuos, ocorrendo com maior intensidade na primavera e verão.

A maturidade sexual morfológica e gonadal estimada para *C. danae* e de *C. ornatus* revelaram que os machos atingem maturidade com tamanhos maiores que as fêmeas, sendo considerada uma adaptação reprodutiva que confere proteção à fêmea após a cópula.

Sabendo-se que o ciclo de vida de *C. danae* e *C. ornatus* compreende áreas marinhas e estuarinas, os estudos voltados para essas espécies devem prever amostragens em ambas as áreas, favorecendo a captura representativa de toda a estrutura populacional.

O entendimento dos resultados supracitados encontrados nessa tese é essencial para manutenção sustentável e, conseqüentemente, para a preservação das espécies. As informações geradas podem ser empregadas em trabalhos ecológicos, subsidiar métodos de proteção da espécie e para a avaliação de uma das questões centrais do monitoramento ambiental que é a distinção entre oscilações naturais e alterações decorrentes de impactos.