

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Biociências – Campus de Botucatu
Pós-graduação em Ciências Biológicas - Zoologia

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DISTRIBUIÇÃO BATIMÉTRICA E AVALIAÇÃO POPULACIONAL DE *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 NO LITORAL DO SUDESTE BRASILEIRO EM UM PERÍODO DE 10 ANOS

LARISSA ROSA RODRIGUES

Orientador: Prof^o Dr. Adilson Fransozo
Coorientadora: Prof^a Dr^a Luciana Segura de Andrade

BOTUCATU – SP
2021

DISTRIBUIÇÃO BATIMÉTRICA E AVALIAÇÃO POPULACIONAL DE *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 NO LITORAL DO SUDESTE BRASILEIRO EM UM PERÍODO DE 10 ANOS

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Instituto de Biociências (IB) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) - campus de Botucatu, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas – Área de Zoologia.

LARISSA ROSA RODRIGUES

Orientador: Prof° Dr. Adilson Fransozo

Coorientadora: Profª Drª Luciana Segura de Andrade

BOTUCATU – SP

2021

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

Rodrigues, Larissa Rosa.

Distribuição batimétrica e avaliação populacional de
Callinectes ornatus Ordway, 1863 no litoral sudeste
brasileiro em um período de 10 anos / Larissa Rosa
Rodrigues. - Botucatu, 2021

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

Orientador: Adilson Fransozo

Coorientador: Luciana Segura de Andrade

Capes: 20400004

1. Siri azul. 2. Caranguejo. 3. Batimetria. 4. Biologia
- População. 5. Portunidae. 6. Decapoda (Crustacea).

Palavras-chave: Batimetria; Caranguejo; Nictemeral;
Plasticidade reprodutiva.

"Que a importância de uma coisa não se mede com fita métrica, nem com balança, nem barômetro. Que a importância de uma coisa há que ser medida pelo encantamento que a coisa produz em nós".

Manoel de Barros

Dedico a presente dissertação à minha família, em especial
minha mãe Rosangela Rosa Pinto. Você é tudo para mim!

AGRADECIMENTOS

A Deus. O que seria de mim sem a fé que eu tenho nele?

Ao Prof. Dr. Adilson Fransozo, pelo incentivo e por permitir que essa dissertação fosse possível. Sou imensamente grata pela oportunidade e por todos os ensinamentos que tive desde que o conheci. Esse cara despertou em mim a paixão pelos crustáceos!

À minha coorientadora, Prof^a. Dra. Luciana Segura de Andrade, por todo o apoio e confiança desde a minha graduação. Agradeço por todas as discussões durante as corridas e que fizeram de mim uma “atleta mestranda”. Obrigada por exigir de mim muito mais do que eu imaginava ser capaz de fazer. Manifesto minha gratidão eterna por compartilhar sua sabedoria, o seu tempo e sua experiência.

Ao Núcleo de Estudos em Biologia, Ecologia e Cultivo de Crustáceos – NEBECC e todos os seus participantes. Em especial à Giovana Bertini, Rogerio Caetano da Costa, Lissandra Corrêa Fernandes e Luciana Segura de Andrade que realizaram todas as coletas (2000 e 2010) e permitiram este trabalho. Ao pescador Djalma Rosa (Passarinho) pela dedicação e competência nas coletas. Obrigada a todos, vocês tornaram esse projeto possível.

Ao Grupo de Ensino, Pesquisa e Extensão em Animais Aquáticos – GEPEAA, com quem aprendo todos os dias. Especialmente a aqueles que sempre se demonstraram disponíveis quando precisei de ajuda, Sâmela Cristina Marques, Rayanne Caroline de Freitas Percussor, Maria Eduarda da Silva, Jakeline Confessor de Freitas e Rafael Montini Passafaro.

Ao professor Dr. Cassiano Sousa Rosa pela disponibilidade e auxílio, com quem tive discussões importantes que muito acrescentaram a este trabalho.

Aos professores Katia Aparecida Nunes Hiroki e Antônio Leão Castilho, que foram minha banca de qualificação; e professores Fernando Luís Medina Mantelatto e Rogério Caetano da Costa por participarem da defesa, todos agregaram muito ao trabalho com seus apontamentos e sugestões.

À Seção de Pós-Graduação do Instituto de Biociências de Botucatu, em especial ao Davi por sempre me atender prontamente e ao Departamento de Zoologia.

A todos os funcionários do Colégio Objetivo de Iturama, em especial à Elina Pamplona Oliveira e Eliane da Silva Mendonça, que sempre foram compreensivas e manifestaram total apoio para o meu desejo de realizar essa pós-graduação. O meu muito obrigada!

À minha mãe Rosângela Rosa Pinto, pela criação que recebi, com muito amor e que fez de mim a mulher que sou hoje. Ao José Luís de Carvalho Kalinauskas que é meu segundo pai e sempre incentivou todos os meus sonhos. Ao meu irmão Henrique Oliveira Costa, o meu companheiro para assistir futebol e que me faz fugir um pouco dos estudos. Vocês sempre estiveram ao meu lado, me incentivando, comemorando todos os obstáculos alcançados, e assim, mesmo distância fisicamente, estamos sempre juntos.

Ao meu pai Janio Emerson Rodrigues, sua esposa Nilcelene Barcelos, minha avó Joaquina Oliveira Rodrigues, minha tia Luciana Aparecida Rodrigues e meu primo Luiz Eduardo Rodrigues. Obrigada pelo apoio sempre e pelos melhores churrascos. Aos meus irmãos Victor Hugo, Julia e Leticia, com carinho.

À Luciana, minha irmã de coração e que sempre acreditou em mim (ela é a minha “pessoa”), sem você a realização desse sonho não seria possível. À família que eu escolhi com o coração: Ivanir, José Carlos, Rayan e Laís.

Ao Pedro Henrique Valverde Queiroz pela paciência, tolerância, amor e carinho. O seu companheirismo foi essencial para que eu chegasse até aqui. Agradeço também a sua família pelo carinho e ao dog Tião que alegra nossa vida.

A todos os meus amigos e familiares que compreenderam minha ausência, acompanharam minha dedicação e torceram por mim.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte de mais essa etapa da minha vida, o meu muito obrigado.

Sumário

CONSIDERAÇÕES INICIAIS	7
Atividade turística e pesqueira.....	8
Caracterização taxonômica e Fatores abióticos.....	9
Batimetria	10
Plano de estudo	10
Referências	12

Capítulo 1:

Plasticidade reprodutiva do siri azul *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 em Ubatuba – SP

RESUMO	15
INTRODUÇÃO	16
MATERIAL E MÉTODOS	17
Caracterização da área de estudo	17
Coleta de dados	18
Material Biológico	19
Análise estatística	19
RESULTADOS	20
DISCUSSÃO	25
Referências	29

Capítulo 2:

Avaliação diuturna de uma população de *Callinectes ornatus* (Ordway, 1863) na região de Ubatuba

RESUMO	37
INTRODUÇÃO	38
MATERIAL E MÉTODOS	39
Caracterização da área de estudo	39
Coleta de dados	40
Material Biológico	40

Análise estatística	41
RESULTADOS	42
DISCUSSÃO	44
Referências	46

Capítulo 3:

Avaliação populacional *Callinectes ornatus* (Orday, 1863) no litoral do sudeste brasileiro em um período de 10 anos

RESUMO	51
INTRODUÇÃO	52
MATERIAL E MÉTODOS	53
Caracterização da área de estudo	53
Coleta de dados	54
Material Biológico	55
Análise estatística	55
RESULTADOS	56
DISCUSSÃO	61
Referências	64
CONSIDERAÇÕES FINAIS	69



Considerações iniciais



CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Atividade turística e pesqueira

O Litoral Norte de São Paulo tem inúmeros recursos naturais que elevam seu turismo, gerando assim uma intensa especulação imobiliária (BATISTA, 2017). A cidade de Ubatuba possui uma orla de aproximadamente 81 quilômetros, sendo que de sua área mais interior existe uma região de urbanização avançada e o restante Mata Atlântica não habitada, a qual corresponde a 80% do território (BARBOSA *et al.*, 2010).

Ubatuba tem sido um dos mais tradicionais destinos do Estado de São Paulo, recebendo milhares de turistas em suas praias limpas, localizadas na borda da Mata Atlântica (DIAS, 2000) e está entre as mais visitadas do país (SÃO PAULO, 2011). O turismo bem instalado visa resguardar o meio ambiente, além de promover o bem-estar da comunidade receptora e a satisfação do turista (OLIVEIRA & VAZQUEZ, 2018). No entanto, o despreparo para receber grandes contingentes populacionais demonstrou a falta de planejamento, o que acabou por ocasionar distorções no quadro ambiental, social, econômico e cultural (OLIVEIRA & VAZQUEZ, 2018). Dessa forma, o grande aporte turístico resultou em diversos efeitos antrópicos nas populações, como as de crustáceos.

A atividade turística apresenta impactos positivos quanto à economia local devido a procura por bares e lanchonetes que servem frutos do mar, aumentando a demanda da pesca artesanal. Uma prática comum na região é o arrasto camaroneiro, o qual tem como objetivo pescar camarões de diversas espécies, dentre eles o sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), o camarão branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936), o camarão rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) e o *F. paulensis* (Pérez-Farfante, 1967). Tal atividade é caracterizada por se utilizar de método não seletivo, uma vez que acaba capturando outras espécies ecologicamente importantes para o ambiente, seja crustáceo ou não (JÚNIOR, *et al.*, 2005; COSTA *et al.*, 2007; FRANSOZO *et al.*, 2016). Incerta e predatória, a extração de recursos passou de uma atividade equilibrada e aceitável para uma drástica sobre-exploração, falta de aprimoramento da captura e falta de fiscalização do setor pesqueiro (GALVÃO, 2004).



Caracterização taxonômica e Fatores abióticos

Os Decapoda são representados por uma imensa diversidade de crustáceos Malacostraca, com cerca de 180 famílias e mais de 15.000 espécies existentes (DE GRAVE *et al.*, 2009). Os indivíduos da família Portunidae são onívoros e importantes reguladores bênticos predadores da macrofauna (HAEFNER, 1990).

O gênero *Callinectes*, representado por siris da coloração azulada, são encontrados em áreas costeiras de regiões tropicais e subtropicais, em substrato de lama e areia (WILLIAMS, 1984). O *Callinectes ornatus* Ordway, 1863, é distribuído do Atlântico da Carolina do Norte (USA) ao Rio Grande do Sul (BR) (MELO, 1996), sendo dominante na parte interna da enseada de Ubatuba (BERTINI & FRANSOZO, 2004), área essa que será alvo do presente estudo. Essa espécie habita fundos de areias, lama ou rochas e pode chegar até 75 metros de profundidade, principalmente na proximidade de rios e baías, em águas de salinidade moderada (MELO, 1985). Tal Portunidae, tem hábito oportunista que podendo se alimentar de detritos, interferindo na estrutura de várias comunidades bentônicas (HAEFNER, 1990; MANTELATTO & CHRISTOFOLETTI, 2001). Apresenta cefalotórax com quatro dentes frontais, com um par mediano possuindo metade do comprimento lateral (MELO, 1999).



Figura 1. *Callinectes ornatus* (Ordway 1863) (Braga *et al.*, 2005).



Batimetria

A batimetria é um método que tem por finalidade medir a espessura da coluna de água, sendo as profundidades oceânicas, de rios ou lagos (SALT, Geografia Aquática). Essa é uma ferramenta de grande importância para o conhecimento das características morfométricas dos corpos d'água, sendo a elaboração de cartas batimétricas, as quais possibilitam um maior entendimento da estrutura e do funcionamento dos ambientes aquáticos (RESCK *et al.*, 2007).

Plano de estudo

O siri azul é importante como predador e presa para diversos organismos aquáticos (MANTELATTO & FRANSOZO, 1999), além de ser muito comercializado no litoral brasileiro (NEGREIROS-FRANSOZO *et al.*, 1999). Esse siri está entre as principais espécies capturadas nos arrastos camaroeiros, o que pode modificar a composição estrutural da espécie. Para melhorar o entendimento da biologia e ecologia da espécie, com intuito de promover subsídios para trabalhos comparativos, o presente trabalho foi dividido em três capítulos com amostragem de um ano, avaliando condições ambientais e diferentes profundidades. O primeiro capítulo tem como tema a plasticidade reprodutiva do *C. ornatus* em função de diferentes profundidades e fatores ambientais, discutindo os possíveis processos que agem no padrão reprodutivo da espécie em questão. Neste capítulo é abordada a avaliação batimétrica deste siri na enseada de Ubatuba. O segundo capítulo tem por objetivo analisar a variação diuturna na abundância de *C. ornatus* na região de Ubatuba. E o terceiro capítulo fará uma avaliação populacional do siri *C. ornatus* na região de Ubatuba, comparando coletas com 10 anos de diferença, com finalidade de identificar modificações estruturais.



REFERÊNCIAS

- BARBOSA, S.R.D.C.S.; DE CAMPOS FORMAGIO, C., & BARBOSA, R.V. 2010. Áreas protegidas, uso e ocupação do solo, qualidade de vida e turismo no litoral norte paulista: algumas reflexões sobre o município de Ubatuba. **Caderno virtual de turismo**, 10(2).
- BATISTA, V.L. 2017. Metamorfoses urbanas: condições socioambientais à construção de identidades em áreas de concentração da pobreza. **Psicologia & Sociedade**, 29.
- BERTINI, G., & FRANSOZO, A. 2004. Bathymetric distribution of brachyuran crab (Crustacea, Decapoda) communities on coastal soft bottoms off southeastern Brazil. **Marine Ecology Progress Series**, 279: 193-200.
- DE GRAVE, S.; PENTCHEFF, N.D.; AHYONG, S.T.; CHAN, T.Y.; CRANDALL, K.A.; DWORSCHAK, P.C.; ... & LEMAITRE, R. 2009. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. **Raffles Bulletin of Zoology**.
- DIAS, R. 2000. **Planejamento do turismo: política e desenvolvimento do turismo no Brasil**. Editora Atlas SA.
- FRANSOZO, A.; SOUSA, A.N.D.; BARROS RODRIGUES, G.F.; TELLES, J.N.; Fransozo, V. & NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. 2016. Decapod crustaceans captured along with the sea-bob shrimp fisheries on non-consolidated sublitoral from northern coast of São Paulo, Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 369-386.
- GALVÃO, J.A. 2004. **Qualidade microbiológica da água de cultivo e de mexilhões *Perna perna* (Linnaeus, 1758) comercializados em Ubatuba, SP**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, SP.
- Geofísica Aquática - batimetria, sonar de varredura lateral e perfilagem sísmica. **Salt Ambiental**. Disponível em: <<https://www.saltambiental.com.br/geofisica/batimetria/>>. Acesso: 15 de Janeiro de 2021.



- HAEFNER JR, P.A. 1990. Morphometry and size at maturity of *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) in Bermuda. **Bulletin of Marine Science**, 46(2): 274-286.
- JÚNIOR, E.S.A.; JÚNIOR, J.R.P. & de CASTRO, A.C.L. 2005. Ictiofauna acompanhante da pesca do camarão branco, *Penaeus* (Litopenaeus) *schmitti* Burkenroad (1936) no estuário do Rio Salgado, Alcântara-MA. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, 18(1).
- MANTELATTO, F.L.M. & CHRISTOFOLETTI, R.A. 2001. Natural feeding activity of the crab *Callinectes ornatus* (Portunidae) in Ubatuba Bay (São Paulo, Brazil): influence of season, sex, size and molt stage. **Marine Biology**, 138: 585-594.
- MANTELATTO, F.L.M., & FRANSOZO, A. 1999. Reproductive biology and moulting cycle of the crab *Callinectes ornatus* (Decapoda, Portunidae) from the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. **Crustaceana**, 72(1): 63-76.
- MELO, G.A.S., 1985. **Taxonomia e padrões distribucionais e ecológicos dos Brachyura (Crustacea: Decapoda) do litoral sudeste do Brasil**. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo, 215 p.
- MELO, G.A.S. 1996. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro**. Editora Plêiade; Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.
- MELO, G.A.S. 1999. **Infraordem Brachyura (siris e caranguejos: espécies marinhas e estuarinas). Os Crustáceos do Rio Grande do Sul**. Editora da Universidade/UFRGS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil: 415-485.
- NEGREIROS-FRANSOZO, M.L.; MANTELATTO, F.L. & FRANSOZO, A. 1999. Population biology of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) from Ubatuba (SP), Brazil. **Scientia Marina**, 157-163.
- OLIVEIRA, R.E. de, & VAZQUEZ, G.H. 2018. Impactos Socioeconômicos, Culturais e Ambientais na Percepção de Moradores e Turistas de Ubatuba-SP. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, 6(40).



RESCK, R.P.; NETO, J.F.B. & COELHO, R.M.P. 2007. Nova batimetria e avaliação de parâmetros morfométricos da Lagoa da Pampulha (Belo Horizonte, Brasil). **Revista Geografias**, 24-37.

WILLIAMS, A.B. 1984. **Shrimps, lobsters, and crabs of the Atlantic coast of the eastern United States, Maine to Florida**. Smithsonian Institution Press, Washington. D.C. 550pp.



Capítulo 1

Plasticidade reprodutiva do siri azul ***Callinectes ornatus Ordway, 1863*** ***em Ubatuba - SP***



RESUMO

Características como temperatura, salinidade e substrato são importantes fatores que regulam a abundância e a distribuição ecológica dos crustáceos decápodes. Esses fatores ambientais podem interferir não só no desenvolvimento, mas também regulando estratégias reprodutivas de uma população. O siri *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 pertence à família Portunidae e os representantes do gênero *Callinectes* são conhecidos popularmente como siri-azul. Esse siri é constantemente capturado como fauna acompanhante nos arrastos camaroeiros na região de Ubatuba, o que pode levá-lo a desenvolver estratégias que visam manter sua população. As coletas foram realizadas mensalmente, de janeiro a dezembro de 2000, utilizando um barco camaroeiro equipado com redes de arrasto do tipo “double-rig”. As profundidades avaliadas foram de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 metros e foram coletadas amostras de água e sedimento para analisar temperatura de fundo e de superfície, salinidade, sedimento e matéria orgânica. Um total de 1696 indivíduos foram coletados, sendo 841 fêmeas e 855 machos. Foi observado um predomínio dos indivíduos de *C. ornatus* em menores profundidades, reduzindo essa quantidade ao aumentar as profundidades de coleta. Essa preferência provavelmente está relacionada com a menor competição dessa região, apontando a preferência de *C. ornatus* por áreas menos povoadas. Verificou-se que as fêmeas possuem uma ocupação diferente de acordo com os tamanhos de indivíduos. Já os espécimes machos foram mais abundantes nas profundidades mais raras, possivelmente em busca de fêmeas primíparas, para acasalamento. O maior número de fêmeas embrionadas foi observado nas regiões de menores profundidades onde obtivemos dados de menor salinidade e alta concentração de matéria orgânica. Essa espécie tem o hábito de ter suas fêmeas embrionadas migrando para regiões mais profunda para realizar a dispersão larval, no entanto, isso não ocorreu no presente trabalho. Acredita-se que seja uma estratégia para evitar a competição com outras espécies em regiões mais profundas e evitar a pesca não seletiva, onde esse animal é amplamente coletado. Observou-se então uma plasticidade reprodutiva dessa espécie como estratégia para o sucesso reprodutivo da espécie na região de Ubatuba mesmo com os possíveis impactos antrópicos.

PALAVRAS-CHAVE: Portunidae, *Callinectes*, Reprodução, Plasticidade, Antrópico.



INTRODUÇÃO

Sabe-se que os crustáceos decápodes podem ter seus padrões distribucionais e variações na abundância modulados por uma série de fatores ambientais, os quais podem determinar a ocupação ou restrição de uma espécie a um determinado local (MANTELATTO & FRANSOZO, 2000). De acordo com Shirley *et al.* (1990) esses fatores limitam a ocorrência de espécies com baixas tolerâncias. Para Bertini *et al.* (2010), a distribuição dos organismos pode variar com condições ambientais e levar à diferença de distribuição espacial. Características como temperatura, salinidade e substrato são importantes fatores que regulam a distribuição ecológica de crustáceos decápodes, sendo tal fato já constatado em vários trabalhos como em comunidades de Brachyura (BERTINI & FRANSOZO, 2004) e de assembleia de Portunoidea (ANDRADE *et al.*, 2015). De acordo com Barry & Dayton (1991), a interação entre as condições físico-químicas do ambiente e a dinâmica hidrológica podem influenciar os ciclos de vida das espécies marinhas. Para Pinheiro *et al.* (1996) certos fatores ambientais favorecem adaptações fisiológicas e comportamentais contra a predação. Andrade *et al.* (2015) apontaram que os fatores ambientais interferem não só no desenvolvimento, mas pode regular estratégias reprodutivas de algumas populações.

Brachyura é considerado um dos grupos mais abundantes da comunidade bentônica marinha, tanto pela sua riqueza de espécies, quanto por apresentar notável biomassa em relação aos demais (BERTINI & FRANSOZO, 2004). O siri *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 pertence à família Portunidae e todos os representantes do gênero *Callinectes* são conhecidos popularmente como siri-azul (NEGREIROS-FRANSOZO *et al.*, 1999). Seu habitat consiste, basicamente, em substratos de areia, lama ou conchas, entre marés, principalmente na proximidade de rios e baías (MELO, 1996). Além disso, *C. ornatus* é um animal onívoro que, pode preda organismos bentônicos e também realizar canibalismo, consumindo siris recentemente mudados (GARCÍA-MADRIGAL, 2015). As espécies desse gênero apresentam um complexo ciclo de vida, que abrange estágios planctônicos e bentônicos, dependentes de regiões marinhas e estuarinas (HINES *et al.*, 1995; BRANCO & MASUNARI, 2000).

O conhecimento da biologia de *C. ornatus* tem recebido várias contribuições nos últimos anos, abrangendo aspectos integrados entre ultraestrutura e moleculares (BENTO *et al.*, 2020; LEONE *et al.*, 2015; GARÇON *et al.*, 2007), reprodução (CARVALHO *et al.*, 2011); VIANNA *et al.*, 2009; MANTELATTO & FRANSOZO, 1999)



e ecologia (SANTOS *et al.*, 2018; JÚNIOR *et al.*, 2008; BAPTISTA *et al.*, 2003). Alguns trabalhos já avaliaram a distribuição espacial do *C. ornatus*, apontando que eles podem se distribuir de 2 até 40m de profundidade (BERTINI & FRANSOZO, 2004; ANDRADE *et al.*, 2015). Andrade *et al.* (2015) diz que há uma ocupação diferencial dos grupos demográficos, sendo que as fêmeas embrionadas são mais abundantes em profundidades maiores. No entanto, esses mesmos autores coletaram apenas até a profundidade de 20m. O intuito do presente trabalho é testar a hipótese de que as fêmeas embrionadas podem ser encontradas em profundidades ainda maiores, dentro da faixa de ocorrência descrita para a espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A faixa que se estende ao canal de Bertioga a Ubatuba, permeando os municípios de São Sebastião, Ilhabela e Caraguatatuba, é denominado Litoral Norte Paulista (BARBOSA *et al.*, 2010). Grande parte da Mata Atlântica do Estado de São Paulo encontra-se nessa região (MALAQUIAS DA SILVA, 2000).

Ubatuba (23°26'75"S; 44°59'00"W - Figura 3) conta com uma orla de aproximadamente 81 quilômetros, sendo que em sua área mais interior existe uma região de urbanização avançada, que é a região circundante ao centro comercial. O restante, não habitado, faz parte da Mata Atlântica, a qual corresponde a 80% do território da cidade (BARBOSA *et al.*, 2010).

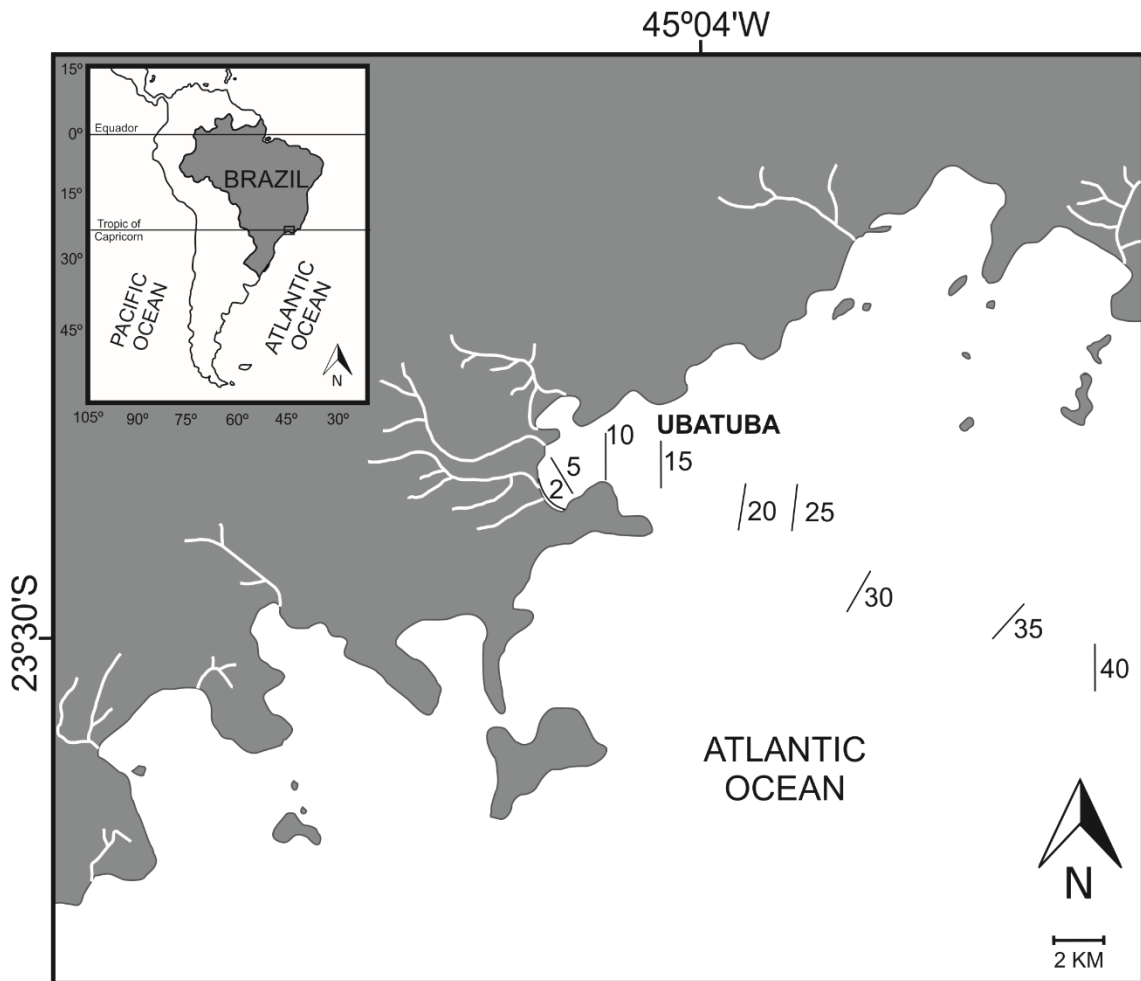


Figura 2. Mapa do litoral de Ubatuba, norte do Estado de São Paulo, mostrando a localização dos transectos nas regiões amostradas.

Coleta de dados

Os caranguejos foram coletados mensalmente, de janeiro a dezembro de 2000, utilizando um barco camaroeiro equipado com redes de arrasto do tipo “*double-rig*”. Cada rede possui duas portas de madeira de aproximadamente 22kg cada, para forçar a abertura da mesma após ser lançada ao mar. A rede tem o comprimento de 11m e sua boca de 4,5m, com o diâmetro da malha do corpo 25mm e diâmetro da malha 18 mm. Foi arrastado um período de 30 minutos por transectos (9 pontos), amostrando uma área total de cerca de 162.000 m² por mês.

Foram registradas em cada ponto as coordenadas de latitude e longitude, com o auxílio de um GPS (Global Positioning System) e um ecobatímetro, para determinação da profundidade. As profundidades avaliadas foram de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 metros de profundidade.



Utilizando uma garrafa de Nansen coletou-se, mensalmente, amostras de água de fundo e superfície, em todas as profundidades e avaliou-se a salinidade e temperatura. As amostras de sedimento foram coletadas por estação do ano, com um pegador de fundo tipo Van Veen (0,063 m²). A composição granulométrica do sedimento foi analisada de acordo com o protocolo já descrito por Bertini e Fransozo (2004).

Material biológico

Os animais foram triados, colocados em sacos plásticos devidamente etiquetados e acondicionados em caixas térmicas com gelo picado. Posteriormente, transportados para o laboratório em Ubatuba e mantidos resfriados até o momento do manuseio. No Laboratório, os siris foram identificados conforme características detalhadas por Melo (2003). A largura da carapaça (CL) de todos os indivíduos foi medida com o auxílio de um paquímetro (precisão 0.01 mm). Para analisar a sexagem e a maturidade (jovens e adultos) foram diferenciados pelo formato e aderência do abdome aos esternitos torácicos, sendo triangular e selado nos indivíduos jovens e não selados de adultos (em forma de T nos machos e semicircular nas fêmeas).

Análise estatística

Os pressupostos de normalidade foram testados usando Shapiro-Wilk (SHAPIRO & WILK, 1965) e o teste de Levene foi realizado para observar a homogeneidade das variâncias. Para atender as premissas dos testes estatísticos, todos os dados foram normalizados ($\log(x+1)$). Uma Análise de Componentes Principais (PCA) foi utilizada para identificar a relação entre os transectos (profundidades) e abundância dos grupos demográficos, bem como a relação com as variáveis ambientais. Utilizou-se as seguintes variáveis ambientais: sedimento (PHI), (salinidade de fundo) BS, temperatura de fundo (BT), matéria orgânica (OM) e temperatura de superfície (ST).

Em figuras de ordenação, as variáveis são representadas como setas e o comprimento da seta indica a importância relativa de cada variável (ter BRAAK 1986).



O ângulo entre as setas indica o grau de correlação entre as variáveis ambientais, e o arranjo das espécies em relação à flecha representa características do local ou das preferências das espécies (PALMER, 1993). Os escores de coordenação foram calculados usando LC (combinação linear), e a contribuição relativa das variáveis em cada eixo foi determinada a partir de 'intra-set operations' (MCCUNE & GRACE, 2002). A significância estatística dos autovalores do eixo PCA foi avaliada por testes de randomização (Monte Carlo), utilizando 9999 execuções aleatórias para cada análise. Os fatores ambientais extraídos pela PCA (variáveis consideradas significativas de acordo com Rakocinski *et al.*, 1996; i.e. $\geq \pm 0.4$), foram utilizados em uma Análise de Correspondência Canônica (PECK, 2010). Todas as análises multivariadas foram realizadas no software PC-ORD 6.0 (MCCUNE E MEFFORD, 2011).

O tamanho dos indivíduos encontrados em cada transecto (agrupados demograficamente) foi comparado por Kruskal-Wallis. Em todos os resultados no qual a hipótese nula foi rejeitada, o teste de Student-Newman-Keuls foi aplicado.

RESULTADOS

Um total de 1696 indivíduos foram coletados, sendo 841 fêmeas (54,82% fêmeas jovens – JF, 32,46% fêmeas adultas - AF e 12,72% fêmeas embrionadas - BF) e 855 machos (58,83% machos jovens – JM e 41,17% machos adultos - AM). Não foram encontrados indivíduos no transecto de 40m, bem como aqueles que foram encontrados no transecto de 35m (n=3) foram retirados das análises e considerados como 'outlier'.

A ordenação dos grupos demográficos por transecto mostrou que 91.55% (porcentagem da variação total) da distribuição espacial foi explicado pela profundidade ($p < 0.01$) (Tabela IA, Figura 4). Da mesma forma, também houve variação significativa ($p < 0.01$) dos fatores ambientais, onde a profundidade explicou 78.98% dessa variação (Tabela IB, Figura 5).



Tabela I. Estatísticas resumidas dos eixos gerados pela Análise de Componentes Principais. Correlação entre (A) grupos demográficos de *C. ornatus* e (B) variáveis ambientais com profundidade de transectos (2m, 5m, 10, 15m, 20m, 25m, 30m) de Ubatuba, baía de Fortaleza. Coeficientes $\geq \pm 0.4$ são considerados ecologicamente importantes (ver Rakocinski *et al.*, 1996) e estão em negrito (significado do eixo pelo teste de Monte Carlo).

Contents	Axis 1	Axis 2
(A) Demographic groups		
Juvenile females	-0.95	0.21
Juvenile males	-0.91	0.31
Adult females	-0.87	-0.24
Adult males	-0.95	0.13
Breeding females	-0.45	-0.87
Eigenvalue	3.60	0.97
% of Variance	72.11	19.44
(B) Environmental variables		
Bottom temperature	-0.88	-0.20
Surface temperature	-0.50	-0.79
Bottom salinity	0.64	0.37
PHI	-0.76	0.54
Organic matter	-0.70	0.58
Eigenvalue	2.52	1.43
% of Variance	5.36	28.62

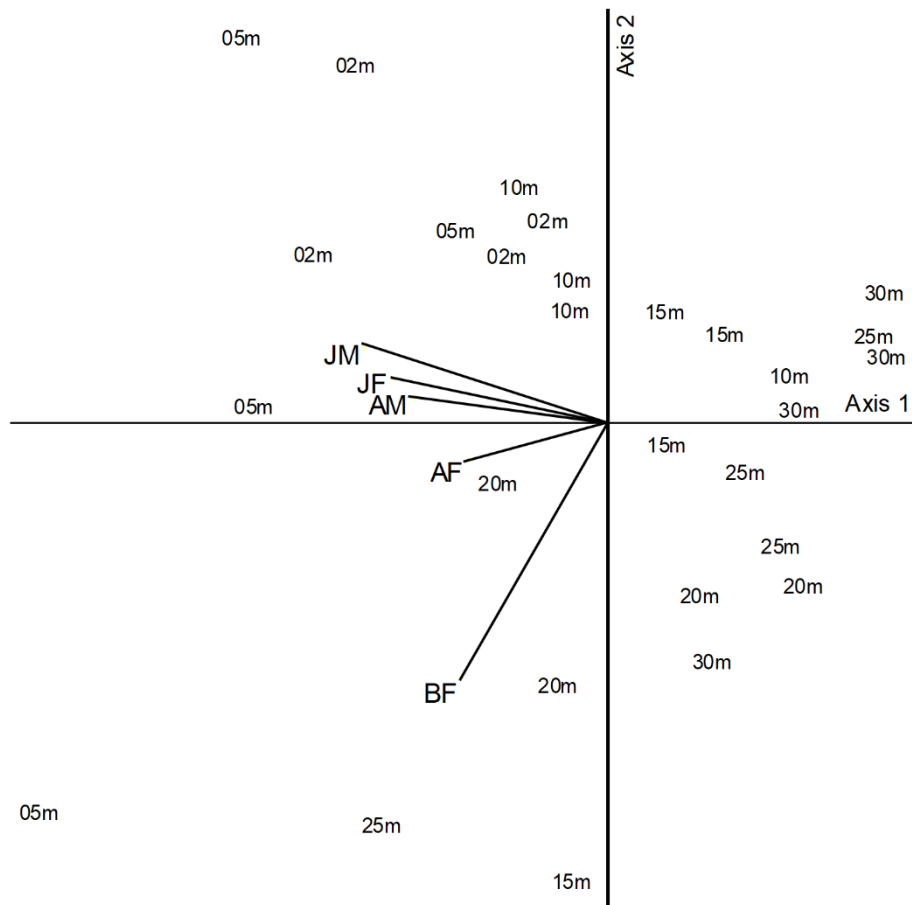


Figura 3. Análise de correspondência canônica aplicada entre os grupos demográficos, machos jovens (JM), fêmeas jovens (JF), machos adultos (AM), fêmeas adultas (AF) e fêmeas embrionadas (BF) e os transectos amostrais.

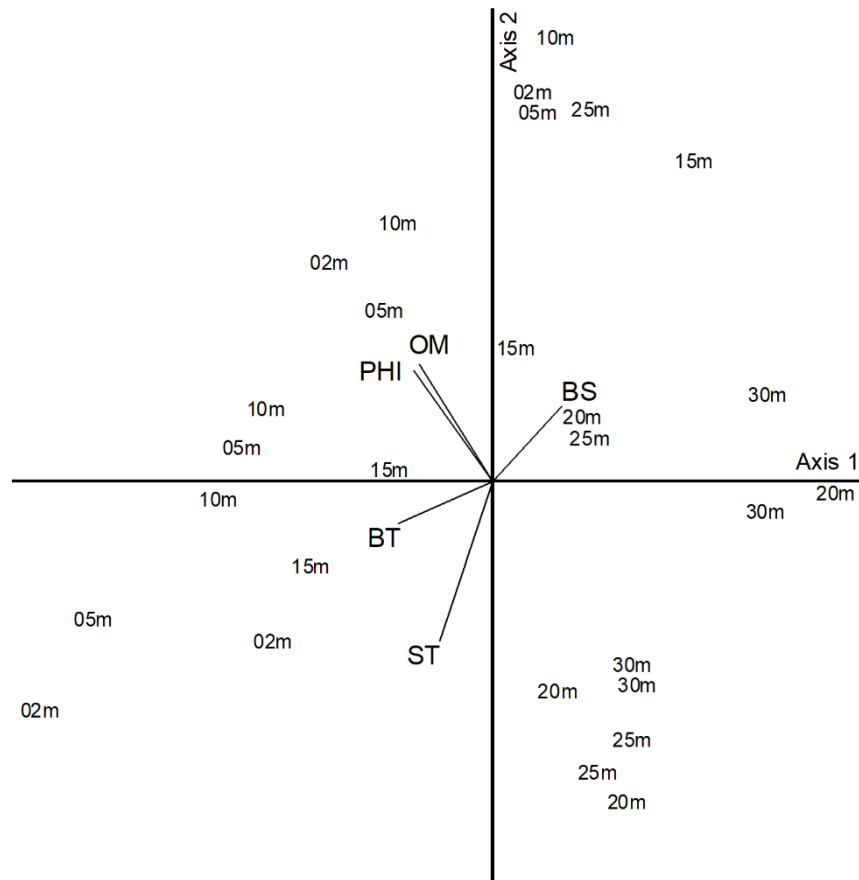


Figura 4. Relação dos pontos de amostragens com os fatores ambientais, sedimento (PHI), matéria orgânica (OM), temperatura de fundo (BT), temperatura de superfície (ST) e salinidade (SB), através da PCA.

A Análise de Correspondência Canônica revelou um eixo de influência dos fatores ambientais na distribuição dos siris, com uma variação total (inércia) de 28.02% (Tabela II). A correlação entre os grupos demográficos e o eixo canônico foi significativa (teste de permutação de Monte Carlo, $P=0.002$), indicando correspondência entre os grupos demográficos e as variáveis preditoras. Esse eixo canônico explicou 83% da correlação entre os grupos demográficos de *C. ornatus* e as variáveis ambientais. As fêmeas embrionadas deram uma alta contribuição negativa a essa variação, enquanto machos jovens contribuíram positivamente (Tabela II).



Tabela II. Estatísticas de resumo do eixo da Análise de correspondência canônica e teste de Monte Carlo para autovalores e correlações grupos demográficos-ambiente com base em 9999. execuções com dados randomizados. Evt Corr.: Correlação de variáveis ambientais.

Axis summary statistics		Axis 1	Axis 2		
Eigenvalue		0.127	0.007		
Variances in demographic groups					
% of variance explained		45.2	2.5		
Cumulative % explained		45.2	47.7		
Pearson Correlation, DG-Evt		0.83	0.44		
Kendall (Rank) Corr., DG-Evt		0.62	0.37		
Monte-Carlo test					
Axis	Real data	Randomized data			<i>p</i>
		Mean	Minimum	Maximum	
Eigenvalue					
1	0.127	0.044	0.007	0.013	0.002
2	0.007	0.009	0.002	0.002	
DG-Evt Corr.					
1	0.830	0.508	0.239	0.843	0.002
2	0.442	0.443	0.123	0.788	

Ao comparar os tamanhos de machos e fêmeas totais distribuídos nas profundidades dos transectos, verificou-se que as fêmeas possuem uma ocupação diferencial de acordo com o tamanho dos indivíduos (CW) (Kruskal-Wallis, $H=129.92$, $p<0.01$) (Figure 6). Em contrapartida, os machos distribuíram-se de forma semelhante, independentemente do tamanho do indivíduo ($H=102.25$, $p=0.07$).

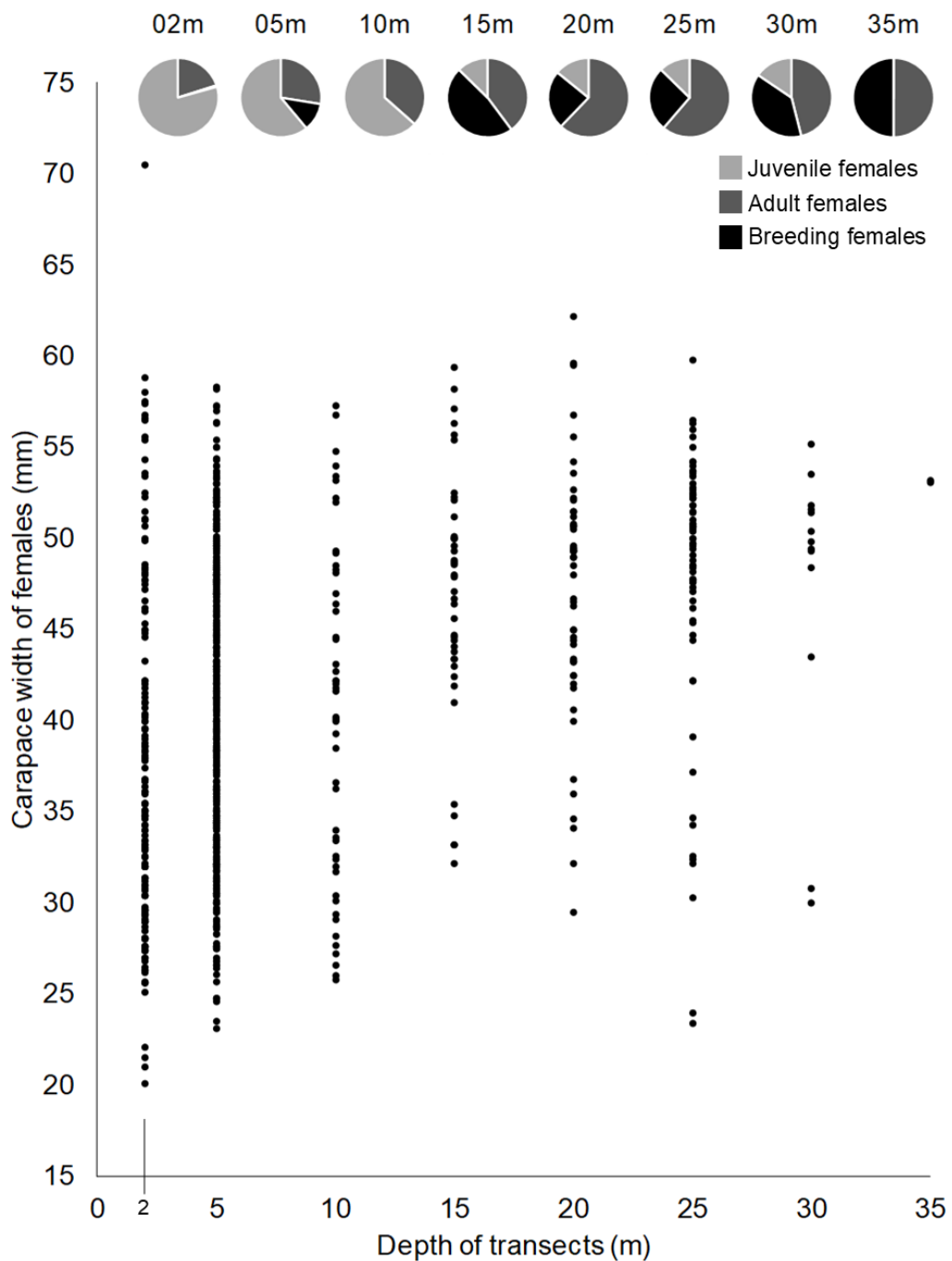


Figura 5. Distribuição das fêmeas totais de *Callinectes ornatus* de acordo com a largura da carapaça em diferentes profundidades. Acima dos eixos, figuras em pizza representam a porcentagem de fêmeas jovens, fêmeas adultas e fêmeas embrionadas em cada profundidade dos transectos amostrados.

DISCUSSÃO

Embora MELO-FILHO (1996) descreva a ocorrência de *C. ornatus* até os 75m de profundidade, a maioria dos trabalhos com esta espécie são realizados em



profundidades menores. Bertini e Fransozo (2004) em Ubatuba, litoral de São Paulo, amostraram a espécie até os 40m; Andrade *et al.* (2013) até os 20m de profundidade em Ubatumirim, Ubatuba e Mar Virado; Branco e Lunardon-Branco (1993) entre 5 e 10m de profundidade na região de Matinhos no Paraná; e, Fernandes *et al.* (2006) em 2m em Vitória - ES.

Foi observado um predomínio dos indivíduos de *C. ornatus* em menores profundidades, reduzindo essa quantidade ao aumentar as profundidades de coleta. Bertini & Fransozo (2004), em análise batimétrica de decápodes, corroboram com esse resultado ao apontar a característica de *C. ornatus* em permanecer em áreas de menor profundidade, entre 2m e 5m, onde ocorrem as estimativas mais baixas de diversidade. Capítoli (2002) ressalta que a maioria de Crustácea Decapoda, que são predadores nos fundos arenosos, habitam entre 11 e 30m, no entanto o resultado aqui é outro. Os estudos de Guerra-Castro *et al.* (2007) apontam a opção de *C. ornatus* em procurar por áreas menos povoadas e cobijadas, justificando essa permanência nas áreas mais rasas do presente estudo. Adicionalmente, Buchanan & Stoner (1988) explicam que em profundidades menores existem menos predadores, assim, com menor número de espécies nas regiões rasas e com esse índice baixo de competidores, *C. ornatus* encontra uma boa condição para se estabelecer nessas regiões. Relatos de Herrera (2017) descrevem o uso diferenciado dos recursos do habitat entre as espécies para reduzir a competição e aumentar a probabilidade de coexistência. De fato, Guerra e Castro (2007), ao observarem os padrões de atividade e zoneamento dos siris *C. ornatus* e *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) notaram que alguns indivíduos preferem se mudar para áreas marginalmente nutritivas, em vez de locais atraentes, mas competitivos. Para Guerra e Castro (2007) a energia investida em deslocamentos pode ser menor do que o custo de encontros agonísticos, o que também pode levar à perda de membros. Com base nisso, acredita-se que o predomínio de *C. ornatus* em pequenas profundidades na Enseada de Ubatuba, está ligada a tentativa de reduzir uma competição com outros indivíduos, inclusive com seu congêneres *C. danae* que também é altamente abundante na região.

Os resultados apontaram uma ocupação diferencial das fêmeas nas profundidades amostradas, sendo as fêmeas menores mais abundantes em áreas mais rasas e as maiores distribuídas em maiores profundidades. Essa observação corrobora com Andrade *et al.* (2013), que afirma haver ocupação diferencial do habitat



de acordo com as fases de desenvolvimento. Já os machos (jovens e adultos) foram mais abundantes nas menores profundidades, possivelmente na busca de fêmeas primíparas, para acasalamento.

Na região de Ubatuba, Bertini & Fransozo (2004) mostraram que nas zonas de 2 a 5m existe estimativas mais baixas de diversidade, enquanto em profundidades acima de 20m, o sedimento era mais heterogêneo e a diversidade aumenta. Portunidae frequentemente se enterra no sedimento para se proteger de predadores e facilitar a captura de presas (PINHEIRO *et al.*, 1997). Dessa forma, o sedimento um pouco mais fino acaba por facilitar o comportamento desses animais que se enterrem (BERNARDES *et al.*, 2019), auxiliando-os no hábito predatório. Devido à presença do manguezal na região de Ubatuba, ocorre também o aumento de matéria orgânica encontrado nos 5m de profundidade, gerando assim grande quantidade de nutrientes para prole. Mascaró *et al.* (2007) relaciona a presença de *C. ornatus* com grandes quantidades de detritos orgânicos e o alto conteúdo de matéria orgânica nos sedimentos. Os caranguejos podem ingerir sedimentos e se beneficiarem da matéria orgânica ligada à superfície dos grãos (WARNER, 1977). Mantelatto e Christofeletti (2001) encontraram grande quantidade de sedimento em indivíduos de *C. ornatus* na Baía de Ubatuba. Segundo Furtado e Mahiques (1990) as áreas de Ubatuba com maiores profundidades sofrem uma alta influência das correntes marítimas podendo ser também um motivo para a redução destes animais em maiores profundidades. Outro fator que pode influenciar a permanência destes animais nos 5m é por ser regiões onde pescadores ancoram seus barcos após a pesca. Guerra-Castro *et al.* (2007) observaram a movimentação de *C. ornatus* e afirmaram que tais animais se dirigem para a zona onde os pescadores ancoram os barcos e lançam restos da pesca ao mar. É possível que essa atividade antropogênica acabe transformando esses locais em região atraente para esses siris.

Pinheiro *et al.* (1997) apontam que os animais marinhos estão sujeitos a atuação de diversos fatores ambientais que podem variar ao nível espacial, sazonal ou temporalmente. Os siris da família Portunidae podem ser encontrados em águas salinas e em águas salobras (KRETZ & BUCHERL, 1940). Em estudo realizado no México, Cházaro-Olvera & Peterson (2004) verificaram que indivíduos juvenis de *C. rathbunae* (Contreras, 1930) e *C. sapidus* Rathbun 1896 foram predominantes em áreas de salinidades moderadas diferenciando dos habitats dos indivíduos adultos.



Posey *et al.* (2005) apontam que águas com baixa salinidade são melhores para berçários de *C. sapidus* e estão associadas a um crescimento rápido. Negreiros-Fransozo & Fransozo (1995) apontam associação significativa com a salinidade, fator que influencia migração de *C. ornatus* para águas mais salinas para completar o seu desenvolvimento e iniciar a desova (KEUNECKEI *et al.*, 2008). No entanto, o maior número de fêmeas embrionadas foi observado nas regiões de menores profundidades onde obtivemos dados de menor salinidade. Esse resultado pode ser atribuído a maior concentração de matéria orgânica nesses locais para a prole ou corroborando com Posey *et al.* (2005) sobre berçários de menor salinidade associados ao crescimento.

Em estudo realizado por Andrade *et al.* (2013) em Ubatuba, observou-se a migração das fêmeas embrionadas de *C. ornatus* para o mar aberto como comportamento para maximizar a dispersão e sobrevivência larval. Comportamento semelhante também foi apontado para *C. ornatus* por Branco & Lunardon-Branco (1993) na região de Matinhos no Paraná e para *C. danae* em região estuarina (ANDRADE *et al.*, 2015). Ainda assim, no presente trabalho, as fêmeas embrionadas foram mais abundantes nos 5m de profundidade, possivelmente uma tentativa de reduzir a competição entre outras espécies em regiões mais profundas.

Em trabalho de Mantelatto e Fransozo (1997) foi possível notar que *C. ornatus* tem uma reprodução contínua e o resultado encontrado por Gomes (2011) demonstrou um pico de reprodução deste siri em janeiro. Nesse período a pesca está liberada e com maior demanda de camarão, conseqüentemente a pesca é mais intensiva, devido ao período turístico de férias. A maioria dos espécimes coletados nesse trabalho, foram capturados no mês de fevereiro, período considerado de alta temporada turística e próximo ao período de defeso onde a pesca será suspensa.

Observou-se uma variação na profundidade em que fêmeas embrionadas foram encontradas (2m a 35m), sugerindo uma grande amplitude de nicho de *C. ornatus*, onde as fêmeas embrionadas podem ocorrer em diversas profundidades. No entanto, neste trabalho, esse grupo demográfico parece optar por locais mais rasos, podendo essa opção estar relacionada com a pesca não seletiva, interações ecológicas e fatores abióticos da região. Tal fato sugere uma plasticidade reprodutiva dessa espécie como estratégia para o sucesso reprodutivo da espécie na região de Ubatuba mesmo com os possíveis impactos antrópicos.



REFERÊNCIAS

- ANDRADE, L. S., FRANSOZO, V., COBO, V. J., CASTILHO, A. L., BERTINI, G., & FRANSOZO, A. 2013. Ontogenetic distribution of *Callinectes ornatus* (Decapoda, Portunoidea) in southeastern Brazil. **Ciencias Marinas**, 39(4): 371-385.
- ANDRADE, L.S.; ANTUNES, M.; LIMA, P.A.; FURLAN, M.; FRAMESCHI, I.F, & FRANSOZO, A. 2015. Características reprodutivas do siri *Callinectes danae* (Crustacea, Portunoidea) na região subtropical da costa do Brasil: uma amostragem fora do estuário. **Brazilian Journal of Biology**, 692-702.
- ANDRADE, L.S.; FRANSOZO, V.; BERTINI, G.; NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. & LÓPEZ-GRECO, L.S. 2015. Reproductive plasticity in the speckled crab *Arenaeus cribrarius* (Decapoda, Brachyura, Portunidae) associated with a population decline. **Journal of Coastal Research**, 31(3): 645-652.
- BAPTISTA, C.; PINHEIRO, M.A.A.; BLANKENSTEYN, A. & BORZONE, C.A. 2003. Estrutura populacional de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Crustacea, Portunidae) no Balneário Shangri-Lá, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 20(4): 661-666.
- BARBOSA, S.R.D.C.S.; DE CAMPOS FORMAGIO, C., & BARBOSA, R.V. 2010. Áreas protegidas, uso e ocupação do solo, qualidade de vida e turismo no litoral norte paulista: algumas reflexões sobre o município de Ubatuba. **Caderno virtual de turismo**, 10(2).
- BARRY, J.P. & DAYTON, P.K. 1991. Physical heterogeneity and the organization of marine communities. **Ecological Heterogeneity**, 270-320.
- BENTO, M.G.; NASCIMENTO, F.A.; MANTELATTO, F.L. & ZARA, F. J. 2020. Ovarian development in swimming crabs: comparative histochemistry and ultrastructure of *Callinectes ornatus* and *Arenaeus cribrarius* (Brachyura, Portunidae). **Tissue and Cell**, 101395.
- BERNARDES, V.P.; MANTELATTO, F.L.; SILVA, T.E.D.; SOUSA, A.N.D.; BERNARDO, C.H. & FRANSOZO, A. 2019. Influence of environmental factors on the bathymetric distribution of the flecked box crab *Hepatus pudibundus* (Herbst,



- 1785) (Crustacea: Aethroidea) in the Southeastern Brazilian coast. **Biota Neotropica**, 19(1).
- BERTINI, G., & FRANSOZO, A. 2004. Bathymetric distribution of brachyuran crab (Crustacea, Decapoda) communities on coastal soft bottoms off southeastern Brazil. **Marine Ecology Progress Series**, 279: 193-200.
- BERTINI, G.; FRANSOZO, A. & NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. 2010. Brachyuran soft-bottom assemblage from marine shallow waters in the southeastern Brazilian littoral. **Marine Biodiversity**, 40(4): 277-291.
- BRANCO, J.O. & LUNARDON-BRANCO, M.J. 1993. Aspectos da biologia de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) da região de Matinhos, Paraná, Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, 36(3): 489-496.
- 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.
- BUCHANAN, B.A. & STONER, A.W. 1988. Distributional patterns of blue crabs (*Callinectes* sp.) in a tropical estuarine lagoon. **Estuaries**, 11(4): 231-239.
- CAPÍTOLI, R.R. 2002. **Distribuição e abundância dos macroinvertebrados bentônicos da plataforma continental e talude superior no extremo sul do Brasil**. Tese de Doutorado – Universidade Federal do Rio Grande, Brasil.
- CARVALHO, E.A.S.D.; CARVALHO, F.L.D. & COUTO, E.D.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.
- CHÁZARO-OLVERA, S. & PETERSON, M.S. 2004. Effects of salinity on growth and molting of sympatric *Callinectes* spp. from Camaronera Lagoon, Veracruz, Mexico. **Bulletin of Marine Science**, 74(1): 115-127.
- FERNANDES, J.M.; ROSA, D.M.; ARAUJO, C.C.; RIPOLI, L. & 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.

FURTADO, V.V. & MAHIQUES, M. de. 1990. Distribuição de sedimentos em regiões costeiras e plataforma continental norte do Estado de São Paulo. **Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: estrutura, função e manejo**, 2: 20-29.

GARCÍA-MADRIGAL, R.F.A; Siri azul do Atlântico americano: lixo ou tesouro do mar? **Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais (GIA)**. 2015. Disponível em: <<https://gia.org.br/portal/siri-azul-do-atlantico-americano-lixo-ou-tesouro-do-mar/>>. Acesso em: 14 de outubro de 2020.

GARÇON, D.P.; MASUI, D.C.; MANTELATTO, F.L.M.; MCNAMARA, J.C.; FURRIEL, R.P.M. & LEONE, F.A. 2007. K⁺ and NH₄⁺ modulate gill (Na⁺, K⁺)-ATPase activity in the blue crab, *Callinectes ornatus*: fine tuning of ammonia excretion. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, 147(1): 145-155.

GOMES, R.D.R. 2011. **Distribuição espaço-temporal, estrutura populacional e biologia reprodutiva de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 na enseada da Fortaleza, Ubatuba (SP), Brasil**. Dissertação de mestrado - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu.

GUERRA-CASTRO, E.; CARMONA-SUÁREZ, C.A. & CONDE, J.E. 2007. Activity patterns and zonation of the swimming crabs *Arenaeus cribrarius* and *Callinectes ornatus*. **Journal of Crustacean Biology**, 27(1):49-58.

HÅKANSON, L. & JANSSON, M. 1983. **Principles of lake sedimentology**, 316. Berlin: Springer-verlag.

HERRERA, D.R. 2017. **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 de Doutorado - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu.



- 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.
- JÚNIOR, E.A.B.; NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. & FRANSOZO, A. 2008. Juvenile development of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Crustacea: Decapoda: Portunidae), from megalopa obtained in the neuston. **Zootaxa**, 1(20): 1788.
- KEUNECKE, K.A.; D INCAO, F.; MOREIRA, F.N.; SILVA JR, D.R. & VERANI, J.R. 2008). Age and growth of *Callinectes danae* and *C. ornatus* (Crustacea, Decapoda) in Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, 98(2): 231-235.
- KRETZ, J. & BÜCHERL, W. 1940. **Contribuição ao estudo da anatomia e fisiologia do gênero Callinectes (Crustacea Decapoda, fam. Portunidae)**. Impresso Oficial do Estado.
- LEONE, F.A.; GARÇON, D.P.; LUCENA, M.N.; FALEIROS, R.O.; AZEVEDO, S.V.; PINTO, M.R. & MCNAMARA, J.C. 2015. Gill-specific (Na⁺, K⁺)-ATPase activity and α -subunit mRNA expression during low-salinity acclimation of the ornate blue crab *Callinectes ornatus* (Decapoda, Brachyura). **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology**, 186: 59-67.
- MALAQUIAS da SILVA, V.L.F. 2000. Introdução: Geografia e Meio Ambiente. IN: CAMPOS, J.F. (org). Santo Antônio de Caraguatatuba. Memória e tradições de um povo. Caraguatatuba. Prefeitura Municipal de Caraguatatuba. **Fundação Educacional e Cultural de Caraguatatuba**, 16-24.
- MANTELATTO, F.L.M. & CHRISTOFOLETTI, R.A. 2001. Natural feeding activity of the crab *Callinectes ornatus* (Portunidae) in Ubatuba Bay (São Paulo, Brazil): influence of season, sex, size and molt stage. **Marine Biology**, 138(3): 585-594.
- 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(2): 701-710.
- MANTELATTO, F.L.M., & FRANSOZO, A. 1999. Reproductive biology and moulting cycle of the crab *Callinectes ornatus* (Decapoda, Portunidae) from the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. **Crustaceana**, 72(1): 63-76.
- MASCARÓ, M.; CASTILLO, A.M; SIMOES, N., CHIAPPA-CARRARA, X. 2007. Variations in the feeding habits of *Callinectes rathbunae* in Las Palmas lagoon (southern Gulf of Mexico) on three temporal scales. *Crustaceana* 80: 139–160.
- MCCUNE, B. & GRACE, J.B. 2002. **Analysis of ecological communities**. MJM software.
- MCCUNE, B. & MEFFORD, M.J. 2011. PC-ORD: **Multivariate analysis of ecological data**: MJM Software Design.
- MELO, G.A.S. 1996 Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siri) do litoral brasileiro. **Editora Plêiade/Fapesp**, 604. MELO-FILHO, G.A.S.D. 1996. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro**.
- 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. & FRANSOZO, A. 1999. Population biology of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) from Ubatuba (SP), Brazil. **Scientia Marina**, 157-163.
- PALMER, M.W. 1993. Putting things in even better order: the advantages of canonical correspondence analysis. **Ecology**, 74(8): 2215-2230.
- PECK, J. E. 2010. **Multivariate analysis for community ecologists**. MJM Software Design.



- 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**, 371-378.
- PINHEIRO, M.A.A.; FRANSOZO, A. & NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. (1996). Distribution patterns of *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba (SP), Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, 56(4): 705-716.
- POSEY, M.H.; ALPHIN, T.D.; HARWELL, H. & ALLEN, B. 2005. Importance of low salinity areas for juvenile blue crabs, *Callinectes sapidus* Rathbun, in the river-dominated estuaries of southeastern United States. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 319: 81-100.
- RAKOCINSKI, C.F.; LYCZKOWSKI-SHULTZ, J. & RICHARDSON, S.L. 1996. Estrutura da assembléia de ictioplâncton no som do Mississippi conforme revelada pela análise de correspondência canônica. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 43(2): 237-257.
- SANTOS, M.D.C.F.; DAGOBERTO, P.O.R.T.; FISCH, F.; BARBIERI, E. & BRANCO, J.O. 2018. 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.
- SHAPIRO, S.S. & WILK, M.B. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, 52(3/4): 591-611.
- SHIRLEY, P. & TUCHMAN, A. 1990. A polygonal approximation to direct scalar volume rendering. **ACM SIGGRAPH Computer Graphics**, 24(5): 63-70.
- TER BRAAK, C.J.F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. **Ecology**, 67(5): 1167-1179.
- VIANNA, M.; D'INCAO, F.; DA SILVA, D.; VERANI, J. & KEUNECKE, K. 2009. Ovarian development stages of *Callinectes danae* and *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae). **Crustaceana**, 82(6): 753-761.



WARNER, G.F. 1977. The Biology of Crabs Elek Science London. **Paleontological Society Papers**, 8: 2002.



Capítulo 2

Avaliação diuturna de uma população de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 na região de Ubatuba



RESUMO

O gênero *Callinectes* é altamente abundante e pode ser um excelente recurso pesqueiro, no entanto ainda é considerado rejeito da pesca ou é capturado apenas em pequenas comunidades com pesca artesanal. *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 possui um importante papel na teia trófica marinha, sendo um grande consumidor de detritos orgânicos, atuando como predador e também como recurso alimentar para outros organismos aquáticos. A exposição à luz é capaz de modular alguns processos fisiológicos nos crustáceos, como locomoção, alimentação, acasalamento e metabolismo. O presente trabalho tem o objetivo de analisar a variação diuturna na abundância de *C. ornatus* na região de Ubatuba. As coletas foram realizadas nas profundidades de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40m, nas quatro estações do ano (verão, outono, inverno e primavera) durante o dia e a noite, na região de Ubatuba durante o ano de 2000. Quando avaliada apenas a abundância, sem presença das variáveis tempo e espaço, todos os grupos demográficos foram mais representativos no período diurno. *C. ornatus* pode coexistir e compartilhar habitat e alimento com seu congênere *Callinectes danae* Smith, 1869 que está mais ativo no período noturno. Esse fato pode ser considerado uma estratégia associada a escolha diferente de período para estarem mais ativos e em forrageio, sem que ocorra disputa por alimento. Além disso, alguns dos camarões capturados pela pesca de arrasto, possuem o hábito noturno, entre eles destaca-se o camarão sete-barbas e camarão branco, o que faz a pesca mais efetiva nesse período. A maior atividade noturna de *C. ornatus* acaba evitando a sua maior captura como fauna acompanhante pelos pescadores. Ademais, *C. ornatus* não teve diferença de abundância dentre os períodos nos 5m de profundidade, demonstrando ser um local com as melhores condições bióticas e abióticas para que o animal se estabeleça. Nos 20 e 25m de profundidade a abundância de *C. ornatus* também não variou nos períodos, possivelmente pela baixa captura de animais nesses transectos que pode estar associado pela preferência apenas de espécimes em período reprodutivo. O presente trabalho demonstra que o siri *C. ornatus* está mais ativo no período diurno, o que pode representar uma estratégia para evitar competição com outras espécies de hábito noturno e uma possível tática visando evitar a sua captura na pesca de arrasto.

PALAVRAS-CHAVE: Portunidae, *Callinectes*, Diurno, Nictemeral, Pesca de arrasto.



INTRODUÇÃO

O gênero *Callinectes* é altamente abundante e pode ser um excelente recurso pesqueiro, no entanto ainda é considerado rejeito da pesca ou é capturado apenas em pequenas comunidades com pesca artesanal (SEVERINO-RODRIGUES *et al.*, 2018). A pesca não seletiva pode causar impactos nas estruturas e abundância das espécies (SILVA *et al.*, 2013), dentre elas, no *Callinectes ornatus* Ordway, 1863. O siri azul é um importante predador bentônico que, por consumir uma grande variedade de organismos tanto da infauna como da epifauna, atua controlando a abundância de outras espécies bentônicas, inclusive estuarinas (HINES *et al.*, 1990).

Com importante papel na teia trófica marinha, *C. ornatus* é consumidor de detritos orgânicos, atua como predador e também como recurso alimentar para outros organismos aquáticos (HAEFNER, 1990). Essa espécie pode ter variação espacial no decorrer do ciclo de vida e apresentar padrões de migração relacionados à busca de condições mais favoráveis à desova e desenvolvimento de larvas (ANDRADE *et al.*, 2014). Os fatores ambientais também podem modificar ou influenciar na abundância e distribuição deste e outros siris (SANTOS, 2013; NEGREIROS- FRANSOZO E FRANSOZO, 1995).

A exposição à luz é capaz de modular alguns processos fisiológicos em Crustacea, como locomoção, alimentação, acasalamento e metabolismo (MEYER-ROCHOW, 1994). Por isso, o estudo sobre o comportamento de Crustacea em relação aos períodos de luz e escuridão é essencial para conhecimento da biologia do grupo e inferir sobre períodos de forrageamento (SOKOLOWICZ *et al.*, 2007). Diversos trabalhos são realizados visando avaliar variações diuturna com os caranguejos e camarões, como Lopes *et al.* (2014) que avaliou a variação de atividade diária do camarão vermelho *Pleoticus muelleri* (Spence Bate, 1888) e Simões *et al.* (2010) que observaram a variação nos períodos de atividade (diurno e noturno) do camarão *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), ambos os trabalhos em Ubatuba. Souza (1998) avaliou o agrupamento nictemeral de *Brachyura* no Rio Grande do Sul e Moreira *et al.* (1993) realizou trabalho com a migração nictemeral de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) na Ilha do Careiro. Recentemente Pescinelli *et al.* (2020) avaliaram a distribuição dos grupos demográficos nos períodos dia e noite do congêner *Callinectes danae* Smith, 1869 em uma região de estuário. O ambiente estuarino não



é tão ocupado por *C. ornatus*, no entanto essas duas espécies podem coabitam em regiões costeiras. Levando em conta essa distribuição, o estudo sobre a variação diuturna de *C. ornatus* pode esclarecer diversos aspectos da sobreposição de nichos, avaliada por Pinheiro *et al.* (1998). Assim, o presente trabalho tem por objetivo analisar a variação de abundância nos períodos de dia e noite de *C. ornatus* capturados nas diferentes estações do ano em Ubatuba, litoral norte de São Paulo. Acredita-se que a espécie pode ter habito diferente dos camarões, que são mais ativos durante o período da noite, na tentativa de não serem coletados como fauna acompanhante nos arrastos camaroeiros.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O litoral norte do Estado de São Paulo caracteriza-se pela presença de uma linha de costa bastante recortada, encerrando várias enseadas que, por sua configuração, apresentam características de semi-confinamento e que torna restrito a troca de água e material sedimentar entre as regiões costeiras e plataforma adjacente (MAHIQUES, 1995). A Enseada de Ubatuba (23°26'75"S; 44°59'00"W) (Figura 1) tem desembocadura voltada para leste, apresentando um grande estrangulamento formado por projeções do embasamento cristalino que a dividem em uma parte mais externa, com profundidades superiores a 10m, e uma mais interna, marcadamente mais rasa (MAHIQUES, 1995).

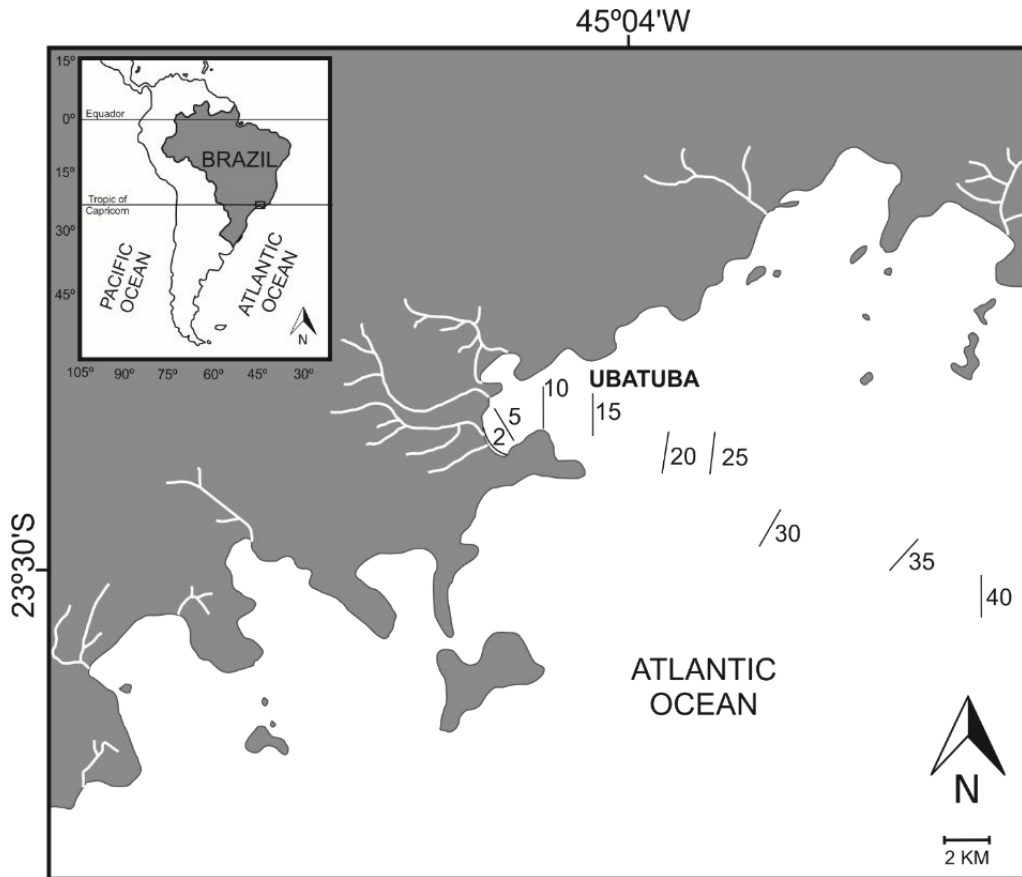


Figura 1. Mapa do litoral de Ubatuba, norte do Estado de São Paulo, mostrando a localização dos transectos nas regiões amostradas.

Coleta de dados

As coletas foram realizadas nas quatro estações do ano (verão, outono, inverno e primavera) durante o dia e a noite, na região de Ubatuba durante o ano de 2000. As amostragens, com cerca de 30 minutos por transecto, foram feitas nas profundidades de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40m. Para tanto, utilizou-se um barco de pesca comercial equipado com redes do tipo “double rig”.

Material biológico

Os animais foram triados e colocados em sacos plásticos devidamente etiquetados e acondicionados em caixas térmicas com gelo picado. Posteriormente, transportados para o laboratório em Ubatuba e mantidos resfriados até o momento do manuseio. No Laboratório, os siris foram identificados conforme características detalhadas por Melo (2003). A largura da carapaça (CL) de todos os indivíduos foi medido com paquímetro (precisão 0.01 mm). A sexagem e maturidade (jovens e



adultos) foram diferenciados pelo formato e aderência do abdome aos esternitos torácicos, sendo triangular e selado nos indivíduos jovens e não selados de adultos (em forma de T nos machos e semicircular nas fêmeas). Os grupos demográficos foi comparado por Kruskal-Wallis.

Análise estatística

O Teste de Lilliefors é uma prova não-paramétrica de aderência que compara o grau de concordância entre a distribuição acumulada de um conjunto de valores de uma amostra com a distribuição teórica acumulada esperada. Ele foi utilizado para testar a normalidade dos dados de abundância temporal dos grupos demográficos nos períodos de dia e noite. Devido à detecção de não normalidade, os dados foram logaritimizadas ($\log x+1$) e o teste foi utilizado novamente, detectando então a normalidade ($p>0.05$, ns).

O Teste de Bartlett (1937) é uma análise multivariada que tem por objetivo de melhorar a aproximação à distribuição qui-quadrado. Dessa forma ele compara três ou mais amostras (utilizamos os grupos demográficos), e número de variáveis (abundância por estações do ano/transectos) obtendo-se um “coeficiente de máxima-verossimilhança” simbolizado por ϕ (phi), cuja significância estatística é calculada pelo Qui-quadrado. Segundo Riboldi *et al.* (2014) e Cirilo *et al.* (2009), tal teste destaca-se pela performance quando a distribuição subjacente é normal, sendo nos casos de variâncias homogêneas um teste exato, preciso, aderindo à distribuição uniforme; e com alto poder, identificando eficientemente os casos com variâncias heterogêneas. Dessa forma, o teste de Bartlett foi utilizado com a finalidade de (1) comparar as abundâncias por grupo demográfico no decorrer das estações do ano e (2) comparar as abundâncias por grupo demográfico por transecto.

Um teste de qui-quadrado foi utilizado para comparar a abundância total de indivíduos nos períodos diurno e noturno em cada transecto e estação do ano. Esse mesmo teste foi aplicado para verificar diferenças nessas variáveis em cada grupo demográfico. Todos os testes foram feitos através do programa Bioestat 5.1.



RESULTADOS

Quando avaliada apenas o número de indivíduos, sem presença das variáveis tempo e espaço, todos os grupos demográficos foram mais representativos no período diurno (Figura 2a). O teste de Bartlett revelou que houve variação significativa ($\phi = 20.54$, $p < 0.002$) na abundância de todos os grupos demográficos durante os períodos de dia e noite quando a variável foi determinada pelas estações do ano. Em contrapartida, essa variação diferencial diuturna não ocorreu ao avaliar a abundância dos grupos demográficos por transecto ($\phi = 10.96$, $p = 0.09$). Nas profundidades de 5, 20 e 25m, AF, AM e JT foram abundantes de forma semelhante na variação diuturna.

Ao avaliar estações do ano e transectos, com a abundância total de indivíduos, verificou-se que durante o outono (Figura 2b), bem como nas profundidades de 5 e 20m (Figura 2c) não houve diferença significativa no predomínio de indivíduos capturados durante o dia e a noite. O tamanho dos indivíduos também não diferiu entre os períodos de captura (dia: 44.59 ± 11.76 ; noite: 44.31 ± 15.31).

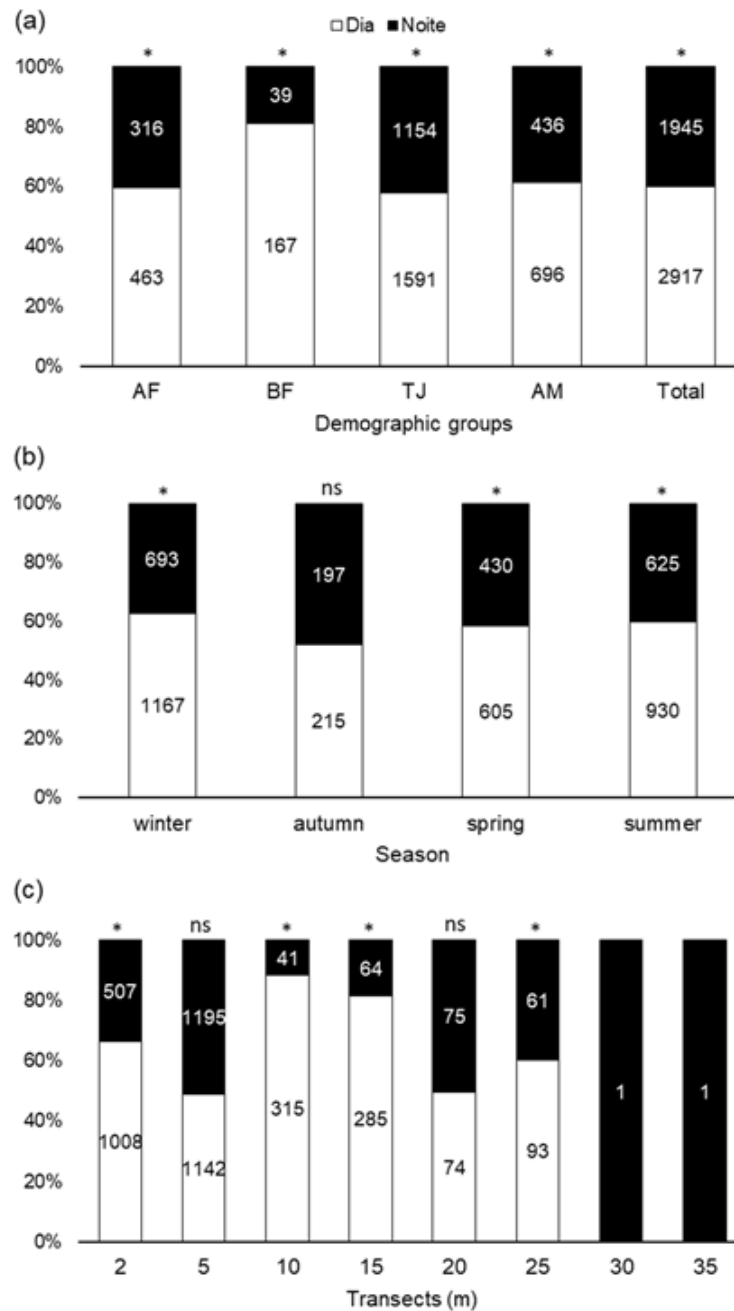


Figura 2. Proporção diuturna de *Callinectes ornatus* coletados na região de Ubatuba - SP. (a) Proporção por grupos demográficos; (b) Proporção por estação do ano; (c) Proporção por transecto. AF = fêmeas adultas; BF = fêmeas embrionadas; TJ = jovens totais; AM = machos adultos; ns = não significante; * = diferença significativa (X^2 , $p < 0.05$).



DISCUSSÃO

A maior abundância de *C. ornatus* ocorreu durante o dia, diferente do que foi encontrado em trabalho de Pescinelli *et al.* (2020) com o congênere *C. danae* que teve sua maior abundância no período noturno. Algumas espécies de caranguejos Portunidae permanecem enterrados durante o dia e intensificam seu forrageamento durante a noite e por isso são mais ativos nesse período (BELLWOOD, 2002). Reigada (2002) em trabalho com os ambas espécies observou que esses animais ficavam desenterrados nos períodos de baixa intensidade luminosa, também diferindo do encontrado neste estudo. Moura (2006) apontou dois ritmos de alimentação para *Callinectes*: um diurno das 4h00 às 9h00 e um noturno entre 21h00 e 22h00. Trabalho de Negreiros-Fransozo (1999) destaca-se que a alimentação de *C. ornatus* geralmente ocorre durante a noite, bem como do *C. danae*. Pinheiro *et al.* (1997) aponta *C. ornatus* como um Portunidae generalista, com alta tolerância, sendo que diversas espécies fazem parte de seu nicho como sobreposição, dentre elas *C. danae*. Sendo assim, esses congêneres podem coexistir, compartilhando habitat e alimentos, com isso, pode ocorrer estratégias para evitar a competição. Uma dessas estratégias pode estar associada a escolha diferente de período para estarem mais ativos e em forrageio, sem que ocorra disputa por alimento.

Nos 5, 20 e 25m de profundidade a abundância diária não variou com os períodos de dia e noite, demonstrando atividade igual nesses locais em ambos os períodos. O transecto de 5m de profundidade é a região de maior abundância geral de *C. ornatus*, demonstrando ser um local com as melhores condições bióticas e abióticas para que o animal se estabeleça. Outros trabalhos como o de Bertini & Fransozo (2004) apontam a opção de *C. ornatus* em permanecer em áreas de menor profundidade, incluindo os 5m, onde ocorrem as estimativas mais baixas de diversidade. Por ser predominante nos 5m de profundidade, *C. ornatus* pode ser encontrado abundantemente tanto no período diurno como no noturno, sem ter competitividade.

Em trabalho com o congênere *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896, Zimmer-Faust *et al.* (1996) verificaram que os animais possuem um comportamento mais ativo no período noturno, mas que pode mudar na presença de estímulo químico. Para Reigada (2002) a atividade de *C. ornatus* está relacionada com o alimento,



independente do período noturno e diurno. Esse fator pode estar associado a atividade alimentar, em que sempre que houver alimento disponível o animal estará ativo e por isso a grande abundância nos 5m de profundidade dia e noite. Quanto aos 20 e 25m de profundidade a abundância de *C. ornatus* foi baixa, o que pode explicar o resultado não significativo entre os períodos de dia e noite. Andrade *et al.* (2013) apontam essas profundidades como preferência apenas para os animais em período reprodutivo, justificando a baixa abundância e a não variação entre os períodos estudados.

Alguns camarões amplamente capturados pela pesca de arrasto, possuem o hábito noturno, entre eles destaca-se o camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (SIMÕES *et al.*, 2010) e o camarão branco, *Litopenaeus schmitti*, (Burkenroad, 1936) (SANTOS *et al.*, 2006). Com isso, a pesca de arrasto realizada de sol a sol, é mais efetiva no período da noite, o que pode estar levando o *C. ornatus* a ter maior atividade diurna, evitando a captura como fauna acompanhante pelos pescadores. Para Severino-Rodrigues *et al.* (2002) a parte rejeitada constitui-se em um problema operacional para o pescador e uma inútil mortalidade de organismos. Em avaliação de carcinofauna acompanhante na pesca do camarão sete-barbas (SEVERINO-RODRIGUES *et al.*, 2002) *C. ornatus* foi o Portunidae mais capturado pelos pescadores. Em razão disso, o mesmo autor considerou essa espécie como uma das com mais possíveis risco de desequilíbrio em consequência da captura acidental. O presente trabalho demonstra que o siri *C. ornatus* está mais ativo no período diurno, o que pode representar uma estratégia para evitar competição com outras espécies de hábito noturno e uma possível tática visando evitar a sua captura na pesca de arrasto.



REFERÊNCIAS

- ANDRADE, L.S.; BERTINI, G.; FRANSOZO, V.; TEIXEIRA, G.M.; BARROS-ALVOS, 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**, 44:77-36.
- ANDRADE, L.S.; FRANSOZO, V.; COBO, V.J.; CASTILHO, A.L.; BERTINI, G. & FRANSOZO, A. 2013. Ontogenetic distribution of *Callinectes ornatus* (Decapoda, Portunoidea) in southeastern Brazil. **Ciencias Marinas**, 39(4): 371-385.
- BARTLETT, M.S. 1937. Properties of sufficiency and statistical tests. Proceedings of the Royal Society of London. **Series A-Mathematical and Physical Sciences**, 160(901): 268-282.
- BELLWOOD, O. 2002. The occurrence, mechanics and significance of burying behavior in crabs (Crustacea: Brachyura). **Journal of Natural History**, 36: 1223–1238.
- 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.
- CIRILLO, M.A.; FERREIRA, D.F. & SAFÁDI, T. 2009. Avaliação de métodos de estimação intervalar para funções lineares binomiais via bootstrap infinito. **Ciência e Agrotecnologia**, 33(SPE): 1741-1746.
- HAEFNER JR, P.A. 1990. Morphometry and size at maturity of *Callinectes ornatus* Brachyura, Portunidae) in Bermuda. **Bulletin of Marine Science**, 46: 274-286.
- HINES, A.H, HADDON, A.M. & WIECHERT, L.A. 1990. Guild structure and foraging impact of blue crabs and epibenthic fish in a subestuary of Chesapeake Bay. **Marine Ecology Progress Series**, 67(2): 105-126.
- LOPES, M.; FRANSOZO, A.; CASTILHO, A.L. & COSTA, R.C.D. 2014. Diel Variation in Abundance and Size of the South American Red Shrimp *Pleoticus Muelleri* (Spence Bate, 1888) (Decapoda, Solenoceridae) in the Ubatuba Region, Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, 62(3): 225-234.



- MAHIQUES, M.M. 1995. Dinâmica sedimentar atual nas enseadas da região de Ubatuba, Estado de São Paulo. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, 43(2): 111-122.
- Melo, G.A.S. 2003. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil. **Edições Loyola**.
- MEYER-ROCHOW, V.B. 1994. Light-induced damage to photoreceptors of spiny lobsters and other crustaceans. **Crustaceana**, 67: 95-109.
- MOREIRA, L.C. & ODINETZ COLLART, O. 1993. Migração vertical nictemeral das larvas de *Macrobrachium amazonicum* num lago de várzea na Amazônia Central, Ilha do Careiro, Brasil. **Amazoniana: Limnologia et Oecologia Regionalis Systematis Fluminis Amazonas**, 12(3/4): 385-398.
- MOURA, N.F.O.D. 2006. Importância do prado de capim marinho (*Halodule wrightii* Aschers) na composição da fauna de Crustacea Brachyura e na dinâmica trófica das espécies de *Callinectes* (Crustacea, Portunidae) na ilha de Itamaracá-Pernambuco-Brasil.
- 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 Zoológica**, 79: 13-25.
- NEGREIROS-FRANSOZO, M.L.; MANTELATTO, F.L. & FRANSOZO, A. 1999. Population biology of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) from Ubatuba (SP), Brazil. **Scientia Marina**, 157-163.
- PESCINELLI, R.A.; KOURY, H.A.; BOCHINI, G.L.; LOPES, M. & COSTA, R.C. 2020. Do the day/night periods and tidal cycles modulate the abundance and distribution of *Callinectes danae* Smith, 1869 (Brachyura, Portunidae) in an estuary-bay complex from southeastern Brazil?. **Nauplius**, 28.
- PESCINELLI, R.A.; KOURY, H.A.; BOCHINI, G.L.; LOPES, M. & COSTA, R.C. 2020. Do the day/night periods and tidal cycles modulate the abundance and distribution of *Callinectes danae* Smith, 1869 (Brachyura, Portunidae) in an estuary-bay complex from southeastern Brazil? **Nauplius**, 28.



- 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. & 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**, 371-378.
- REIGADA, A.L.D. 2002. Diel activity rhythm in *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 and *Callinectes danae* Smith, 1869 (Brachyura, Portunidae) under laboratory conditions. In: **Modern Approaches to the Study of Crustacea**. Springer, Boston, MA, 15-19.
- RIBOLDI, J.; BARBIAN, M.H.; KOLOWSKI, A.; SELAU, L.P.R. & TORMAN, V. 2014. Precisão e poder de testes de homocedasticidade paramétricos e não-paramétricos avaliados por simulação. **Revista Brasileira de Biomedicina**, 32(3): 334-344.
- SANTOS, M.D.C.F.; PEREIRA, J.A. & IVO, C.T.C. 2006. A pesca do camarão branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936)(Crustacea, Decapoda, Penaeidae) no nordeste do Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPENE**, 14: 33-58.
- SANTOS, W. 2013. **Dinâmica populacional do siri azul *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda: Portunidae) na enseada de balneário Camboriú, SC, Brasil**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Rio Grande.
- SEVERINO-RODRIGUES, E.; GUERRA, D. & GRAÇA-LOPES, R. 2018. Carcinofauna acompanhante da pesca dirigida ao camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) desembarcada na praia do Perequê, Estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 28(1): 33-48.
- SEVERINO-RODRIGUES, E.; GUERRA, D.S.F.; GRAÇA-LOPES, R. 2002. Carcinofauna acompanhante da pesca dirigida ao camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) desembarcada na Praia do Perequê, estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 28(1): 33-48.



- SEVERINO-RODRIGUES, E.; PITA, JB. & da GRAÇA-LOPES, R. 2018. 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.
- SIMÕES, S.M.; COSTA, R.C.; FRANSOZO, A. & CASTILHO, A. L. 2010. Diel variation in abundance and size of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea, Penaeoidea) in the Ubatuba region, Southeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 82(2): 369-378.
- SOKOLOWICZ, C.C.; AYRES-PERES, L. & SANTOS, S. 2007. Atividade nictimeral e tempo de digestão de *Aegla longirostri* (Crustacea, Decapoda, Anomura). Iheringia. **Série Zoologia**, 97(3): 235-238.
- SOUZA, J.A.F.D. 1998. Agrupamentos de Brachyura relacionados com período nictemeral, sazonalidade, profundidade, temperatura e salinidade (31° 30'S-30° 00'S, Rio Grande do Sul, Brasil). **Nauplius**.
- ZIMMER-FAUST, R.K.; O' NEILL, B. & SCHAR, D.W. 1996. The relationship between predador activity state and sensitivity to prey odor. **Biological Bulletin** 190(1): 82-87.



Capítulo 3

*Avaliação populacional *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 no litoral do sudeste brasileiro em um período de 10 anos*



RESUMO

Callinectes ornatus Ordway, 1863 é uma das espécies mais capturadas da pesca artesanal em estuários e baías, dando origem para a produção pesqueira. Cada fase de desenvolvimento morfológico desse grupo tem um tipo de potencial de mercado, podendo ser consumidos em intermuda ou pós muda. No entanto, *C. ornatus* acabam sendo descartados, integrando parte do rejeito da pescaria de arrasto, perdendo grande potencial econômico, como no caso do “siri mole” (em fase de muda), que pode atingir preços elevados no mercado da gastronomia. O presente trabalho avaliou uma populacional de *C. ornatus* na região de Ubatuba, comparando coletas com 10 anos de diferença, com finalidade de identificar modificações populacionais, bem como os estágios de mudas em que os espécimes são capturados. Os caranguejos foram coletados mensalmente, ao longo de 12 meses em dois períodos com intervalo de 10 anos. Foi utilizado um barco camaroeiro equipado com redes de arrasto “double-rig” nas profundidades de 5, 10 e 15m. Ao comparar a abundância total dos anos no período de cada estações, foi possível observar que ocorreram modificações, onde em 2000 a estação com maior número de espécimes capturados foi no verão e em 2010 no outono. A menor abundância ocorreu no outono de 2000 e no inverno de 2010. Em 2010 as fêmeas embrionadas foram mais abundantes no verão e em 2010, foram registrados dois picos reprodutivos (verão e outono). Em ambos os anos de coleta, ocorreu pico reprodutivo no verão, período esse que a pesca dos camarões está com grande demanda devido ao período turístico. Como *C. ornatus* é um dos siris com ampla captura na pesca não seletiva, este animal pode não estar conseguindo ter um período reprodutivo eficiente e por isso esteja se reproduzindo também no outono em 2010, na tentativa de manter a abundância da espécie. Esse fato demonstra um indicativo de plasticidade reprodutiva na tentativa de manter uma reprodução eficiente e conservar o estabelecimento da espécie.

PALAVRAS-CHAVE: Efeito Antrópico, Equilíbrio populacional, Estratégia reprodutiva, Economia pesqueira, Pesca não seletiva.



INTRODUÇÃO

Crustacea apresenta um sucesso notável, devido ao grande número de espécies existentes e a diversidade de habitats que ocupam (FURLAN, 2010), podendo ser encontrados em todas as profundidades de regiões de água salobra, marinha e dulcícolas (NG *et al.*, 2008; MELO, 1985). A seleção de habitat para caranguejos depende dos requisitos fisiológicos particulares de cada estágio de seu ciclo de vida (GUILLORY *et al.*, 2001). Outro fator importante é que as comunidades bentônicas são afetadas por diversos fatores bióticos e abióticos como alimento, sedimento, padrões de marés e interações entre espécies (LENIHAN & MICHELI, 2001; BERTINI *et al.*, 2004).

A família Portunidae, descrita dentro da infraordem Brachyura, é considerada de grande importância ecológica (BRANCO *et al.*, 2002; LIPCIUS E STOCKHAUSEN, 2002). Os siris, animais que representam essa família, são usualmente encontrados em habitats costeiros e estuarinos de regiões tropicais, subtropicais e temperadas (WILLIAMS, 1984; MELO 1996). Seus representantes são vistos como indicadores biológicos de massas de águas contribuindo para determinar regiões biogeográficas marinhas (TAISSOUN, 1973; SASTRE *et al.*, 1999; SKAGGS E HENRY, 2002; ANDRADE *et al.*, 2011). Os siris são encontrados com abundância na fauna bentônica da região costeira de muitos países (VAN ENGEL, 1958). São animais que atuam como predadores no ecossistema estuarino e marinho, além de servirem como alimento para outros organismos aquáticos, como aves marinhas e peixes (HAEFNER, 1990; MANTELATTO E FRANSOZO, 1997).

Callinectes ornatus Ordway, 1863 é uma das espécies mais capturadas da pesca artesanal em estuários e baías, dando origem para a produção pesqueira (ROMAN-CONTRERAS, 1986). No litoral brasileiro, comunidades de pescadores artesanais de diversos estados sobrevivem dessa atividade (PEREIRA *et al.*, 2009) demonstrando que *C. ornatus* possui grande valor comercial (MELO, 1996) e pode ser capturado para fins alimentícios e comerciais. Algumas pequenas comunidades ao longo da costa brasileira realizam pesca artesanal direcionada a captura do siri azul (SEVERINO-RODRIGUES *et al.*, 2018). No entanto, nas pescas de arrasto dirigida aos camarões, esses siris podem ser capturados acidentalmente como fauna acompanhante nos desembarques. Para Alverson *et al.* (1994) esse é o tipo de pesca



responsável pela maior captura de fauna acompanhante, possivelmente pelo tamanho reduzido da malha. Estudos realizados na Baía de Guanabara (RJ) por Keunecke *et al.* (2008) e Moreira *et al.* (2011), apontaram que o siri *C. ornatus* foi uma das espécies mais capturadas na pesca do camarão-rosa, *Farfantepenaeus burukovscky*. No litoral de São Paulo, a mesma espécie foi predominante na fauna acompanhante da pesca do camarão sete barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (SEVERINO-RODRIGUES *et al.*, 2002).

Como a maioria dos artrópodes, os siris possuem um exoesqueleto que, quando rígido, impossibilita seu crescimento, exigindo a realização de trocas periódicas, em processo conhecido como "ciclo da muda" (HUNGRIA, 2017). Cada fase de desenvolvimento morfológico desse grupo tem um tipo de potencial de mercado, podendo ser consumidos em intermuda ou pós muda (GARCÍA-MADRIGAL, 2015). No entanto, *C. ornatus* acaba sendo descartado, integrando parte do rejeito da pescaria de arrasto (BAPTISTA, 2003), perdendo grande potencial econômico, como no caso do "siri mole" (em fase de muda), que pode atingir preços elevados no mercado da gastronomia (GARCÍA-MADRIGAL, 2015). A exploração comercial de siris e caranguejos é um importante fator na economia de países americanos, europeus e japoneses que produzem e consomem estes organismos (BRANCO, 2004). O objetivo do presente trabalho é avaliar a população de *C. ornatus* na Baía de Ubatuba em um período de 10 anos, afim de testar a hipótese de que essa espécie possa estar sofrendo redução significativa em sua população em decorrência das atividades turísticas e pesqueiras na região. Ademais, fornecer dados sobre o estágio de muda dos indivíduos capturados, fornecendo informações para uma possível estratégia econômica para utilização dos indivíduos que normalmente são descartados.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A desembocadura de Ubatuba está voltada para o leste (23°26'75"S; 44°59'00"W – Figura 1) e a cidade possui orla extensa, com crescente urbanização, principalmente próximo do centro comercial. Ubatuba conta ainda com a maior parte



de território de Mata Atlântica presente no estado de São Paulo. (MALAQUIAS DA SILVA, 2000).

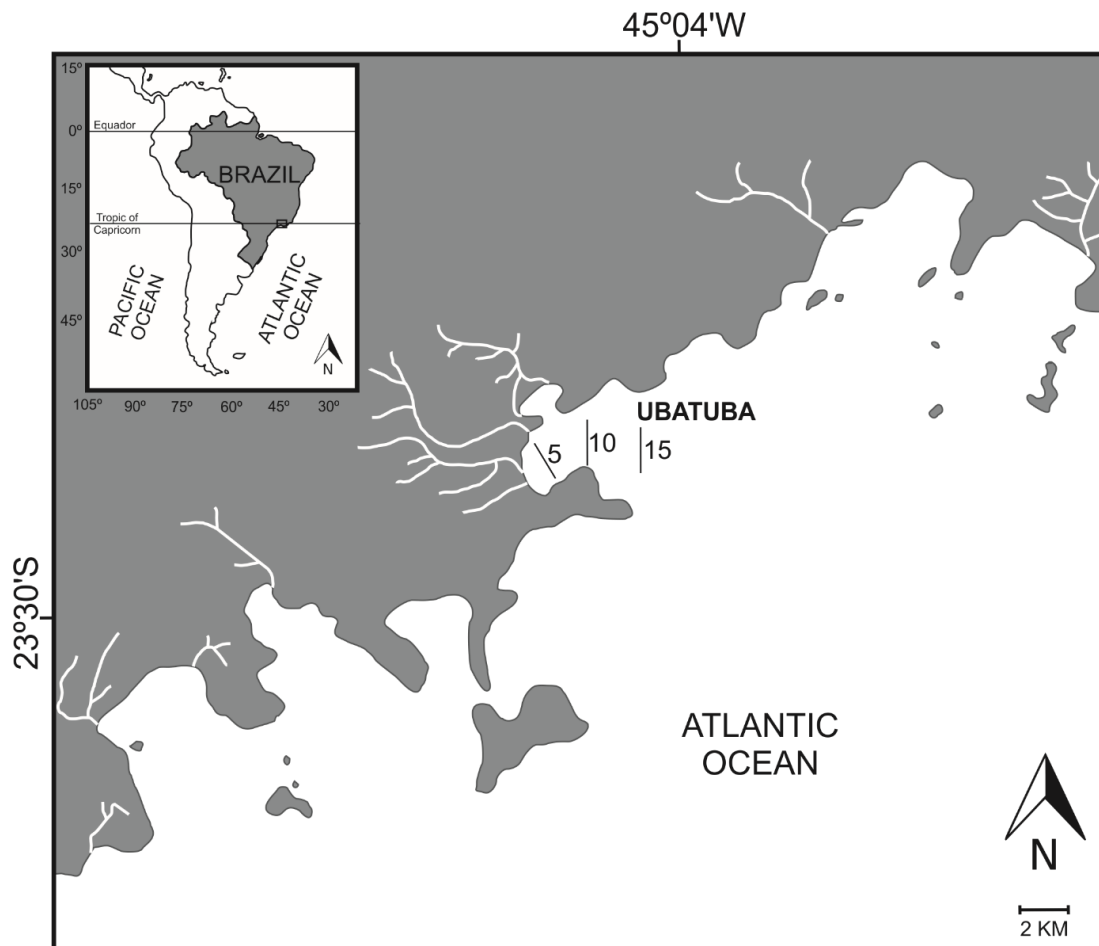


Figura 1. Mapa do litoral de Ubatuba, norte do Estado de São Paulo, mostrando a localização dos transectos nas regiões amostradas.

Coleta de dados

Os caranguejos foram coletados mensalmente, durante 12 meses em dois períodos com intervalo de 10 anos, sendo a primeira coleta de janeiro a dezembro de 2000 e a segunda de julho 2010 a junho de 2011. Foi utilizado um barco camaroeiro equipado com redes de arrasto “double rig”. Cada rede possuía duas portas de madeira de aproximadamente 22kg cada, para forçar a abertura da mesma após ser lançada ao mar. A rede tem o comprimento de 11 metros e sua boca de 4,5m, com o diâmetro da malha do corpo 25mm e diâmetro da malha 18mm.



Cada transecto foi arrastado um período de 30 minutos, nas profundidades de 5, 10 e 15m, sendo que cada ponto teve suas coordenadas de latitude e longitude registradas com o auxílio de um GPS (Global Positioning System). Um ecobatímetro foi utilizado para determinação da profundidade.

Material biológico

Os animais foram triados e colocados em sacos plásticos devidamente etiquetados e acondicionados em caixas térmicas com gelo picado. Posteriormente, transportados para o laboratório em Ubatuba e mantidos resfriados até o momento do manuseio. No Laboratório, os siris foram identificados conforme Melo (1996) e tiveram a largura da carapaça (CL) medido com paquímetro de precisão de 0.01mm. A sexagem e maturidade (jovens e adultos) foram diferenciados pelo formato e aderência do abdômen aos esternitos torácicos, sendo triangular e selado nos indivíduos jovens e não selados de adultos (em forma de T nos machos e semicircular nas fêmeas). Os siris foram avaliados de acordo com a rigidez de seu exoesqueleto, sendo considerados em quatro classificações: A – siri que realizou muda recentemente e possui exoesqueleto hidratado e não calcificado; B – exoesqueleto em processo de calcificação (shell paper); C – intermuda, o animal se encontra com o exoesqueleto bastante rígido e calcificado; e, pré-muda onde o animal está iniciando a liberação do exoesqueleto.

Análise estatística

O Teste de Lilliefors é uma prova não-paramétrica de aderência que compara o grau de concordância entre a distribuição acumulada de um conjunto de valores de uma amostra com a distribuição teórica acumulada esperada. Ele foi utilizado para testar a normalidade dos dados de abundância temporal dos grupos demográficos nos períodos de dia e noite. Devido à detecção de não normalidade, os dados foram logaritimizados ($\log x+1$) e o teste foi rodado novamente, detectando então a normalidade ($p>0.05$, ns).

O Teste de Bartlett (1937) é uma análise multivariada que tem por objetivo de melhorar a aproximação à distribuição qui-quadrado. Dessa forma ele compara três



ou mais amostras (utilizamos os grupos demográficos), e n variáveis (períodos 2000 e 2010/abundância por estações do ano) obtendo-se um “coeficiente de máxima-verossimilhança” simbolizado por ϕ (phi), cuja significância estatística é calculada pelo Qui-quadrado. Segundo Riboldi *et al.* (2014) e Cirilo *et al.* (2009), tal teste destaca-se pela performance quando a distribuição subjacente é normal, sendo nos casos de variâncias homogêneas um teste exato, preciso, aderindo à distribuição uniforme; e com alto poder, identificando eficientemente os casos com variâncias heterogêneas. Dessa forma, o teste de Bartlett foi utilizado com a finalidade de (1) comparar as abundâncias por grupo demográfico no decorrer dos dois períodos do ano e (2) comparar as abundâncias por grupo demográfico por estação dos anos.

Um teste de qui-quadrado foi utilizado para comparar a abundância total de indivíduos no primeiro e segundo período em cada transecto e estação do ano. Esse mesmo teste foi aplicado para verificar diferenças nessas variáveis em cada grupo demográfico. Todos os testes foram rodados no Bioestat 5.1.

A variação do estágio de muda por grupo demográfico, em cada transecto, foi testada pelo procedimento de permutação com múltiplas respostas (MRPP), utilizando a distância Euclidiana como medida de dissimilaridade para os grupos demográficos (McCune & Mefford 2011).

RESULTADOS

Um total de 3277 indivíduos foram coletados, sendo 1742 no primeiro ano de coleta e 1535 no período posterior ao intervalo de 10 anos. No ano 2000 foram coletadas 846 fêmeas (destas 126 embrionadas) e 896 machos. Em 2010 esse número foi de 623 fêmeas (162 embrionadas) e 912 machos.

Notou-se que em 2000 todos os grupos demográficos tinham um pico de abundância maior no verão. Já em 2010 os grupos passaram a se distribuir melhor ao longo do ano, apresentando picos de abundância no verão e no outono (Figura 2).

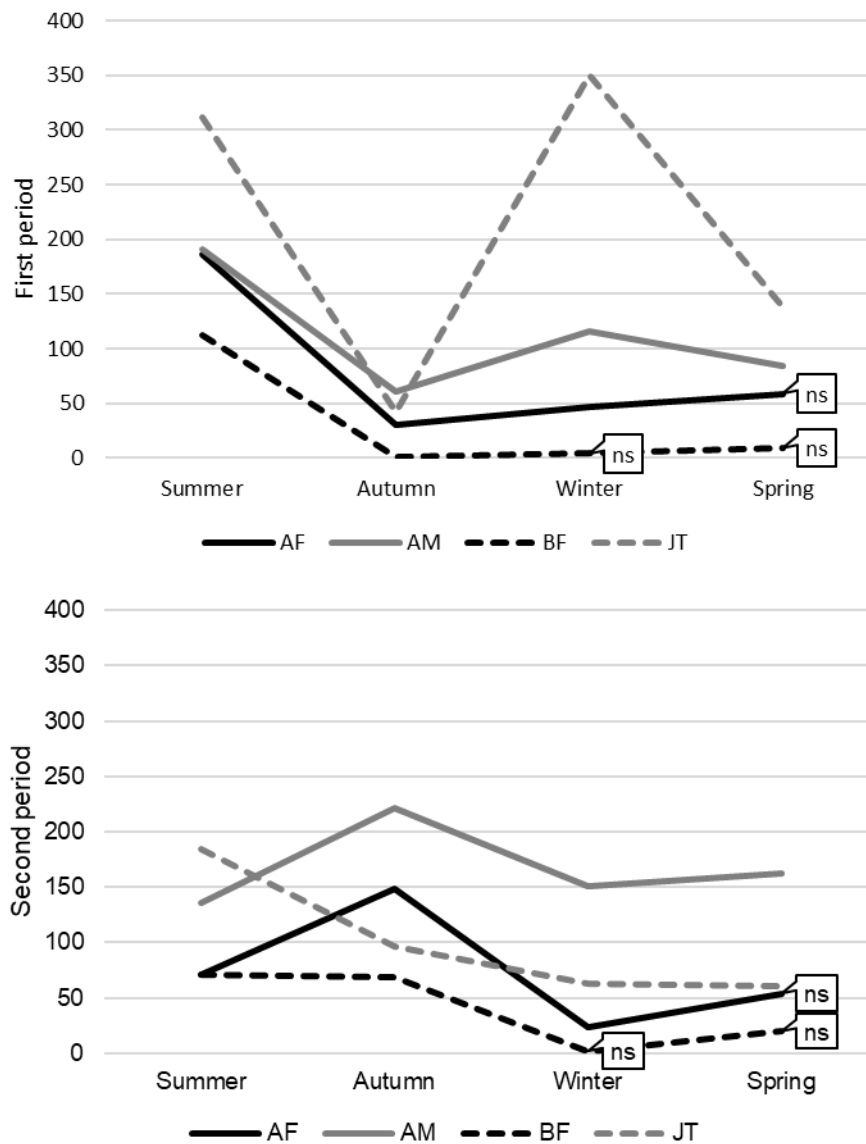


Figura 2. Abundância dos grupos demográficos de *Callinectes ornatus* no primeiro e segundo períodos de coleta, após 10 anos. AF = fêmeas adultas; AM - machos adultos; BF - fêmeas embrionadas; JT - juvenis; ns - não significante.

Ao observar as fêmeas embrionadas, em 2000 foram coletas 126 espécimes e ocorreu apenas um pico de captura, sendo no verão, já em 2010 coletou-se de 162 fêmeas embrionadas, e obteve-se dois picos reprodutivos, no verão e no outono (Figura 3).

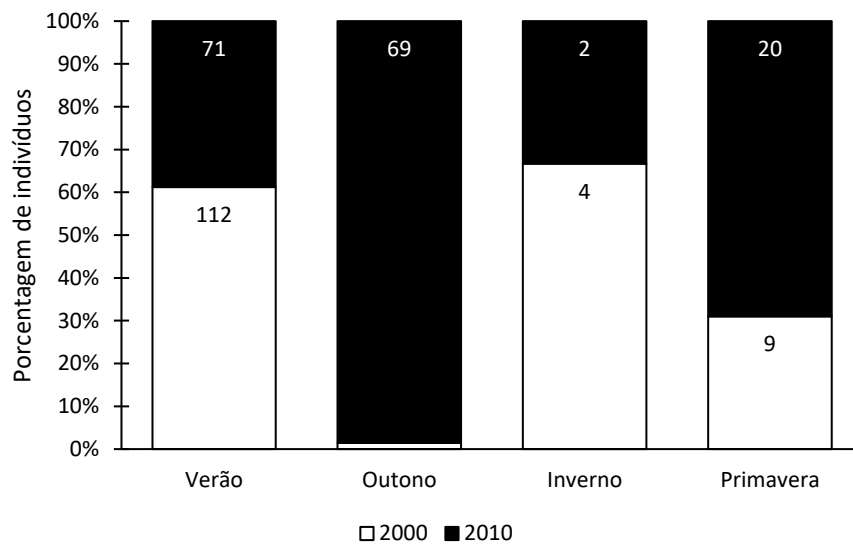


Figura 3. Abundância de fêmeas embrionadas de *Callinectes ornatus* nas estações dos anos 2000 e 2010 coletadas na região de Ubatuba - SP.

Ao comparar a abundância total dos grupos demográficos, verificou-se que não houve diferença significativa entre os períodos 1 e 2, que perfazem 10 anos de diferença. A Anova fatorial apontou apenas diferenças nas abundâncias dos grupos demográficos, sem nenhum tipo de relação com os períodos estudados (Figura 4).

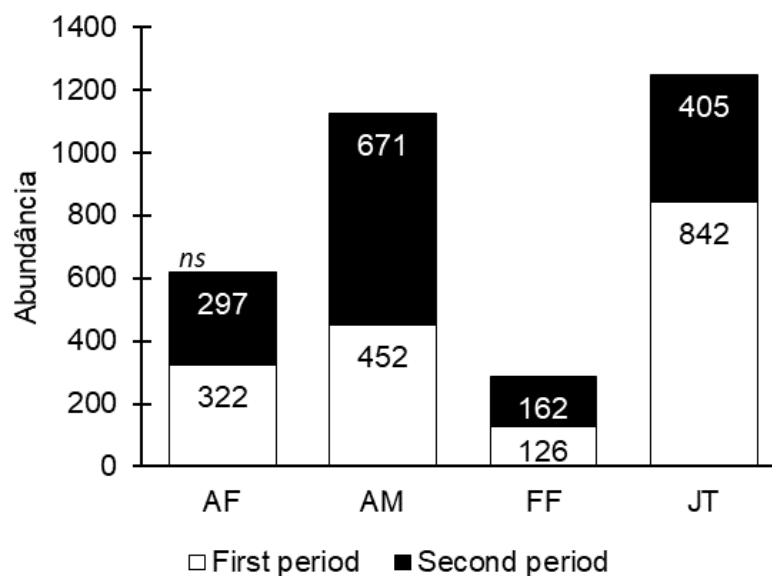


Figura 4. Abundância dos grupos demográficos de *Callinectes ornatus* no primeiro e segundo períodos de coleta, após 10 anos. AF = adult females; AM - adult males; BF - breeding females; JT - juveniles; ns - not significant.



O Teste de Bartlett atestou que após um período de 10 anos houve modificação na distribuição espacial de machos adultos e jovens totais. Apesar das variações na abundância, tal variação distribucional não foi significativa para as fêmeas adultas e fêmeas embrionadas (Figura 5).

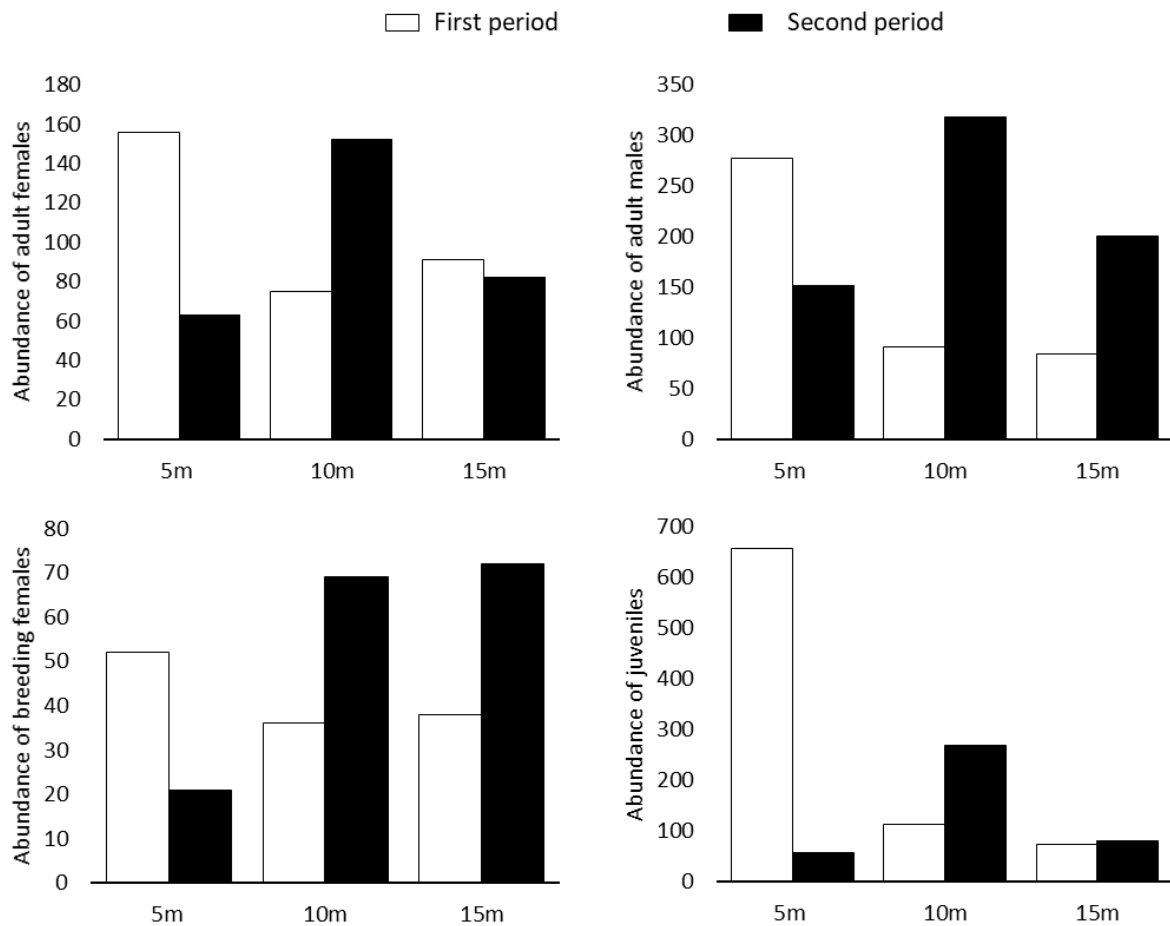


Figura 5. Abundância dos grupos demográficos de *Callinectes ornatus* em três diferentes profundidades, após 10 anos.



A condição do exoesqueleto por grupo demográfico em cada profundidade foi testada por Procedimento de Permutação Multi-Resposta (MRPP), o qual apontou distribuição desigual ($A=0.13$, $p<0.001$) dos estágios de acordo com os grupos demográficos em cada transecto de profundidade. Ao distribuir os grupos demográficos em abundância de indivíduos em estágios de muda (MAS, MSB, MSC e MSD) por transecto, foi possível observar que a maior parte dos machos MSC estão distribuídos nos transectos em que as fêmeas estão MSB, (Figure 6). Todos os grupos demográficos parecem concluir o processo de muda em profundidade de 2- 5m.

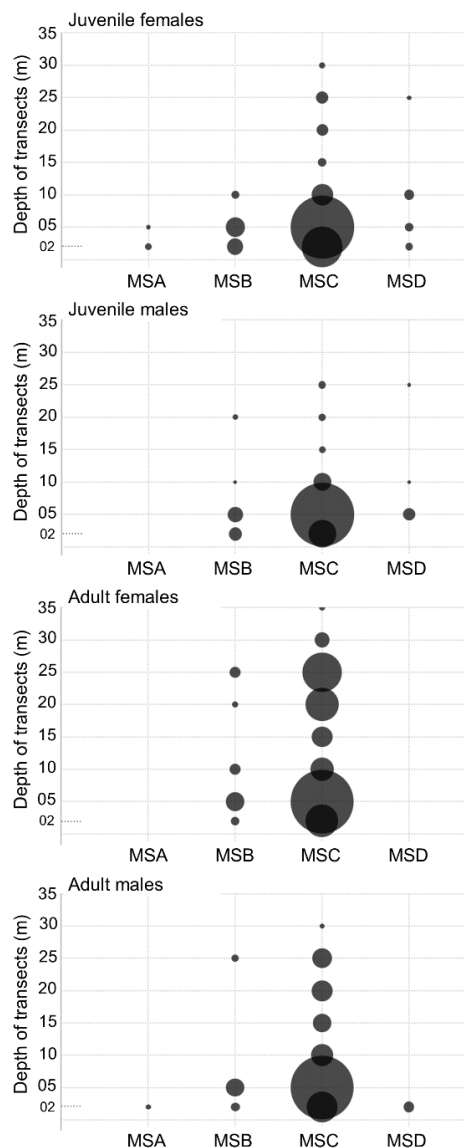


Figura 6. Distribuição de grupos demográficos de *C. ornatus* em abundância de indivíduos em estágios de muda (MAS – realizou muda recentemente, MSB – início de calcificação da carapaça, MSC - intermuda e MSD – pré-muda).



DISCUSSÃO

Apesar da redução sutil e pouco significativa no número total de abundância no decorrer dos 10 anos, ocorreu uma modificação nos picos de reprodução de *C. ornatus*, o que pode estar demonstrando uma estratégia para manter a população no local. Em 2010 as fêmeas embrionadas foram mais abundantes no verão, período apontando por Gomes (2011) como pico reprodutivo de *C. ornatus* na Enseada de Fortaleza em Ubatuba. Esse período reprodutivo curto está associado a limitações por fatores ambientais, mas é eficiente e rápido, demonstrado pela abundância dessa espécie (NEGREIROS-FRANSOZO & FRANSOZO, 1995). No verão ocorre a incidência da ACAS (Água Central do Atlântico Sul), e nesse período o predomínio de *C. ornatus* foi observado nas áreas mais internas (PIRES, 1992; BERTINI *et al.*, 2004). Essa corrente traz consigo grande quantidade de matéria orgânica, o que pode propiciar nutrientes para prole neste mesmo período de verão. Negreiros-Fransozo *et al.* (1999) também salienta que o período de liberação larval pode estar associado a estratégia para reduzir competição e aproveitar as melhores condições de desenvolvimento. No entanto, em 2010, foram registrados dois picos reprodutivos, sendo um no verão e outro no outono. A necessidade de mais de um pico reprodutivo pode estar relacionado com a dificuldade em manter a abundância da espécie na região. Esse fato também pode estar associado com pico relacionado com a desova de fêmeas recentemente maduras e pico de fêmeas com desova após a muda final (MANTELATTO, 1995).

Em ambos os anos de coleta, ocorreu pico reprodutivo no verão, período esse que a pesca dos camarões *Farfantepenaeus paulensis* (Perez-Farfante, 1967), *F. brasiliensis* (Latreille, 1970) e *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936), estão com grande demanda devido ao período turístico aumentado. O período de defeso marinho desses animais vai de 01 de março até 31 de maio (IBAMA, n. 189/2008). Segundo pescadores, o *C. ornatus* é um dos animais mais coletados e descartados como fauna acompanhante dos arrastos que visam coletar camarões. De acordo com Graça Lopes *et al.* (2002) a frota camaroeira atua sobre a diversidade faunística e pode desestabilizar ecossistemas. Gomes (2011) aponta *C. ornatus* uma das espécies que pode ser seriamente impactada por técnicas não seletivas e pouco especializadas. Possivelmente por não conseguir ter um período reprodutivo eficiente, em razão da



pesca e alta captura, esse siri esteja se reproduzindo também no outono de 2010, na tentativa de manter a abundância da espécie.

Destaca-se que no comércio alimentício os siri-mole possuem grande valor de mercado, sendo coletados no processo de pré-muda e aguardado até que ele realize a muda, ficando com o exoesqueleto totalmente mole e facilitando o seu consumo (HUNGRIA, 2017). No entanto, no Brasil não ocorre a captura intencional do siri-mole, sendo *C. ornatus* uma espécie considerada rejeito da pesca de arrasto, descartada pelos pescadores. Como ocorre a captura acidental desses animais no arrasto, esses espécimes poderiam estar sendo utilizados para fornecer renda extra aos pescadores. Foi possível observar que *C. ornatus* finaliza o seu período de muda entre 2 e 5m de profundidade. Neste período pós-muda, o animal encontra-se com o exoesqueleto ainda mole e torna-se vulnerável. Bertini *et al.* (2004) aponta que nessas regiões mais rasas, ocorrem menor quantidade de espécies. Desta forma, *C. ornatus* ficará menos suscetível a predadores no período em que estão com exoesqueleto mole e em fase de calcificação, demonstrando também uma estratégia de sobrevivência da espécie.

Ao analisar as condições de exoesqueleto por grupo demográfico, obteve-se diferença na distribuição de cada profundidade avaliada. Os machos em fase de pré-muda (MSC) estão distribuídos nas mesmas profundidades em que as fêmeas em fase de calcificação do exoesqueleto (MSB). Segundo Tagatz (1968) os machos de brachyura carregam as fêmeas durante o período reprodutivo em que ela está em pré-muda para copular no momento em que ela realiza a ecdise. Possivelmente essa abundância de machos em pré-muda, junto as fêmeas em processo de início de calcificação, pode demonstrar buscar de parceira para reprodução, atividade de cópula e pós cópula dessa espécie. Hungria (2017) apontou o fato de o acasalamento só ocorrer quando a fêmea está com exoesqueleto mole, sem calcificação (HUNGRIA, 2017). Em algumas espécies de *Callinectes*, após a cópula, no período pós-muda, o macho cuida e protege a fêmea, tendo em vista que o animal encontra-se com o exoesqueleto ainda mole e torna-se vulnerável (VIRGA, 2006). Outro possível motivo para a permanência do macho, é a tentativa de enviar a cópula da fêmea com outro espécime.

Trabalhos com *C. ornatus* de Mantelatto *et al.* (1997) e Negreiros-Fransozo *et al.* (1995) sugerem que a espécie tenha uma reprodução contínua, e nos resultados,



fêmeas embrionadas foram encontradas em todas as estações, mesmo que em pequenas quantidades. Para Wenner *et al.* (1974), a abundância de fêmeas embrionadas pode variar com a estação, devido a mudanças na temperatura, disponibilidade de alimentos e outros fatores. Entretanto, Negreiros-Fransozo *et al.* (1999) apontam que em regiões tropicais e subtropicais as mudanças de temperatura não são tão intensas, tornando possível os processos fisiológicos e reprodução contínua. Além disso, Portunidae geralmente produz maior número de ovos, em comparação com outros caranguejos, devido à perda parcial de ovos e fertilização incompleta (PARSONS & TUCKER, 1986). Esse fato é um indicativo de plasticidade reprodutiva, como possível tentativa de manter uma reprodução eficiente e conservar a abundância das espécies.



REFERÊNCIAS

- ALVERSON, D.L.; FREEBERG, M.H.; MURAWSKI, S.A. & POPE, J.G. 1994. A global assessment of fisheries bycatch and discards. **Food & Agriculture Org**, (339).
- 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.
- 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.
- 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. & FRACASSO, H.A.A. 2004. Biologia populacional de *Callinectes ornatus* (Ordway) na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21(1): 91-96.
- 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.
- CIRILLO, M.A.; FERREIRA, D.F. & SAFÁDI, T. 2009. Avaliação de métodos de estimação intervalar para funções lineares binomiais via bootstrap infinito. **Ciência e Agrotecnologia**, 33(SPE): 1741-1746.
- FURLAN, M. 2010. **Crustáceos Decápodos do substrato não consolidado da Região de Ubatuba (SP): composição, abundancia e distribuição ecológica**. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu.



- GOMES, R.D.R. 2011. **Distribuição espaço-temporal, estrutura populacional e biologia reprodutiva de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 na enseada da Fortaleza, Ubatuba (SP), Brasil.** Dissertação de mestrado – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu.
- GRAÇA LOPES, R.; TOMÁS, A.R.G.; TUTUI, S.L.S.; SEVERINO RODRIGUES, E. & PUZZI, A. 2002 Fauna acompanhante da pesca camaroneira no litoral do estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 28(2): 173 – 188.
- GUILLORY, V. & PREJEAN, P.A.U.L. 2001. Red drum predation on blue crabs. In Proceedings of the Blue Crab Mortality Symposium, Gulf States **Marine Fisheries Commission, Ocean Springs**, Mississippi. Foodweb—References (93-104pp).
- 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.
- HUNGRIA, D.B. 2017. **Estudos voltados ao aumento da eficiência no processo produtivo de siri-mole.** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Paraná.
- KEUNECKE, K.; D'INCAO, F.; MOREIRA, F.N.; SILVA, D.R.; VERANI, J.R. 2008. Idade e crescimento de *Callinectes danae* e *C. ornatus* (Crustacea, Decapoda) na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia, Séries Zoologia** 98, (2): 231-235.
- LENIHAN, H.S. & MICHELI, F. 2001. Soft-sediment communities. **Marine community ecology**, 253-287.
- 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.
- MALAQUIAS da SILVA, V.L.F. 2000. Introdução: Geografia e Meio Ambiente. IN: CAMPOS, J.F. (org). Santo Antônio de Caraguatatuba. Memória e tradições de um povo. Caraguatatuba. Prefeitura Municipal de Caraguatatuba. **Fundação Educacional e Cultural de Caraguatatuba**, 16-24.



- 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. 1995. **Biologia reprodutiva de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) na região de Ubatuba (SP), Brasil.** Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu.
- MCCUNE, B. & MEFFORD, M.J. 2011. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6.0. **MjM Software Design**, Gleneden Beach, Oregon, USA
- MELO, G.A.S. 1996 **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siri) do litoral brasileiro.** Editora Plêiade/Fapesp, São Paulo. 604p.
- MOREIRA, F.N.; VIANNA, M.; LAVRADO, H.P.; SILVA-JUNIOR, D.R.; KEUNECKE, K.A. 2011. Survival and Physical damage in swimming crabs (Brachyura, Portunidae) discarded from trawling fisheries in estuarine ecosystem in southeastern Brazil. **Crustaceana**, 84 (11): 1295-1306.
- NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. & A. FRANSOZO, 1995. On the distribution of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 and *Callinectes danae* Smith, 1869 (Brachyura, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba (SP), Brazil. **Iheringia, série Zoologia**. 79: 13-25.
- NEGREIROS-FRANSOZO, M.L.; MANTELATTO, F.L. & FRANSOZO, A. 1999. Population biology of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) from Ubatuba (SP), Brazil. **Scientia Marina**, 157-163.
- NG, P.K.L.; GUINOT, D. & DAVIE, P.J.F. 2008. Systema Brachyurorum: part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. **Raffles Bull. Zool.** 17:1-286.
- PARSONS, D.G. & TUCKER, G.E. 1986. Fecundity of northern shrimp, *Pandalus borealis*, (Crustacea, Decapoda) in areas of the Northwest Atlantic. **Fishery Bulletin**, 84(3), 549-558.



- PEREIRA, M.J.; BRANCO, J.O.; CHRISTOFFERSEN, M.L.; FREITAS, F.JR.; FRACASSO, H.A.A.; PINHEIRO, T.C. 2009. Population biology of *Callinectes danae* and *Callinectes sapidus* (Crustacea: Brachyura: Portunidae) in the southwestern Atlantic. **Journal of Marine Biological Association of United Kingdom**, 90 (1): 1-11.
- PIRES, A.M.S. 1992. Structure and dynamics of benthic megafauna on the continental shelf offshore of Ubatuba, Southeastern Brazil. **Marine Ecology Progress**. 86: 63-76.
- 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.
- RIBOLDI, J.; BARBIAN, M.H.; KOLOWSKI, A.; SELAU, L.P.R. & TORMAN, V. 2014. Precisão e poder de testes de homocedasticidade paramétricos e não-paramétricos avaliados por simulação. **Revista Brasileira de Biomedicina**, 32(3), 334-344.
- 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.
- SEVERINO-RODRIGUES, E.; GUERRA, D.S.F.; GRAÇA-LOPES, R. 2002. Carcinofauna acompanhante da pesca dirigida ao camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) desembarcada na Praia do Perequê, estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 28(1): 33-48.
- 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.
- 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.



- TAISSOUN, E. 1973. Los cangrejos de la familia "Portunidae"(Crustáceos Decápodos Brachyura) en el Occidente de Venezuela. **Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas**, (8).
- 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.
- VIRGA, R.H.P. 2006. **Análise quantitativa de metais pesados (Cd, Cr, Cu, Pb e Zn) em siris-azuis do gênero Callinectes sp (Crustacea, Portunidae), provenientes do Rio Cubatão, Cubatão, São Paulo, Brasil**. Dissertação de Mestrado – Universidade Católica de Santos.
- 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(9):1095-1106.
- WILLIAMS, A.B. 1984. **Shrimps, lobsters, and crabs of the Atlantic Coast of the eastern United States, Maine to Florida**. Washington: Smithsonian Institution Press. 550p.



Considerações finais



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho resultou em contribuições sobre possíveis estratégias de uma população de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 e os impactos que essa população sofreu em um período de 10 anos no litoral de São Paulo.

Ao realizar análise batimétrica, foi possível observar o predomínio de *C. ornatus* nas regiões mais rasas, com preferência pelos 5m de profundidade, possivelmente na tentativa de evitar competição. Notou-se que diferente do descrito por outros autores, as fêmeas embrionadas da espécie estavam mais presentes também em pequenas profundidades ao invés de migrar para as mais profundas tentando uma maior dispersão larval. Nessa região obtivemos dados de menor salinidade e alta concentração de matéria orgânica. Essa plasticidade reprodutiva pode estar associada com competição em maiores profundidades e com a alta captura de *C. ornatus* como fauna acompanhante em arrastos camaroeiros.

Em comparativo nictemeral da população de *C. ornatus*, observou-se maior atividade no período diurno, diferente do congênere *C. danae* Smith, 1869 com quem pode compartilhar nicho. Tal fato pode ser estratégia para evitar competição com a outra espécie e permitir a coexistência com sucesso de abas. Além disso, alguns dos camarões capturados pela pesca de arrasto, possuem o hábito noturno, entre eles destaca-se o camarão sete-barbas e camarão branco, o que faz a pesca mais efetiva nesse período. Nos 5m de profundidade não ocorreu diferença de captura entre os períodos dia e noite, corroborando com os demais dados de que este animal prefira está profundidade. Sendo assim, os 5m de profundidade devem conter os fatores bióticos e abióticos necessários para o sucesso da espécie, permitindo a atividade em ambos os períodos. Nos 20 e 25m de profundidade a abundância de *C. ornatus* também não variou nos períodos, possivelmente pela baixa captura de animais nesses transectos que pode estar associado pela preferência apenas de espécimes em período reprodutivo.

Os machos em fase de intermuda (MSC) estão distribuídos nas mesmas profundidades em que as fêmeas em fase de calcificação do exoesqueleto (MSB), sendo predominantes entre 2 e 5m de profundidade. Essas regiões mais rasas possuem menor quantidade de espécie, fazendo com que os espécimes de *C. ornatus*



não fiquem tão suscetíveis aos predadores, agindo como uma possível estratégia de proteção da população.

Após um intervalo de 10 anos, a abundância da espécie foi praticamente mantida, ocorrendo apenas modificações em sua estrutura, o que demonstra grande capacidade adaptativa de *C. ornatus*. Ao comparar a abundância total dos anos no período de cada estações, foi possível observar que ocorreram modificações, onde em 2000 a estação com maior número de espécimes capturados foi no verão e em 2010 no outono. A menor abundância ocorreu no outono de 2000 e no inverno de 2010. Em 2010 as fêmeas embrionadas foram mais abundantes no verão e em 2010, foram registrados dois picos reprodutivos. Em ambos os anos de coleta, ocorreu pico reprodutivo no verão, período esse que a pesca dos camarões está com grande demanda devido ao período turístico. Como *C. ornatus* é um dos siris com ampla captura na pesca não seletiva, este animal pode não estar conseguindo ter um período reprodutivo eficiente e por isso esteja se reproduzindo também no outono de 2010, na tentativa de manter a abundância da espécie. Esse fato, pode ser um indicativo de plasticidade reprodutiva, como tentativa de manter uma reprodução eficiente e conservar a abundância das espécies.