

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – CÂMPUS DE BOTUCATU

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ZOOLOGIA

TESE DE DOUTORADO

DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE SIRIS (DECAPODA:
BRACHYURA: PORTUNIDAE) E DINÂMICA POPULACIONAL DE
CALLINECTES ORNATUS NO LITORAL NORTE DE SÃO PAULO

MICHELE FURLAN DE HIPÓLITO

Orientador: Dr. Adilson Fransozo

Coorientador: Dr. Fúlvio Aurélio de Moraes Freire

Botucatu – SP

2014

DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE SIRIS (DECAPODA:
BRACHYURA: PORTUNIDAE) E DINÂMICA POPULACIONAL DE
CALLINECTES ORNATUS NO LITORAL NORTE DE SÃO PAULO

MICHELE FURLAN DE HIPPIÓLITO

Orientador: Dr. Adilson Fransozo

Coorientador: Dr. Fúlvio Aurélio de Moraes Freire

Tese apresentada ao curso de pós-graduação em
Ciências Biológicas: Zoologia, do Instituto de
Biociências, Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Câmpus de Botucatu, como parte dos requisitos para
a obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas
– Área de Concentração: Zoologia.

Botucatu – SP

2014

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

Hippólito, Michele Furlan de.

Diversidade e distribuição de siris (Decapoda: Brachyura: Portunidae) e
dinâmica populacional de *Callinectes ornatus* no litoral norte de São Paulo /
Michele Furlan de Hippólito. - Botucatu, 2014

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de
Botucatu

Orientador: Adilson Fransozo

Coorientador: Fúlvio Aurélio de Moraes Freire

Capes: 20402007

1. Siri - Reprodução. 2. Decapode (Crustáceo). 3. Dinâmica populacional. 4.
Biodiversidade - Conservação.

Palavras-chave: Composição; Crescimento populacional; Distribuição
espaço-temporal; Estrutura populacional; Reprodução.

"A ostra, para fazer uma pérola, precisa ter dentro de si um grão de areia que a faça sofrer. Sofrendo, a ostra diz para si mesma: 'Preciso envolver essa areia pontuda que me machuca com uma esfera lisa que lhe tire as pontas...'
Ostras felizes não fazem pérolas... O ato criador, seja na ciência ou na arte, surge sempre de uma dor. Não é preciso que seja uma dor doída... Por vezes a dor aparece como aquelacoceira que tem o nome de curiosidade.
Este livro está cheio de areias pontudas que me machucaram. Para me livrar da dor, escrevi."

(Ostra Feliz Não Faz Pérola - Rubem Alves)

Às pessoas mais importantes para mim: meus pais,
Carlos e Rosana; meu irmão de sangue e minha irmã
de coração, Carlos e Nílva; meu grande amor,
Dyogínes, e nossos futuros filhos!

Ao *Deus* que confio.

Ao meu orientador, *Dr. Adilson Fransozo*, pelo apoio e incentivo desde meu primeiro ano de graduação. Muito obrigada por ter compartilhado comigo seus conhecimentos sobre o mundo, principalmente o marinho, e pela oportunidade em participar das coletas e dos cursos de biologia marinha, os quais me permitiram crescer profissionalmente.

Ao meu coorientador, *Dr. Fúlvio A. M. Freire*, por todos os seus ensinamentos e por sempre estar pronto para ajudar.

À *Dra. Maria Lúcia Negreiros-Fransozo*, pela amizade, pelo exemplo de profissionalismo e pela gentileza em todos os momentos que precisei de sua ajuda.

Aos amigos *Dr. Antonio L. Castilho*, *Dr. Rogério C. da Costa* e *Dr. Valter Cobo*, pela amizade, pelos ensinamentos e pelos momentos de descontração.

Ao *CNPq* (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa de estudo concedida.

Ao *IBAMA* (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis) e à *Polícia Florestal*, por concederem a licença para a coleta do material nas áreas estudadas.

Ao *NEBECC* (Núcleo de Estudos em Biologia, Ecologia e Cultivo de Crustáceos) por toda infraestrutura e materiais disponibilizados.

Ao curso de *pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia)* e ao *Departamento de Zoologia*, incluindo seus competentes e atenciosos funcionários: *André Arruda*, *Carolina*

Lopes, Davi Müller, Flávio da Silva, Hamilton Rodrigues, Herivaldo Santos, Juliana Ramos, Luciana Campos e Silvio Almeida.

Aos comandantes da embarcação *Progresso*, *Édson Ferreti* (Dedinho) e *Djalma Rosa* (Passarinho), pelo profissionalismo e dedicação, além do bom humor, e às pessoas que participaram das coletas e análise de dados.

Aos amigos e companheiros de pesquisa que direta ou indiretamente me ajudaram a crescer pessoal e profissionalmente, e pelos inúmeros e intensos momentos de descontração: *Abner Batista, Dra. Adriane Braga, Ana Silvia Garcia, Andrea Mourão, Dr. Antonio Castilho, Dra. Ariádine Almeida, Dr. Bruno Pralon, Daniel Lima, Daniela Dantas, Daphine Herrera, Djalma Rosa, Dr. Douglas Alves, Eduardo Bolla, Flávio Camargo, Dr. Fúlvio Freire, Gabriel Bochini, Gabriela Conz, Dr. Gilmar Neves, Gisele Heckler, Dr. Gustavo Hirose, Gustavo Sancinetti, Dr. Gustavo Teixeira, Israel Lima, Jamile Queiroz, Juliana Bertacini, Dra. Kátia Hiroki, Luciana Andrade, Marciano Venancio, Mariana Antunes, Dr. Mateus Lopes, Paloma Lima, Rafael Gomes, Dr. Rafael Gregatti, Rafaela Pereira, Dra. Sabrina Simões, Dra. Samara Barros-Alves, Thiago Davanzo e Dra. Vivian Fransozo.*

Em especial aos meus grandes amigos: *Dra. Ariádine Almeida, Dr. Douglas Alves, Gabriela Conz, Dr. Gustavo Teixeira, Dra. Kátia Hiroki, Mariana Antunes e Dra. Samara Barros-Alves.*

A toda minha amada família, especialmente: *Dyogines Hippólito, Carlos Furlan, Rosana Furlan, Carlos Furlan Jr, Nilva Furlan, Carlos Hippólito, Nilva Hippólito, Daise Hippólito e Daher Hippólito.*

CONSIDERAÇÕES INICIAIS	8
Referências	17
CAPÍTULO I: DIVERSIDADE DE PORTUNÍDEOS (CRUSTACEA: DECAPODA: BRACHYURA)	
NAS REGIÕES DE UBATUBA E CARAGUATATUBA, LITORAL NORTE PAULISTA	24
Resumo	25
Abstract	27
1. Introdução	29
2. Material & Métodos	32
3. Resultados	37
4. Discussão	45
5. Referências	51
CAPÍTULO II: DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DE SIRIS (DECAPODA: BRACHYURA)	
EM DUAS REGIÕES DO LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO	59
Resumo	60
Abstract	62
1. Introdução	64
2. Material & Métodos	67
3. Resultados	72
4. Discussão	84
5. Referências	89
CAPÍTULO III: ESTRUTURA, CRESCIMENTO E MATURIDADE SEXUAL DE <i>CALLINECTES</i>	
<i>ORNATUS</i> (BRACHYURA: PORTUNIDAE) EM DUAS REGIÕES DO LITORAL NORTE PAULISTA	94
Resumo	95
Abstract	97
1. Introdução	99
2. Material & Métodos	102
3. Resultados	106
4. Discussão	115
5. Referências	121

CAPÍTULO IV: ASPECTOS REPRODUTIVOS DO SIRI <i>CALLINECTES ORNATUS</i> (BRACHYURA: PORTUNIDAE) NAS REGIÕES DE UBATUBA E CARAGUATATUBA, SÃO PAULO	127
Resumo	128
Abstract	130
1. Introdução	132
2. Material & Métodos	135
3. Resultados	139
4. Discussão	150
5. Referências	157
CONSIDERAÇÕES FINAIS	165

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A infraordem Brachyura é representada por mais de 6.700 espécies descritas no mundo todo (Ng *et al.* 2008, De Grave *et al.* 2009). Dessas, mais de 300 são conhecidas na costa brasileira, distribuídas em 161 gêneros, pertencentes a 23 famílias (Melo 1996), e 188 são descritas no litoral do Estado de São Paulo (Bertini *et al.* 2004). Essas informações estão em constante modificação, devido ao registro de novas ocorrências, à descrição de novas espécies e às revisões taxonômicas.

Os braquiúros, conhecidos comumente como caranguejos e siris, podem ser considerados um dos grupos mais relevantes da comunidade bentônica marinha, tanto em relação à biomassa quanto à estrutura do grupo (Bertini *et al.* 2004). Essa infraordem representa uma importante etapa na evolução dos crustáceos, apresentando hábitos e conquistando habitats extremamente diversificados, desde marinhos até terrestres (Ng *et al.* 2008). Contudo, a maioria das espécies é marinha, sendo encontradas em regiões costeiras, praias arenosas, águas rasas entre bancos de algas, recifes de corais, fundos de conchas, entre outros (Bowman & Abele 1982, Melo 1996, 2003).

Os siris pertencem à superfamília Portunoidea e caracterizam-se pela presença de espinhos laterais na carapaça e pelo achatamento dorsoventral do último artícuo do quinto par de pereiópodos, adaptados à natação (Williams 1984). No Brasil, são registradas mais de 20 espécies da família Portunidae, sendo aproximadamente 17 delas encontradas no litoral norte paulista (Melo 1996, Bertini *et al.* 2004). Nas regiões sul e sudeste, os portunídeos têm se destacado por sua abundância relativa, principalmente as espécies *Callinectes ornatus* Ordway, 1863, *Callinectes danae* Smith, 1869 e *Portunus spinicarpus* (Stimpson 1871) (Bertini & Fransozo 2004, Fransozo *et al.* 2012, Branco & Fracasso 2004a).

As espécies utilizadas neste estudo, com suas respectivas distribuições geográfica e ecológica, estão representadas a seguir, seguindo Melo (1996, 2008):

Superfamília Portunoidea Rafinesque, 1815

Família Portunidae Rafinesque, 1815

Arenaeus cribrarius (Lamarck, 1818)



Distribuição geográfica: Atlântico Ocidental – de Massachusetts a Carolina do Norte, Bermuda, Flórida, Golfo do México, Antilhas, Colômbia, Venezuela, Brasil (do Ceará ao Rio Grande do Sul) e Uruguai.

Distribuição ecológica: espécie encontrada em areia de praias, da zona das marés até 70 metros de profundidade, e raramente encontrada em estuário ou lagos interiores.

Callinectes danae Smith, 1869



Distribuição geográfica: Atlântico Ocidental – Bermuda, Flórida, Golfo do México, Antilhas, Colômbia, Venezuela e Brasil (da Paraíba ao Rio Grande do Sul).

Distribuição ecológica: espécie encontrada de águas salobras até hipersalinas, em manguezais e estuários lamosos, em praias arenosas e mar aberto, e da região intertidal até 75 m.

Callinectes ornatus Ordway, 1863

Distribuição geográfica: Atlântico Ocidental – Carolina do Norte até a Flórida, Golfo do México, Antilhas, Colômbia, Venezuela, Guianas e Brasil (do Amapá ao Rio Grande do Sul).

Distribuição ecológica: espécie encontrada até 75 metros, em areia, lama e em águas menos salinas.

Charybdis hellerii (A. Milne-Edwards, 1867)

Distribuição geográfica: Atlântico Ocidental – leste da Flórida, Cuba, Colômbia, Venezuela e Brasil (de Alagoas a Santa Catarina). Atlântico Oriental – leste do Mediterrâneo: Israel e Egito. Indo Pacífico – Japão, Filipinas, Nova Caledônia, Austrália, Havaí, e ao longo do Oceano Índico, incluindo o Mar Vermelho.

Distribuição ecológica: espécie encontrada em costões rochosos, sob pedras e em recifes de corais, e da região intertidal até 47 m. Espécie introduzida.

Cronius ruber (Lamarck, 1818)

Distribuição geográfica: Atlântico Ocidental – da Carolina do Norte ao sul da Flórida, Golfo do México, América Central, Antilhas, norte da América do Sul, Guianas e Brasil (do Amapá ao Rio Grande do Sul). Atlântico Oriental – de Senegal a Angola. Pacífico Oriental – da Califórnia ao Peru e Galápagos.

Distribuição ecológica: espécie encontrada em praias arenosas, em áreas rochosas, pedregosas e com cascalho; de águas rasas até 110 m.

Portunus ordwayi (Stimpson, 1860)

Distribuição geográfica: Atlântico Ocidental – de Massachusetts à Flórida, Golfo do México, Antilhas, Venezuela, Guianas e Brasil (do Amapá ao Rio Grande do Sul, Fernando de Noronha).

Distribuição ecológica: espécie encontrada da superfície até 110 metros, em substratos de areia, cascalho, conchas quebradas e corais.

Portunus spinicarpus (Stimpson, 1871)



Distribuição geográfica: Atlântico Ocidental – Carolina do Norte e do Sul, Flórida, Golfo do México, Antilhas, Colômbia, Venezuela, Guianas e Brasil (do Amapá ao Rio Grande do Sul).

Distribuição ecológica: espécie encontrada de águas rasas até 550 metros, em substratos de areia, cascalho, conchas quebradas, corais e lama.

Portunus spinimanus Latreille, 1819



Distribuição geográfica: Atlântico Ocidental – de Nova Jersey ao sul da Flórida, Bermuda, Golfo do México, Antilhas, Venezuela, Guianas e Brasil (de Pernambuco ao Rio Grande do Sul).

Distribuição ecológica: espécie encontrada de águas rasas até 90 metros, em águas salobras de canais e baías, em fundos de areia, cascalho, conchas quebradas e lama.

Estudos biológicos sobre os portunídeos despertam grande interesse, uma vez que as espécies apresentam ampla distribuição, algumas são consideradas bioindicadoras de massas de água, delimitam, junto com outros organismos, regiões biogeográficas marinhas, e possuem interesse comercial (Taissoun 1973). A exploração comercial de portunídeos é um importante fator na economia de diversos países, entre eles China, Japão, Coréia, Índia e Estados Unidos (Roman-Contreras 1986, Bakir & Healy 1995, Sukumaran & Neelakantan 1997a, Branco & Fracasso 2004b, Lai *et al.* 2010, Dineshbabu 2011). No Brasil, a exploração comercial de siris movimenta pouco a economia comparada aos camarões, sendo normalmente consumidos pela população local (Negreiros-Fransozo *et al.* 1999). Segundo o último Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura (2011), a pesca de siri, no Brasil, atingiu apenas 4% (2.292,9 t) do total da pesca de crustáceos (57.344,8 t), enquanto a pesca de camarões, incluindo o camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (15.417,8 t), os camarões-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) e *F. paulensis* (Pérez Farfante, 1967) (10.331,2 t), e o camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (4.115,7 t), alcançou 52% do total. Apesar do baixo interesse econômico, Severino-Rodrigues *et al.* (2001) citam que os siris, principalmente as espécies do gênero *Callinectes*, apresentam grande potencial pesqueiro no Brasil.

Alguns portunídeos, além de inúmeras outras espécies, incluindo outros crustáceos, cnidários, equinodermos, moluscos e peixes, que não são utilizados comercialmente, são descartados durante a pesca de arrasto de espécies economicamente rentáveis (ver Graça-Lopes *et al.* 2002, Severino-Rodrigues *et al.* 2002, Branco & Fracasso 2004a, Sedrez *et al.* 2013). Estima-se que para 1,8 milhão de tonelada de camarão capturado no mundo, aproximadamente 11,2 milhões de toneladas de espécies da fauna acompanhante são capturadas (Alverson *et al.* 1994). Apesar da falta ou do baixo interesse econômico, as espécies da fauna acompanhante que são descartadas apresentam grande importância

ecológica para a comunidade bentônica marinha. Os portunídeos, por exemplo, além de apresentarem alta abundância, se alimentam de uma grande variedade de itens alimentares, incluindo crustáceos, moluscos, equinodermos, peixes, poliquetos, briozoários, algas, entre outros (Sukumaran & Neelakantan 1997b, Mantelatto & Christofolletti 2001, Mantelatto *et al.* 2002), sendo extremamente importantes no equilíbrio ecológico da comunidade bentônica em que pertencem.

Desse modo, estudos contínuos e detalhados relacionados à dinâmica populacional de espécies marinhas com abundância representativa em pequenas áreas como baías e enseadas, são essenciais, pois constituem uma fonte de informação importante ao entendimento desse ecossistema (Mantelatto 2000). Essas informações adquiridas podem ser utilizadas para preservação dos recursos naturais e desenvolvimento de futuros projetos frente a impactos causados pela pesca de arrasto. Mantelatto & Fransozo (1999) advertiram sobre um decréscimo populacional dos portunídeos observado recentemente, revelando a necessidade de monitoramento frequente dos estoques naturais. Alguns estudos já têm sido feitos com os portunídeos no litoral norte paulista, principalmente na região de Ubatuba, incluindo a distribuição, estrutura populacional, recrutamento juvenil, razão sexual, reprodução, maturidade, fecundidade, crescimento relativo, entre outros (*A. cribrarius*: Fransozo & Pinheiro 1993, Pinheiro *et al.* 1996, Pinheiro & Fransozo 1993, 1998, 1999, 2002, Andrade *et al.* 2013a; *C. danae*: Costa & Negreiros-Fransozo 1996, 1998, Chacur *et al.* 2000, Chacur & Negreiros-Fransozo 2001; *C. ornatus*: Negreiros-Fransozo & Fransozo 1995, Mantelatto & Fransozo 1996, 1997, 1999, Mantelatto & Martinelli 1999, Negreiros-Fransozo *et al.* 1999, Mantelatto & Christofolletti 2001, Mantelatto *et al.* 2002, Bolla Jr *et al.* 2008, Andrade *et al.* 2013b; *C. helleri*: Negreiros-Fransozo 1996; *P. spinicarpus*: Corbi-Corrêa & Fransozo 2002; *P. spinimanus*: Santos *et al.* 1994, 1995ab, Santos & Negreiros-Fransozo 1996, 1997, 1999; Portunidae: Negreiros-Fransozo & Fransozo 1995, Negreiros-Fransozo *et al.* 1995, Pinheiro

et al. 1997, Guerrero-Ocampo *et al.* 1998, Reigada & Negreiros-Fransozo 2001). Contudo, pouco se conhece sobre a biologia dos portunídeos na região de Caraguatatuba, e em profundidades superiores aos 20 m.

Nesse sentido, a presente tese pretende contribuir com informações importantes sobre a composição dos portunídeos e os aspectos populacionais do siri *C. ornatus*, até os 35 m de profundidade nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba. Para tal, a tese foi dividida em quatro capítulos: o primeiro, *Diversidade de portunídeos (Crustacea: Decapoda: Brachyura) nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba, litoral norte paulista*, compara a composição dos Portunidae em duas regiões do litoral norte paulista, enfocando a diversidade e a abundância, e relacionando-as com alguns fatores ambientais; o segundo capítulo, *Distribuição espacial e temporal de siris (Decapoda: Brachyura) em duas regiões do litoral norte do Estado de São Paulo*, enfoca a distribuição dos portunídeos em Ubatuba e Caraguatatuba, evidenciando a segregação de hábitat entre as espécies e o deslocamento dos indivíduos, ao longo do período estudado, entre as profundidades amostradas, relacionando-os com alguns fatores ambientais; o terceiro capítulo, *Estrutura, crescimento e maturidade sexual de Callinectes ornatus (Brachyura: Portunidae) em duas regiões do litoral norte paulista*, aborda aspectos da estrutura populacional, parâmetros de crescimento e maturidade sexual do portunídeo *C. ornatus*; e o quarto capítulo, *Aspectos reprodutivos do siri Callinectes ornatus (Brachyura: Portunidae) nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba, São Paulo*, enfoca aspectos da biologia reprodutiva de *C. ornatus*, como o período reprodutivo, os locais de ocorrência de indivíduos em épocas reprodutivas, o período de recrutamento, a proporção sexual e a influência de alguns fatores ambientais sobre o grau de desenvolvimento gonadal dos indivíduos. Essas informações adquiridas ampliam o conhecimento sobre a biologia de portunídeos, principalmente de *C. ornatus*, uma espécie importante ecologicamente e com potencial econômico nas regiões estudadas.

REFERÊNCIAS

- Alverson DL, Freeberg MH, Pope JG & Murawski JA. 1994. A global assessment of fisheries bycatch and discards. *FAO Fisheries Technical Paper* 339: 1-233.
- Andrade LS, Bertini G, Fransozo V, Teixeira GM, Barros-Alves SP & Fransozo A. 2013b. Differential occupation of habitat as a reproductive strategy of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1968 (Crustacea: Decapoda). *Marine Biodiversity*, DOI 10.1007/s12526-013-0179-y.
- Andrade LS, Fransozo V, Bertini G, Negreiros-Fransozo ML & López-Greco LS. 2013a. Reproductive plasticity in the speckled crab *Arenaeus cribrarius* (Decapoda, Brachyura, Portunidae) associated with a population decline. *Journal of Coastal Research (in-press)* DOI <http://dx.doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-13-00066.1>
- Bakir WMA & Healy B. 1995. Reproductive cycle of the velvet swimming crab *Necora puber* (L.) (Decapoda, Brachyura, Portunidae) on the east coast of Ireland. *Irish Fisheries Investigations, Series B (Marine)* 43: 3-13.
- 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.
- Bolla Jr EA, Negreiros-Fransozo ML & Fransozo A. 2008. Juvenile development of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Crustacea: Decapoda: Portunidae), from megalopae obtained in the neuston. *Zootaxa* 1788: 1-20.
- Bowman TE & Abele LG. 1982. *Classification of the Recent Crustacea*. In: Bliss DE (ed.), *The biology of Crustacea, Vol. 1, Systematics, the fossil record, and biogeography*. Academic Press, New York, 319 p.
- Branco JO & Fracasso HAA. 2004a. Ocorrência e abundância da carcinofauna acompanhante na pesca do camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* Heller (Crustacea, Decapoda), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21 (2): 295-301.

- Branco JO & Fracasso HAA. 2004b. Biologia populacional de *Callinectes ornatus* (Ordway) na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21 (1): 91-96.
- Chacur MM & Negreiros-Fransozo ML. 2001. Spatial and seasonal distributions of *Callinectes danae* (Decapoda, Portunidae) in Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil. *Journal of Crustacean Biology* 21 (2): 414-425.
- Chacur MM, Mansur CB & Negreiros-Fransozo ML. 2000. Distributional patterns, seasonal abundance and moult cycle of *Callinectes danae* Smith, 1869 in the Ubatuba region, Brazil. *Nauplius* 8 (2): 215-226.
- Corbi-Corrêa E & Fransozo A. 2002. Growth patterns of *Portunus spinicarpus* (Stimpson, 1871) (Decapoda, Portunoidea) from Ubatuba region (SP), Brazil. *Nauplius* 10 (2): 131-137.
- Costa TM & Negreiros-Fransozo ML. 1996. Fecundidade de *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Decapoda, Portunidae) na região de Ubatuba (SP), Brasil. *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 39 (2): 393-400.
- Costa TM & Negreiros-Fransozo ML. 1998. The reproductive cycle of *Callinectes danae* Smith 1869 (Decapoda, Portunidae) in Ubatuba region, Brazil. *Crustaceana* 71 (6): 615-627.
- De Grave S, Pentcheff ND, Ahyong ST, Chan T-Y, Crandall KA, Dworschak PC, Felder DL, Feldmann RM, Fransen CHJM, Goulding LYD, Lemaitre R, Low MEY, Martin JW, Ng PKL, Schweitzer CE, Tan SH, Tshudy D & Wetzer R. 2009. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *Raffles Bulletin of Zoology* 21: 1-109.
- Dineshbabu AP. 2011. Biology and exploitation of the crucifix crab, *Charybdis* (*Charybdis*) *feriata* (Linnaeus, 1758) (Brachyura: Portunidae) from Karnataka coast, India. *Indian Journal of Fisheries* 58 (1): 25-29.
- Fransozo A & Pinheiro MAA. 1993. Análise da relação biométrica do peso úmido pela largura da carapaça para o siri *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Brachyura, Portunidae). *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 36: 331-341.

- Fransozo A, Furlan M, Fransozo V, Bertini G, Costa RC & Fernandes-Góes LC. 2012. Diversity of decapod crustaceans at the interface of unconsolidated seabed areas and rocky shores in tropical/subtropical Brazil. *African Journal of Marine Science* 34 (3): 361-371.
- Graça-Lopes R, Tomás ARG, Tutui SLS, Severino-Rodrigues E & Puzzi A. 2002. Fauna acompanhante da pesca camaroeira no litoral do Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca* 28 (2): 173-188.
- Guerrero-Ocampo CM, Negreiros-Fransozo ML & Costa TM. 1998. Comparação do peso dos quelípodos e crescimento em duas espécies de "sirís" do gênero *Callinectes* (Brachyura, Portunidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 41 (4): 483-488.
- Lai JCY, Ng PKL & Davie PJF. 2010. A revision of the *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) species complex (Crustacea: Brachyura: Portunidae), with the recognition of four species. *The Raffles Bulletin of Zoology* 58 (2): 199-237.
- Mantelatto FL, Christofoletti RA & Camargo PB. 2002. A food source analysis for the swimming crab *Callinectes ornatus* (Portunidae) in Ubatuba Bay (Brazil), using carbon isotopes. *Nauplius* 10 (1): 61-66.
- Mantelatto FLM & Christofoletti RA. 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 FLM & Fransozo A. 1996. Size at sexual maturity in *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba region (SP), Brazil. *Nauplius* 4: 29-38.
- Mantelatto FLM & 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 FLM & Fransozo A. 1999. Reproductive biology and moulting cycle of the crab *Callinectes ornatus* (Decapoda, Portunidae) from the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Crustaceana* 72: 63-76.
- Mantelatto FLM & Martinelli JM. 1999. Carapace width-weight relationships of *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) from Ubatuba Bay. *Iheringia, Série Zoologia* 87: 111-116.

- Mantelatto FLM. 2000. Allocation of the portunid crab *Callinectes ornatus* (Decapoda: Brachyura) in Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo State, Brazil. *Crustacean Issues* 12: 431-443.
- Melo GAS. 1996. *Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro*. Plêiade/FAPESP, São Paulo, 603 p.
- Melo GAS. 2003. *Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil*. Loyola, São Paulo, 429 p.
- Melo GAS. 2008. The Brachyura (Decapoda) of Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Nauplius* 16 (1): 1-22.
- MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura. 2011. *Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura*. Brasília.
- Negreiros-Fransozo ML & 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 ML, Costa TM & Fransozo A. 1995. Epibiosis and molting in two species of *Callinectes* (Decapoda, Portunidae) from Brazil. *Revista de Biología Tropical* 43 (1-3): 257-264.
- Negreiros-Fransozo ML, Mantelatto FLM & Fransozo A. 1999. Populational biology of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Crustacea, Decapoda, Portunidae) from Ubatuba (SP) region, Brazil. *Scientia Marina* 63 (2): 157-163.
- Negreiros-Fransozo ML. 1996. The zoea I of *Charybdis helleri* (A. Milne-Edwards, 1867) (Decapoda, Portunidae) obtained in laboratory. *Nauplius* 4: 165-168.
- Ng PKL, Guinot D & Davie PJF. 2008. Systema brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. *The Raffles Bulletin of Zoology* 17: 1-286.
- Pinheiro MAA & Fransozo A. 1993. Relative growth of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Brachyura, Portunidae), near Ubatuba, State of São Paulo, Brazil. *Crustaceana* 65: 377-389.
- Pinheiro MAA & 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: 434-452.

- Pinheiro MAA & Fransozo A. 1999. Reproductive behavior of the swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Brachyura, Portunidae) in captivity. *Bulletin of Marine Science* 64: 243-253.
- Pinheiro MAA & Fransozo A. 2002. Reproduction of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Brachyura: Portunidae) on the Brazilian coast near 23°30'S. *Journal of Crustacean Biology* 22 (2): 416-428.
- Pinheiro MAA, Fransozo A & Negreiros-Fransozo ML. 1996. Distribution patterns of *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba (SP), Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 56: 705-716.
- Pinheiro MAA, Fransozo A & Negreiros-Fransozo ML. 1997. Dimensionamento e sobreposição de nichos ecológicos dos portunídeos (Decapoda, Brachyura), na Enseada da Fortaleza, Ubatuba, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 14: 371-378.
- Reigada ALD & Negreiros-Fransozo ML. 2001. Feeding activity of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 and *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Brachyura, Portunidae) in Ubatuba, SP, Brazil. *Hydrobiologia* 449: 249-252.
- Roman-Contreras R. 1986. Análisis de la población de *Callinectes* spp. (Decapoda: Portunidae) en el sector occidental de la Laguna de Terminos, Campeche, Mexico. *Anales del Instituto Ciencias del Mar y Limnología* 13: 315-32.
- Santos S & Negreiros-Fransozo ML. 1996. Maturidade fisiológica em *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Brachyura, Portunidae) na região de Ubatuba, SP. *Papéis Avulsos de Zoologia* 39 (20): 365-377.
- Santos S & Negreiros-Fransozo ML. 1997. Fecundity of *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Brachyura, Portunidae) from Ubatuba region of Brazil. *Interciencia* 22 (5): 259-263.
- Santos S & Negreiros-Fransozo ML. 1999. Reproductive cycle of the swimming crab *Portunus spinimanus* Latreille (Crustacea, Decapoda, Brachyura) from Ubatuba, São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 16 (4): 1183-1193.

- Santos S, Negreiros-Fransozo ML & Fransozo A. 1994. The distribution of the swimming crab *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Brachyura, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba, SP, Brazil. *Atlântica* 16: 125-141.
- Santos S, Negreiros-Fransozo ML & Fransozo A. 1995a. Morphometric relationships and maturation in *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Brachyura, Portunidae). *Brazilian Journal of Biology* 55 (4): 545-553.
- Santos S, Negreiros-Fransozo ML & Padovani CR. 1995b. Relação do peso do corpo em função da largura da carapaça do siri candeias *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Decapoda, Portunidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 38 (3): 715-724.
- Sedrez MC, Branco JO, Freitas Jr F, Monteiro HS & Barbieri E. 2013. Ictiofauna acompanhante na pesca artesanal do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) no litoral sul do Brasil. *Biota Neotropica* 13 (1): 165-175.
- Severino-Rodrigues E, Guerra DSF & 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 da Pesca* 28 (1): 33-48.
- Severino-Rodrigues E, Pita JB & 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.
- Sukumaran KK & Neelakantan B. 1997a. Age and growth in two marine portunid crabs, *Portunus* (*Portunus*) *sanguinolentus* (Herbst) and *Portunus* (*Portunus*) *pelagicus* (Linnaeus) along the southwest coast of India. *Indian Journal of Fisheries* 44 (2): 111-131.
- Sukumaran KK & Neelakantan B. 1997b. Food and feeding of *Portunus* (*Portunus*) *sanguinolentus* (Herbst) and *Portunus* (*Portunus*) *pelagicus* (Linnaeus) (Brachyura: Portunidae) along Karnataka coast. *Indian Journal of Marine Sciences* 26: 35-38.
- Taissoun NE. 1973. Biogeografía y ecología de los cangrejos de la familia Portunidae (Crustacea, Decapoda, Brachyura) en la costa Atlántica de América. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 8: 1-77.

Williams AB. 1984. *Shrimps, lobsters and crabs of the Atlantic coast of the eastern United States, Maine to Florida*. Smithsonian Institution Press, Washington, 550 p.

CAPÍTULO I

DIVERSIDADE DE PORTUNÍDEOS
(CRUSTACEA: DECAPODA: BRACHYURA) NAS
REGIÕES DE UBATUBA E CARAGUATATUBA,
LITORAL NORTE PAULISTA

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar a composição, a abundância e a diversidade de siris de substrato não consolidado encontrados em profundidades de até 35 m, em duas regiões distintas do litoral norte paulista. Adicionalmente, verificou-se a influência da granulometria do sedimento e da temperatura da água sobre a diversidade e abundância dos portunídeos. As amostras foram realizadas com um barco camaroneiro equipado com *double-rig*. Os indivíduos e os fatores ambientais foram amostrados mensalmente durante dois anos, em profundidades de 5 a 35 m das regiões de Ubatuba (UBA) e Caraguatatuba (CAR). Os valores de riqueza (S), diversidade (H'), equidade e dominância foram determinados em cada profundidade e estação do ano. Oito espécies de portunídeos foram obtidas ($S_{UBA} = 8$ e $S_{CAR} = 7$), totalizando 19.287 indivíduos coletados ($UBA = 9.645$ e $CAR = 9.642$). As profundidades com maiores valores de riqueza (UBA: 5 m e CAR: 15 m) não foram as que apresentaram os maiores valores de diversidade e equidade (UBA: 20 m e CAR: 5 m). Temporalmente, as estações do ano com maiores valores de diversidade e equidade (UBA: inverno/01 e outono/03; CAR: inverno/01 e outono/02) estiveram entre as estações com maiores riquezas (UBA: inverno/01, verão/02 e outono/02-03; CAR: outono/02). Os maiores valores de dominância foram registrados nos locais e períodos que apresentaram os menores índices de diversidade, e vice-versa. O phi (sedimento) e a temperatura não se correlacionaram significativamente com a diversidade, mas se correlacionaram com a abundância de indivíduos. Dentre as espécies obtidas, *Charybdis hellerii*, *Cronius ruber* e *Portunus ordwayi* apresentaram, juntas, abundância relativa menor que 0,1% em cada região, enquanto *Callinectes ornatus* e *Portunus spinicarpus* foram responsáveis por mais de 80% da abundância total. As maiores abundâncias das duas últimas espécies variaram diferentemente entre as profundidades e as estações do ano. Os locais e períodos com maiores índices de diversidade estão relacionados à maior uniformidade do número de indivíduos por espécie nas

amostras. Por outro lado, os menores índices estão relacionados à grande abundância de *C. ornatus* ou *P. spinicarpus*, fazendo com que a equidade seja menor. Desse modo, foi a abundância dessas espécies dominantes que influenciou diretamente os valores de diversidade, sendo a abundância de cada uma modulada por diferentes tipos sedimentares e diferentes massas de água que ocorrem nas regiões. A presença dessas espécies contribui decisivamente para a existência e manutenção da comunidade bentônica das regiões estudadas.

Palavras-chave: Abundância, composição, diversidade, dominância, Portunidae.

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the composition, abundance and diversity of swimming crabs of unconsolidated substrate at depths up to 35 m, in two distinct regions of the northern coast of São Paulo. Additionally, the influence of the sediment and water temperature on the diversity and abundance of portunid crabs was analyzed. The samples were collected using a commercial shrimp trawler equipped with double-rig nets. The crabs and environmental variables were sampled monthly during two years, at depths from 5 to 35 m in Ubatuba (UBA) and Caraguatatuba (CAR) regions. Richness (S), diversity (H'), evenness and dominance values were determined in each depth and season. Eight species of portunid crabs were obtained ($S_{UBA} = 8$ and $S_{CAR} = 7$), totaling 19,287 individuals collected during study period (UBA = 9,645 and CAR = 9,642). The depths with the highest richness values (UBA: 5 m and CAR: 15 m) were not necessarily those with the highest diversity and evenness values (UBA: 20 m and CAR: 5 m). Temporally, the seasons with the highest diversity and evenness (UBA: winter 01 and autumn 03, CAR: winter 01 and autumn 02) were the seasons which showed the highest richness (UBA: winter 01, summer 02 and autumn 02-03, CAR: autumn 02). The highest dominance values were recorded in sites and periods with the smallest diversity indexes, and vice versa. Phi (sediment) and temperature did not correlate significantly with the diversity but correlated with the abundance of individuals. Among the species obtained, *Charybdis hellerii*, *Cronius ruber* and *Portunus ordwayi* presented, all together, relative abundance smaller than 0.1% in each region, while *Callinectes ornatus* and *Portunus spinicarpus* comprised more than 80% of the total abundance. The highest abundance of the latter species varied differently among the depths and seasons. Sites and periods with the highest diversity indexes are related to the great uniformity of the number of individuals per species in the samples. On the other hand, the smallest indexes are related to the great abundance of *C. ornatus* or *P. spinicarpus*, decreasing the evenness values.

Therefore, the abundance of these dominant species influenced directly the diversity values, being the abundance of each one modulated by different sediment types and water masses that occur in the regions. The presence of these species contributes decisively to the existence and maintenance of the benthic community of the study regions.

Key words: Abundance, composition, diversity, dominance, Portunidae.

1. INTRODUÇÃO

Estudos ecológicos e biológicos enfocando os portunídeos são de extrema importância e têm crescido consideravelmente, uma vez que esses organismos estão entre os crustáceos mais abundantes das regiões costeiras tropicais e subtropicais do Brasil (ver Lavrado *et al.* 2000, Freitas Jr *et al.* 2010, Fransozo *et al.* 2012), apresentam ampla distribuição geográfica (Melo 1996, 2008), alguns são utilizados como bioindicadores de massas de água fria (Pires 1992, Bertini & Fransozo 2004), contribuindo, junto com outros organismos, na determinação de regiões biogeográficas marinhas, e muitos possuem interesse comercial (Taissoun 1973).

A exploração comercial de portunídeos é um importante fator na economia de diversos países, entre eles China, Japão, Coreia, Índia e Estados Unidos (Roman-Contreras 1986, Bakir & Healy 1995, Sukumaran & Neelakantan 1997, Branco & Fracasso 2004a, Lai *et al.* 2010, Dineshbabu 2011). Apesar de várias regiões brasileiras explorarem comercialmente os siris, como citado nos estudos de Nevis *et al.* (2009) no Pará, Barreto *et al.* (2006) em Pernambuco, Sforza *et al.* (2010) no Espírito Santo, Negreiros-Fransozo *et al.* (1999) e Severino-Rodrigues *et al.* (2001, 2012) em São Paulo, Baptista-Metri *et al.* (2005) no Paraná, Andrade (1998) em Santa Catarina, e Maier & Quevedo Neto (2009) no Rio Grande do Sul, essa exploração movimenta pouco a economia comparada aos camarões, sendo normalmente consumidos pela população local. Contudo, Severino-Rodrigues *et al.* (2001) destacam que o Brasil possui grande potencial pesqueiro para as espécies do gênero *Callinectes*.

Nas regiões costeiras tropicais, a pesca de arrasto comercial de camarões é intensa (Pauly *et al.* 2002). Em consequência do apetrecho de pesca não seletivo, captura-se, além dos camarões de interesse comercial, uma grande quantidade de outras espécies, que são descartadas. Devido ao baixo interesse comercial em várias regiões, os siris estão entre as espécies mais abundantes do descarte da pesca camaroneira (ver Graça-Lopes *et al.* 2002, Severino-Rodrigues *et al.* 2002, Branco & Fracasso 2004b).

Apesar das causas nas variações da diversidade entre as comunidades bentônicas ainda não estarem inteiramente compreendidas (Ricklefs & Miller 1999, Begon *et al.* 2006), as dinâmicas interações de predação e competição, e o grau de heterogeneidade espacial e sazonal no ambiente têm sido relacionados às variações na diversidade (ver Paine 1966, Menge & Sutherland 1976). Nesse contexto, um interesse fundamental dentro da ecologia é responder por que diferentes áreas suportam números diferentes de espécies (Heck & Wetstone 1977). Geralmente, as explicações se baseiam na complexidade estrutural, a qual está associada à heterogeneidade espacial, do ambiente em que as espécies vivem. Essa complexidade espacial tem sido definida considerando a quantidade e variedade de substratos em um ambiente, incluindo substratos consolidados (Abele 1974, 1976), a presença de vegetação, como o *seagrass meadows* (Heck & Wetstone 1977), e, também, a heterogeneidade entre os grãos sedimentares (Bertini & Fransozo 2004, Lourido *et al.* 2008, Moreira *et al.* 2008, Fransozo *et al.* 2012). Há concordância entre os estudos citados em concluir que áreas com maior complexidade (ou heterogeneidade) ambiental suportam maior número de espécies, uma vez que essas podem coexistir através do uso diferencial do substrato, *e.g.*, utilizando-o como abrigo, fonte de nutrição ou local de alimentação. Além da heterogeneidade espacial, Paine (1966) mencionou que a maior diversidade bentônica está associada também com regime de temperatura mais variável. Desse modo, havendo mudanças sazonais no ambiente, diferentes espécies podem se adequar às condições em diferentes épocas do ano. Assim, espera-se que mais espécies possam coexistir em ambientes com mudanças sazonais que em ambientes constantes (Begon *et al.* 2006).

De acordo com Lui *et al.* (2007), riqueza e diversidade de espécies estão relacionadas à estabilidade de uma comunidade, sendo que ecologistas têm utilizado frequentemente as comunidades bentônicas de substratos não consolidados como indicadoras ecológicas, a fim

de avaliar distúrbios naturais e/ou antropogênicos, tais como, poluição ambiental e destruição de hábitat.

Assim, este estudo analisou a diversidade de portunídeos de substrato não consolidado em profundidades distintas, nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba, que apresentam variação frente aos fatores ambientais. Adicionalmente, verificou-se a influência de dois fatores sobre a diversidade dos portunídeos: a granulometria do sedimento, considerando que esse fator pode determinar a heterogeneidade espacial em substratos não consolidados, e a temperatura de fundo da água, uma vez que é um dos fatores mais variáveis sazonalmente.

2. MATERIAL & MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

As regiões selecionadas para a realização deste estudo localizam-se no litoral norte do Estado de São Paulo. De acordo com Ab'Sáber (1955), essa região apresenta um litoral constituído de minúsculos maciços isolados e promontórios dos esporões terminais da Serra do Mar. Esse tipo de topografia possibilita a formação de inúmeras praias e enseadas, que proporcionam um ambiente propício ao estabelecimento e desenvolvimento de uma grande variedade de organismos (Negreiros-Fransozo *et al.* 1991).

A Enseada de Ubatuba (23°26'S e 45°02'O) está localizada adjacente à cidade de Ubatuba, e inclui oito pequenas praias delimitadas por promontórios rochosos. A área total da enseada é de aproximadamente 8 km², com uma amplitude de 4,5 km. Entre as regiões costeiras do Estado de São Paulo, a Enseada de Ubatuba é uma das mais importantes, devido à sua localização próxima ao centro turístico de Ubatuba e pelo seu potencial pesqueiro (Mantelatto & Fransozo 1999).

A região de Caraguatatuba (23°37'S e 45°25'O) difere fisiograficamente da porção mais ao norte, pois apresenta anteparos físicos representados pelas ilhas Vitória, Búzios e São Sebastião, cuja estrutura faz com que as enseadas estejam sujeitas a um hidrodinamismo menos intenso (Pires 1992), o que se reflete na formação de maiores recursos de abrigo para espécies marinhas.

As regiões de estudo são influenciadas por três massas d'águas que, quando comparadas entre si, possuem características peculiares e modelos distintos de distribuição no verão e inverno (Pires 1992): a Água Costeira (AC, temperatura > 20°C e salinidade < 36), a Água Tropical (AT, T > 20°C e S > 36), e a Água Central do Atlântico Sul (ACAS, T < 18°C e S < 36) (Castro Filho *et al.* 1987).

2.2. Amostragem e procedimentos laboratoriais dos portunídeos e dos fatores ambientais

Os indivíduos foram coletados mensalmente, no período de julho de 2001 a junho de 2003, em Ubatuba e Caraguatatuba, litoral norte paulista.

Foram determinados sete transectos com profundidades distintas (5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 m). As coordenadas de latitude e longitude foram registradas em cada ponto por meio de um GPS (*Global Positioning System*) Garmin com acoplamento de uma carta náutica, além de um ecobatímetro para a determinação da profundidade (Figura 1).

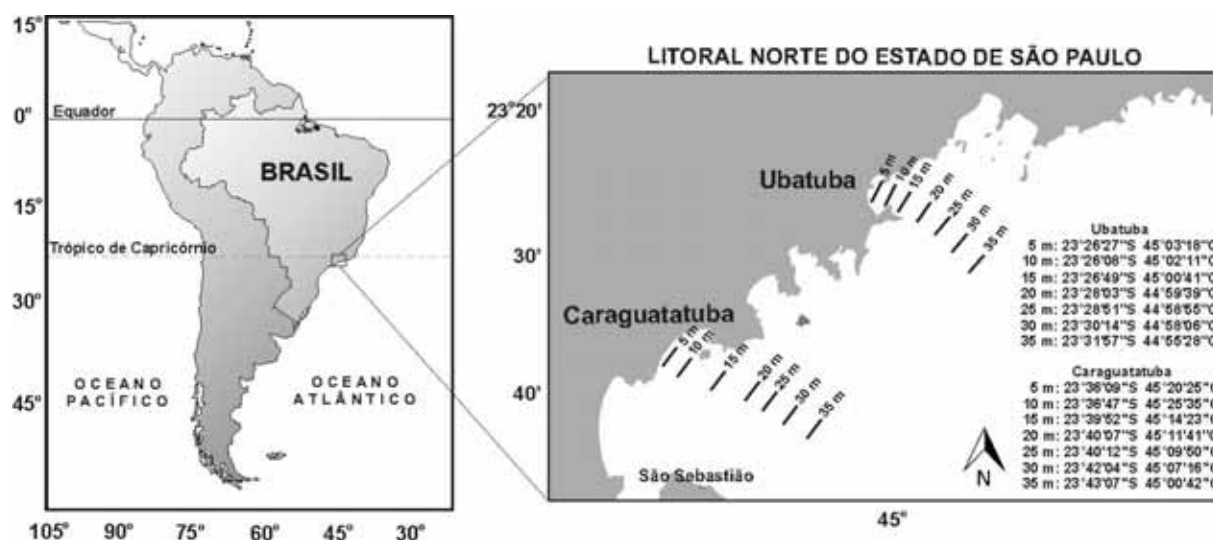


Figura 1 – Mapa evidenciando as profundidades amostradas e suas coordenadas geográficas nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba.

Todas as amostras foram efetuadas com o auxílio de um barco de pesca camaroneiro equipado com motor MWM, com 96 HP de potência, redes do tipo *double-rig* ou mexicana, com 4,5 m de abertura e 7,5 m de comprimento. A distância entrenós da rede na panagem e no saco foram de 20 e 15 mm, respectivamente. Cada profundidade foi arrastada por uma distância de aproximadamente 2 km (30 min), a uma velocidade de 2 nós, abrangendo uma área de 18.000 m². Após o término de cada arrasto, as redes foram recolhidas ao convés e o material biológico passou por uma triagem preliminar e, em seguida, embalado em sacos

plásticos etiquetados e acondicionado em caixas térmicas com gelo picado. No laboratório, os portunídeos foram identificados quanto à espécie, de acordo com Melo (1996), e contados.

As amostras de sedimento, para análise da composição granulométrica e do teor de matéria orgânica, foram coletadas em cada profundidade utilizando um pegador do tipo Van Veen (área de 0,06 m²), acondicionadas em sacos plásticos etiquetados e armazenadas em caixas térmicas com gelo picado, sendo, posteriormente, mantidas em congelador até o momento da análise. Em laboratório, cada amostra de sedimento foi transferida para recipientes de alumínio e submetida a 70°C em uma estufa de secagem e esterilização durante 24 h. Em seguida, uma subamostra de 100 g, para a determinação da granulometria, foi separada para cada profundidade amostrada.

A subamostra foi lavada em uma peneira de 0,063 mm de malha, permitindo, assim, somente a passagem do silte e argila. O sedimento lavado foi novamente colocado em uma estufa a 70°C, por 24 h. Em seguida, a subamostra foi submetida à técnica de peneiramento diferencial, por meio de seis peneiras de malhas diferentes, dispostas em ordem decrescente. A escala americana proposta por Wentworth (1922) foi utilizada para determinar o padrão de textura do sedimento. Essa escala leva em consideração o diâmetro das partículas, sendo dividida em sete frações: cascalho (> 2,0 mm), areia muito grossa (2,0 – 1,0 mm), areia grossa (1,0 – 0,5 mm), areia média (0,5 – 0,25 mm), areia fina (0,25 – 0,125 mm), areia muito fina (0,125 – 0,062 mm) e silte+argila (< 0,062 mm). Desse modo, obteve-se a separação das partículas de diferentes tamanhos do sedimento através do peneiramento, cujos conteúdos de cada peneira foram novamente pesados, estimando-se, assim, a porcentagem média retirada de cada uma. Três classes granulométricas principais foram definidas segundo Magliocca & Kutner (1965): classe A – corresponde a mais de 70% de areia média, areia grossa, areia muito grossa e cascalho; classe B – mais de 70% de areia fina e areia muito fina, e classe C – mais de 70% de silte + argila.

Os valores de ϕ (ϕ) foram calculados a partir da fórmula: $\phi = -\log_2 d$, onde d = diâmetro do grão (mm), obtendo, desse modo, as seguintes classes: -1|—0 (areia muito grossa), 0|—1 (areia grossa), 1|—2 (areia média), 2|—3 (areia fina), 3|—4 (areia muito fina) e > 4 (silte + argila). A partir dos valores obtidos, as medidas de tendência central foram calculadas, as quais determinaram as frações granulométricas mais frequentes no sedimento. Esses valores foram calculados com base em dados extraídos graficamente de curvas acumulativas de distribuição de frequência das amostras do sedimento. Finalmente, os valores correspondentes aos 16°, 50° e 84° percentis foram utilizados para determinar o diâmetro médio (DM), mediante a fórmula $DM = (\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84})/3$ (Suguio 1973).

Em todas as profundidades foram efetuadas medidas de temperatura da água (°C) e salinidade de fundo, utilizando termômetro de mercúrio (precisão = 0,5°C) e refratômetro óptico específico (precisão = 0,5), respectivamente. As amostras de água de fundo foram obtidas utilizando-se uma garrafa de Nansen. Os valores de salinidade foram utilizados exclusivamente para caracterização das regiões estudadas quanto à influência das massas d'água.

2.3. Análise de dados

Para caracterização, quanto às espécies de portunídeos, dos locais e períodos amostrados durante o estudo, foram determinados: as abundâncias absoluta e relativa; a riqueza (S), representada pelo número de espécies presentes na amostra; a diversidade (H'), estimada pelo índice de Shannon-Wiener (1949), através da fórmula $H' = \sum_{i=1}^S (P_i) (\log_2 P_i)$, onde P_i é o resultado do número de indivíduos da espécie i na amostra dividido pelo número total de indivíduos; a equidade (J'), calculada pela equação $J' = H'/\log_2 S$, segundo Pielou (1975); e o índice de dominância de Berger-Parker (d), calculado pela expressão $d =$

$N_{máx}/N_T$, sendo d o grau de dominância, $N_{máx}$ o número de indivíduos da espécie mais abundante, e N o número total de indivíduos.

Os índices de diversidade foram comparados entre as profundidades e as estações do ano (verão: janeiro - março, outono: abril - junho, inverno: julho - setembro, primavera: outubro - dezembro) em cada região, aplicando-se análise de variância (ANOVA Fatorial, $\alpha = 5\%$) e, posteriormente, quando necessário, o teste de comparações múltiplas Tukey ($\alpha = 5\%$). Tais testes paramétricos foram utilizados, uma vez que as premissas de normalidade (Kolmogorov-Smirnov, $p > 0,05$) e homocedasticidade (Levene, $p > 0,05$) dos dados de diversidade foram satisfatórias (Zar 2010). Aplicou-se correlação de Spearman (teste não paramétrico, $\alpha = 5\%$) para cada região, a fim de testar possíveis relações entre os fatores ambientais phi (sedimento) e temperatura de fundo e os índices de diversidade.

Apenas as espécies mais abundantes, *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 e *Portunus spinicarpus* (Stimpson, 1871), que juntas somaram mais de 80% em cada região, foram representadas nos resultados de abundância, apesar das demais espécies capturadas terem sido utilizadas para os cálculos de porcentagem. A correlação de Spearman ($\alpha = 5\%$) foi utilizada para testar relações significativas entre os fatores ambientais phi (sedimento) e temperatura de fundo e a abundância das duas espécies.

3. RESULTADOS

3.1. Fatores ambientais

De acordo com a figura 2, verificou-se que a porcentagem das frações sedimentares variou conforme as profundidades, porém houve predominância de sedimento com diâmetro menor (classe B e/ou C). Em Ubatuba, das menores às maiores profundidades, observou-se diminuição na porcentagem de silte + argila (classe C) e consequente aumento de frações sedimentares grossas e finas (classes A e B). Assim, o valor médio de phi foi diminuindo conforme foi aumentando a profundidade. Em Caraguatatuba, as profundidades intermediárias (15 e 20 m) apresentaram maiores porcentagens de silte + argila (classe C) e as demais profundidades apresentaram maior porcentagem de areia fina e muito fina (classe B). A porcentagem de sedimento mais grosso (classe A) foi aumentando de acordo com o aumento da profundidade. Desse modo, os valores de phi foram maiores nos 15 e 20 m e menores nos 30 e 35 m.

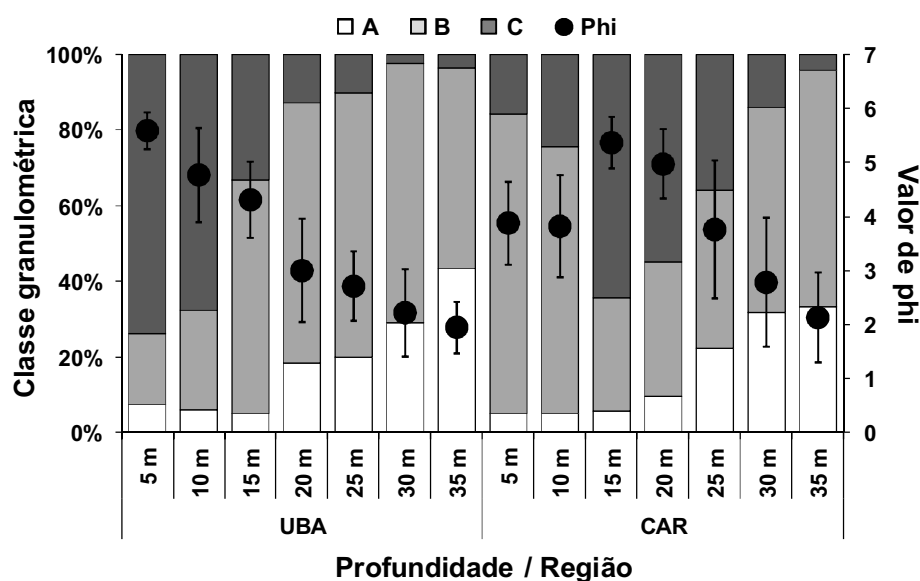


Figura 2 – Porcentagens das classes granulométricas e valores de phi nas profundidades amostradas nas regiões de Ubatuba (UBA) e Caraguatatuba (CAR), durante o período de julho/2001 a junho/2003. A: classe A, B: classe B, C: classe C (ver detalhes no Material & Métodos).

De acordo com o diagrama T-S (temperatura e salinidade de fundo) foi possível identificar a ação e/ou reflexo de três massas d'água atuando nas regiões de estudo. Entre tais massas, houve o predomínio da AC em ambas as regiões. Em Ubatuba, durante a primavera, foi possível verificar valores de temperatura e salinidade que sugerem a influência da ACAS, enquanto em Caraguatatuba, apenas seu reflexo foi percebido (Figura 3). Em ambas as regiões, os menores valores de temperatura foram registrados nas maiores profundidades (a partir dos 15 m).

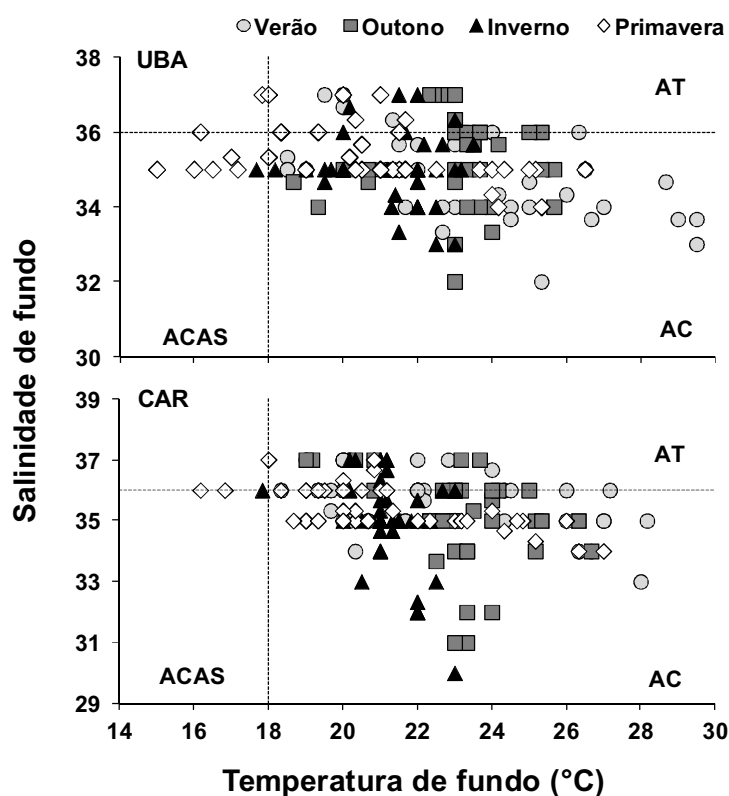


Figura 3 – Diagrama T-S (temperatura-salinidade) caracterizando três massas d'água nas regiões de Ubatuba (UBA) e Caraguatatuba (CAR) de acordo com as estações do ano, durante o período de julho/2001 a junho/2003. AT: Água Tropical, ACAS: Água Central do Atlântico Sul, AC: Água Costeira.

3.2. Portunídeos

Durante o período de estudo, oito espécies da família Portunidae foram obtidas (Tabela I).

Todas as espécies de portunídeos listadas na tabela I foram registradas em Ubatuba ($S = 8$), enquanto em Caraguatatuba apenas *Portunus ordwayi* (Stimpson, 1860) não foi coletada ($S = 7$). Apesar da menor riqueza, o índice de diversidade e a equidade de Caraguatatuba ($H' = 1,69$ bits/ind e $J' = 0,60$) foram maiores que de Ubatuba ($H' = 1,45$ bits/ind e $J' = 0,48$).

Tabela I – Espécies de portunídeos capturadas e suas abundâncias nas duas regiões estudadas, durante o período de julho/2001 a junho/2003.

Infraordem Brachyura Latreille, 1802					
Superfamília Portunoidea Rafinesque, 1815	Ubatuba		Caraguatatuba		
Família Portunidae Rafinesque, 1815	N	%	N	%	Total
<i>Arenaeus cribrarius</i> (Lamarck, 1818)	217	2,2	719	7,5	936
<i>Callinectes danae</i> Smith, 1869	561	5,81	113	1,2	674
<i>Callinectes ornatus</i> Ordway, 1863	6.660	69,1	3.946	40,9	10.606
<i>Charybdis hellerii</i> (A. Milne Edwards, 1867)	1	0,01	1	0,01	2
<i>Cronius ruber</i> (Lamarck, 1818)	2	0,02	1	0,01	3
<i>Portunus ordwayi</i> (Stimpson, 1860)	1	0,01	0	0	1
<i>Portunus spinicarpus</i> (Stimpson, 1871)	1.272	13,2	4.140	42,9	5.412
<i>Portunus spinimanus</i> Latreille, 1819	931	9,65	722	7,48	1.653
Total	9.645	100	9.642	100	19.287

Especialmente, a maior riqueza em Ubatuba foi registrada na profundidade de 5 m ($S = 6$), enquanto os maiores índice de diversidade e equidade foram verificados nos 20 m ($H' = 1,31 \pm 0,2$ bits/ind e $J' = 0,8$) (Figura 4). Estatisticamente, houve diferença dos índices de diversidade entre as profundidades (Tabela II), sendo o transecto de maior índice (20 m) similar apenas aos 15 e 25 m (Tukey, $p > 0,05$). Em Caraguatatuba, a maior riqueza foi verificada nos 15 m ($S = 6$), porém os maiores valores de diversidade e equidade foram

registrados na profundidade de 5 m ($H' = 1,16 \pm 0,17$ bits/ind e $J' = 0,71$) (Figura 4). Segundo a análise de variância, os transectos apresentaram diferença estatística (Tabela II), sendo os 5 m diferente dos 25 e 30 m (Tukey, $p < 0,05$).

Temporalmente, as maiores riquezas foram registradas durante o inverno/01, verão/02 e outono/02-03 ($S = 6$), e os maiores índices de diversidade e equidades foram observados no inverno/01 ($H' = 1 \pm 0,4$ bits/ind e $J' = 0,66$) e outono/03 ($H' = 1,02 \pm 0,54$ bits/ind e $J' = 0,61$) em Ubatuba (Figura 5). Estatisticamente, houve diferença dos índices de diversidade entre as estações do ano (Tabela II), sendo o inverno/01 diferente da primavera/01 e do verão/02-03 (Tukey, $p < 0,05$), estações de menores índices. Em Caraguatatuba, a maior riqueza ocorreu no outono/02 ($S = 6$), e os maiores valores de diversidade e equidade foram registrados durante o inverno/01 ($H' = 1,02 \pm 0,49$ bits/ind e $J' = 0,59$) e outono/02 ($H' = 1,01 \pm 0,37$ bits/ind e $J' = 0,52$) (Figura 5). Não houve diferença significativa entre os índices de diversidade e as estações do ano nessa região (Tabela II).

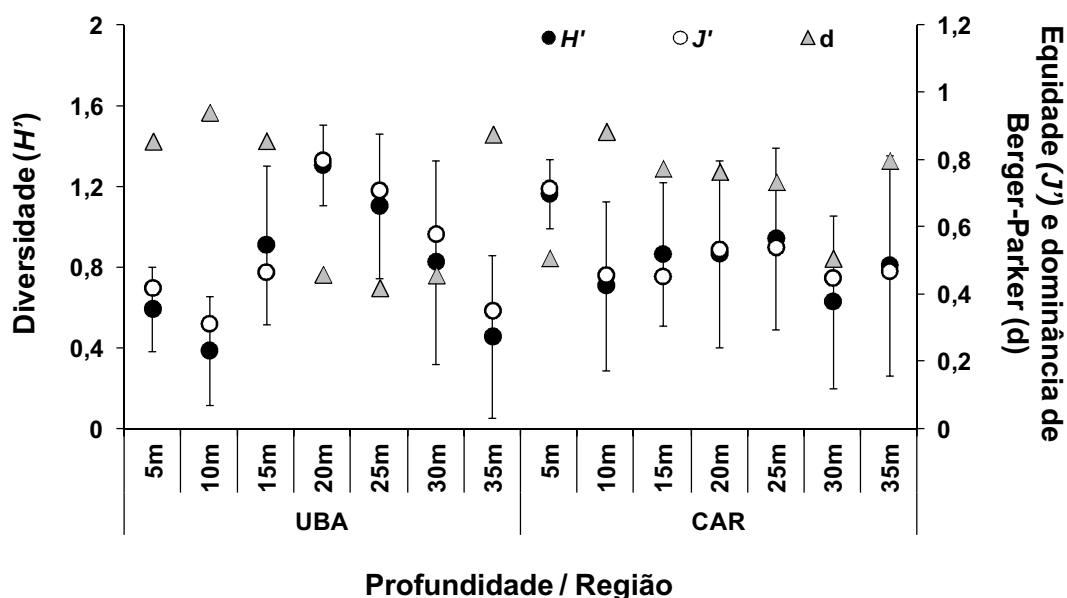


Figura 4 – Índice de diversidade (H'), equidade (J') e dominância de Berger-Parker (d) das profundidades amostradas nas regiões de Ubatuba (UBA) e Caraguatatuba (CAR), durante o período de julho/2001 a junho/2003. $\pm$: desvio padrão do índice de diversidade.

Tabela II – Resultados da análise de variância (ANOVA Fatorial) dos índices de diversidade por estação do ano e profundidade nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba.

Fatores	Ubatuba			Caraguatatuba		
	GL	F	P	GL	F	P
Estações do ano	7	3,89	0,001	7	1,51	0,17
Profundidades (transectos)	6	11,40	<0,001	6	3,25	0,01
Estações do ano x profundidades	42	1,01	0,48	42	1,35	0,11

GL: graus de liberdade; F: variância entre os grupos; p: probabilidade de significância ($\alpha = 5\%$).

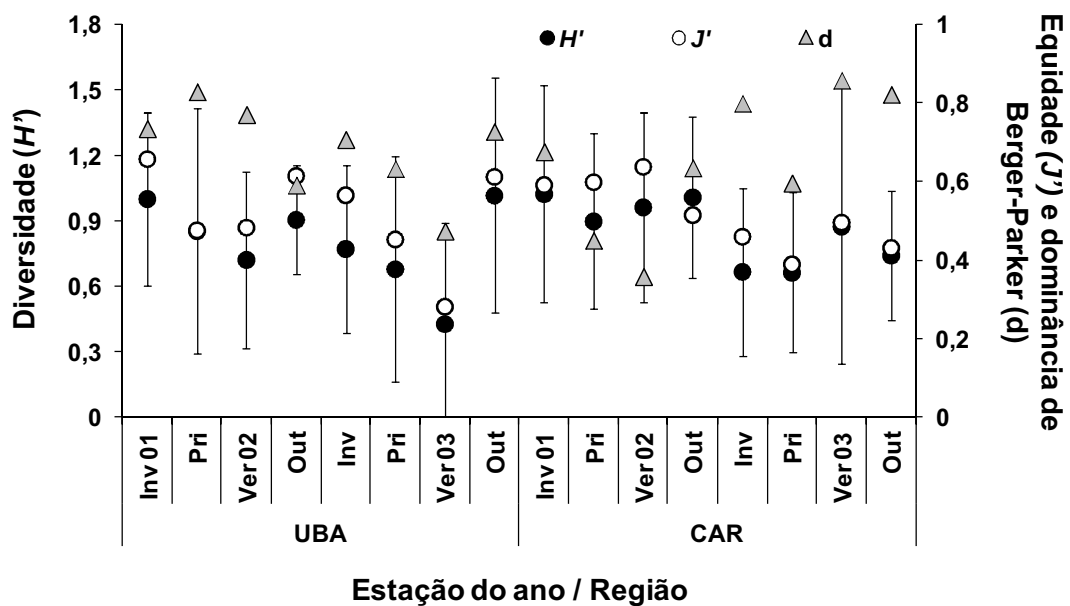


Figura 5 – Índice de diversidade (H'), equidade (J') e dominância de Berger-Parker (d) das estações do ano nas regiões de Ubatuba (UBA) e Caraguatatuba (CAR), durante o período de julho/2001 a junho/2003. Inv: inverno, Pri: primavera, Ver: verão, Out: outono, $\pm$: desvio padrão do índice de diversidade.

Tanto espacial quanto temporalmente, os maiores índices de dominância de Berger-Parker foram registrados onde ocorreram menores índices de diversidade, e vice-versa (Figuras 4 e 5).

De acordo com as correlações de Spearman, os valores de diversidade não apresentaram relação estatística ($p > 0,05$) com os valores de phi e temperatura de fundo em ambas as regiões (Tabela III).

Tabela III – Resultados das correlações de Spearman entre os índices de diversidade (H') e os fatores ambientais, nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba.

Fatores ambientais		Diversidade (H')	
		Ubatuba	Caraguatatuba
Phi (sedimento)	R	-0,22	0,06
	p	0,10	0,63
Temperatura de fundo	R	-0,07	0,04
	p	0,62	0,79

R: coeficiente de correlação; p: probabilidade de significância ($\alpha = 5\%$).

Com relação à abundância, foram capturados 9.645 portunídeos em Ubatuba e 9.642 em Caraguatatuba, a partir de 168 arrastos realizados em cada região (Tabela I).

As espécies *Charybdis hellerii* (A. Milne Edwards, 1867), *Cronius ruber* (Lamarck, 1818) e *P. ordwayi* apresentaram abundância relativa extremamente baixa, sendo a soma da porcentagem dessas espécies menor que 0,1% em cada região. Em Ubatuba, a espécie mais abundante foi *C. ornatus*, com 69,1%, seguida de *P. spinicarpus*, com 13,2%. Em Caraguatatuba, registrou-se o oposto, com *P. spinicarpus* sendo a espécie mais abundante, com 42,9%, seguida de *C. ornatus*, com 40,9%. Nas figuras 6 e 7 estão representadas apenas as duas espécies mais abundantes durante o estudo. As porcentagens dos indivíduos variaram diferentemente entre as duas espécies, i.e., *C. ornatus* foi altamente abundante de 5 a 15 m de Ubatuba e de 10 a 25 m de Caraguatatuba, enquanto *P. spinicarpus* foi mais abundante nos 35 m de profundidade de ambas as regiões (Figura 6). Temporalmente, as estações do ano com

maiores porcentagens de *C. ornatus* foram as estações com menores porcentagens de *P. spinicarpus*, e vice-versa (Figura 7).

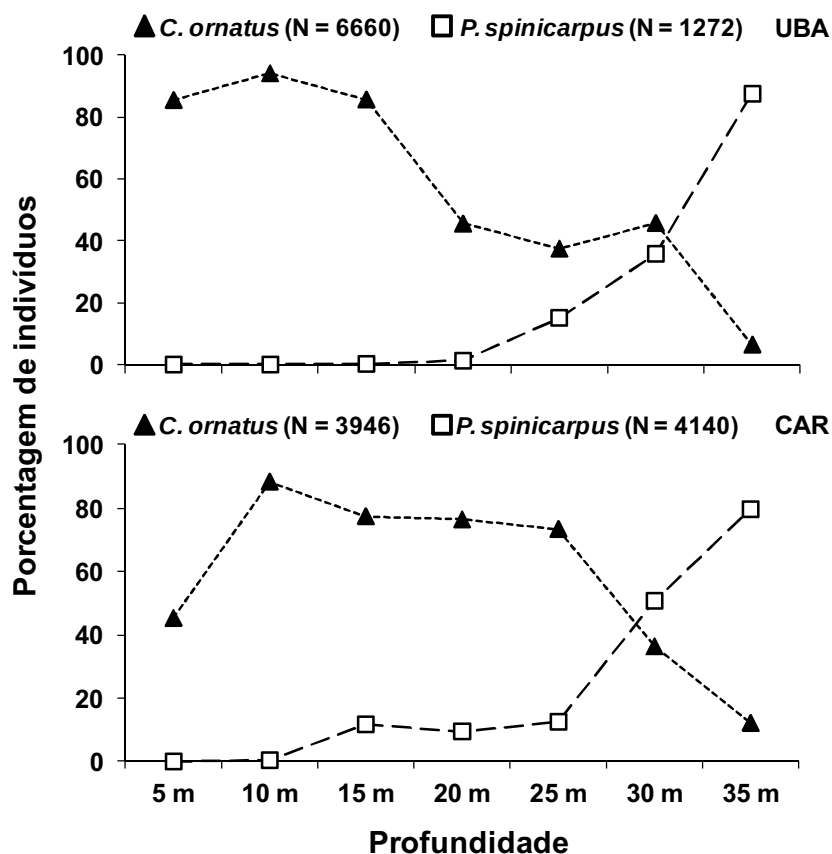


Figura 6 – Porcentagens dos indivíduos de *C. ornatus* e *P. spinicarpus* nas profundidades amostradas das regiões de Ubatuba (UBA) e Caraguatatuba (CAR), durante o período de julho/2001 a junho/2003. Todas as espécies capturadas foram consideradas nos cálculos de porcentagem. N: Número total de indivíduos.

Relacionando o padrão de distribuição espaço-temporal de *C. ornatus* e *P. spinicarpus* e os resultados obtidos pelas correlações de Spearman (Tabela IV), verificou-se que as espécies apresentaram correlações contrárias diante dos fatores ambientais analisados em ambas as regiões. Enquanto *C. ornatus* apresentou correlação positiva com phi e temperatura de fundo, *P. spinicarpus* se correlacionou negativamente com tais fatores ambientais.

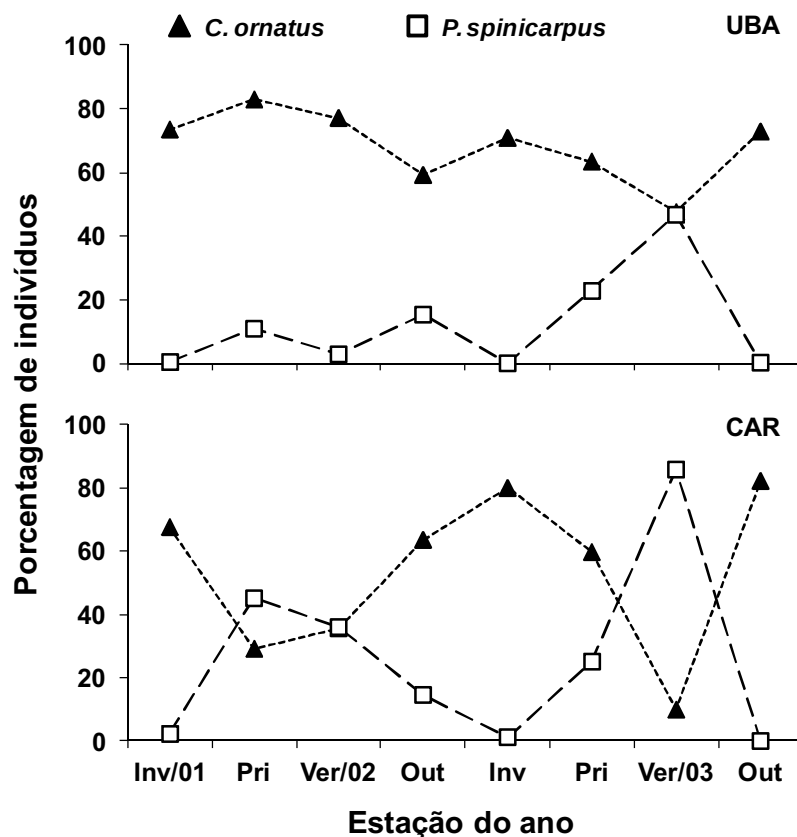


Figura 7 – Porcentagens dos indivíduos de *C. ornatus* e *P. spinicarpus* nas estações do ano nas regiões de Ubatuba (UBA) e Caraguatatuba (CAR), durante o período de julho/2001 a junho/2003. Todas as espécies capturadas foram consideradas nos cálculos de porcentagem.

Tabela IV – Resultados das correlações de Spearman entre a abundância das espécies *C. ornatus* e *P. spinicarpus* e os fatores ambientais, nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba.

Fatores ambientais		Ubatuba		Caraguatatuba	
		<i>C. ornatus</i>	<i>P. spinicarpus</i>	<i>C. ornatus</i>	<i>P. spinicarpus</i>
Phi (sedimento)	R	0,64	-0,46	0,15	-0,30
	p	<0,01	<0,01	0,05	<0,01
Temperatura de fundo	R	0,40	-0,34	0,48	-0,46
	p	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

R: coeficiente de correlação; p: probabilidade de significância ($\alpha = 5\%$).

4. DISCUSSÃO

As regiões de Ubatuba e Caraguatatuba apresentaram alta riqueza de Portunidae durante o período de estudo. Considerando o total de 21 portunídeos registrados na costa brasileira, incluindo as 20 espécies registradas por Melo (1996) e a espécie introduzida *C. hellerii* (Negreiros-Fransozo 1996), aproximadamente 38% dessas espécies ocorreram nas regiões estudadas. Essa porcentagem pode ser considerada alta, comparando a grande extensão da costa brasileira às regiões amostradas. Outros estudos também registraram alta riqueza de espécies no litoral norte de São Paulo (Pires 1992, Sumida & Pires-Vanin 1997, Fransozo *et al.* 1998, 2002, 2008, 2012, Costa *et al.* 2000, Mantelatto & Fransozo 2000, Graça-Lopes *et al.* 2002, Mantelatto & Garcia 2002, Bertini & Fransozo 2004, Bertini *et al.* 2004, 2010, Mantelatto *et al.* 2004, Braga *et al.* 2005, Castilho *et al.* 2008, Alves *et al.* 2011, 2012ab, 2013). Essa porção do litoral paulista, a qual compreende as regiões estudadas, apresenta uma linha de costa bastante recortada, formando várias enseadas que, por sua configuração, apresentam características de semiconfinamento (Mahiques 1995), favoráveis à ocorrência de espécies. Além disso, Ubatuba e Caraguatatuba estão localizadas em uma área de transição entre duas províncias, a Província Argentina (43/44°S – 23°S) e a Província Brasileira (23°S – 8°N), caracterizadas por processos de mistura e instabilidade de massas de água (Boschi 2000), o que permitem uma mistura de faunas tanto de origem tropical/subtropical quanto de origem temperada (Furlan *et al.* 2013). Essas características peculiares das regiões de estudo podem favorecer a ocorrência de espécies, incluindo os portunídeos.

Os locais e períodos onde foram registradas as maiores riquezas não foram, necessariamente, os mesmos que apresentaram os maiores valores de diversidade. Isso ocorre, pois, para o cálculo do índice de diversidade considera-se, além do número de espécies da comunidade biológica, a abundância relativa dessas espécies, a qual influencia também no valor de equidade (Begon *et al.* 2006). Esse valor é relevante para a análise da estrutura de

uma comunidade, pois informa quão discrepante é a abundância entre as espécies. Das oito espécies registradas no presente estudo, *C. hellerii*, *C. ruber* e *P. ordwayi* foram raras, apresentando abundância extremamente baixa, enquanto *C. ornatus* e *P. spinicarpus* foram altamente abundantes em ambas as regiões. Desse modo, essas foram as espécies que mais influenciaram os valores de equidade e diversidade.

Espacialmente, tanto em Ubatuba quanto em Caraguatatuba, as profundidades com maiores índices de diversidade (20 e 5 m, respectivamente) não foram as que apresentaram as maiores riquezas (5 e 15 m, respectivamente). Tal fato está relacionado à maior uniformidade do número de indivíduos por espécie nas profundidades com maiores índices de diversidade, influenciando no aumento da equidade, e à grande abundância de *C. ornatus* nos 5 m de Ubatuba e nos 15 m de Caraguatatuba, fazendo com que o índice de dominância fosse alto nessas profundidades, determinando os menores índices de diversidade e equidade.

Para auxiliar na interpretação das variações nos índices de diversidade encontradas neste estudo, tanto no tempo quanto no espaço, é necessário compreender como os fatores ambientais causam modificações na abundância e distribuição das espécies e, assim, na estrutura das populações, como já verificado em outros estudos realizados (Pires 1992, Fariña *et al.* 1997, Maynou & Cartes 2000, Bosa & Masunari 2002, Cuesta *et al.* 2006, Castilho *et al.* 2008, Bertini *et al.* 2010, Cacabelos *et al.* 2010, Freitas Jr *et al.* 2010, Fransozo *et al.* 2012).

Vários autores têm destacado o tipo de substrato como um dos fatores ambientais responsável pela estrutura de muitas comunidades de crustáceos (Abele 1974, Wenner & Read 1982, Bertini & Fransozo 2004, Lui *et al.* 2007, Garcia Muñoz *et al.* 2008, Moreira *et al.* 2008, Lourido *et al.* 2008, 2010, Cacabelos *et al.* 2010, Fransozo *et al.* 2012). Mahiques *et al.* (2004), estudando a recente sedimentação do sudeste brasileiro resultante da ação hidrodinâmica da região, verificaram que na parte norte (acima da Ilha de São Sebastião), onde estão localizadas as regiões de Ubatuba e Caraguatatuba, há heterogeneidade no

tamanho dos grãos sedimentares, que indicam uma hidrodinâmica mais complexa. A região de Ubatuba, formada por diversas enseadas, foi caracterizada como um mosaico sedimentar, com a Enseada de Ubatuba apresentando uma grande variabilidade sedimentológica (Mahiques 1995), uma vez que apresenta áreas compostas por sedimento mais grosso próximas a áreas com sedimento muito fino, formando diversos tipos de hábitat. O mesmo foi verificado no presente estudo, com profundidades com predominância de silte + argila próximas a profundidades com alta porcentagem de areia fina. Além disso, apesar de ter ocorrido um predomínio de sedimento com diâmetro menor (classes B e C) em todas as profundidades, houve um aumento nas porcentagens de sedimento grosso a partir dos 20 m.

De acordo com Wenner *et al.* (1983), áreas com maior complexidade do substrato suportam maior diversidade, pois permitem a formação de vários micro-hábitats favoráveis ao estabelecimento de espécies, e Abelló *et al.* (1988) verificaram que a complexidade ambiental depende da composição sedimentar, a qual pode tornar o ambiente mais heterogêneo. Assim, a maior diversidade de organismos em ambientes bentônicos pode estar relacionada à maior complexidade ambiental, a qual pode estar associada à maior variabilidade do sedimento. A presença de diferentes tipos de sedimento pode permitir a coexistência de várias espécies através do uso diferencial do espaço. Enquanto algumas espécies podem usar um tipo de substrato como abrigo, outras podem utilizá-lo como fonte de nutrição, onde as partículas orgânicas são obtidas, e, assim, reduzindo as interações competitivas entre elas (Abele 1974, 1976). No presente estudo, a heterogeneidade do sedimento, caracterizada pela combinação de diferentes classes sedimentares, foi determinada através das porcentagens granulométricas, uma vez que as coletas foram realizadas em substrato não consolidado, o qual pode influenciar na composição da fauna e, consequentemente, na diversidade.

Para as espécies de portunídeos estudadas em Ubatuba e Caraguatatuba, os locais com sedimento mais heterogêneo não foram os locais com maiores valores de diversidade.

Provavelmente, esse fato está relacionado à biologia das espécies foco deste estudo, uma vez que tais pertencem à mesma família, a Portunidae. De acordo com McLay & Osborne (1985), os portunídeos estão adaptados à rápida natação e escavação, devido à forma achatada do corpo, e segundo Schweitzer & Feldmann (2006), os indivíduos utilizam o quinto par de pereiópodo para cobrir o corpo com uma fina camada de sedimento e, assim, se esconder de predadores ou ficar à espreita de presas. Considerando que provavelmente todas as espécies de portunídeos capturadas apresentam comportamentos similares frente ao substrato, uma profundidade com sedimento mais heterogêneo não seria selecionada por várias espécies para utilização diferencial dos diferentes grãos sedimentares. Contudo, o sedimento pode influenciar na distribuição das espécies separadamente, considerando suas preferências a um determinado tipo sedimentar que mais facilitaria o desempenho de seus comportamentos. As espécies mais abundantes, por exemplo, apresentaram diferentes preferências frente à composição sedimentar. Apesar da predominância de sedimento com granulometria mais fina em todas as profundidades de ambas as regiões, *C. ornatus* selecionou as profundidades com maiores porcentagens de lodo e areia fina e muito fina, enquanto *P. spinicarpus* selecionou as profundidades com maior porcentagem de grãos com diâmetros maiores. Desse modo, foi a variação na abundância dessas duas espécies a responsável pelas variações nos valores de diversidade e equidade registradas nas diferentes profundidades, sendo os locais de maiores índices os que apresentaram abundância relativa mais homogênea entre as espécies.

Apesar da constatação no presente estudo de que os locais com composição sedimentar mais heterogênea não foram os locais com maior diversidade, é importante ressaltar que, além da família Portunidae, há uma significativa comunidade biológica, incluindo outros crustáceos, documentada na região estudada (Pires 1992, Santos & Pires-Vanin 2004, Fransozo *et al.* 2012), que pode alterar os índices de diversidade nas diferentes profundidades e estações do ano.

Temporalmente, as estações do ano com maiores índices de diversidade estão relacionadas à maior equidade, a qual indica que a abundância relativa das espécies foi mais homogênea. Assim como nas diferentes profundidades, as espécies *C. ornatus* e *P. spinicarpus* estiveram diretamente relacionadas às variações sazonais nos índices de diversidade. A temperatura foi um fator ambiental importante na variação da abundância dessas espécies, uma vez que tais alternaram em dominância, seguindo a variação sazonal de temperatura, provocada pelas massas d'água. A espécie *P. spinicarpus* pode ser considerada indicadora da presença da massa d'água fria ACAS, uma vez que tal espécie é normalmente encontrada nos meses de intrusão da mesma (verão e primavera), principalmente nas maiores profundidades. Pires (1992), estudando a região de Ubatuba, verificou que *P. spinicarpus* representou, aproximadamente, 90% da megafauna bentônica na área influenciada pela ACAS, e que no verão, em profundidades maiores que 50 m, o índice de diversidade foi próximo a zero, devido à massiva presença dessa espécie. Por outro lado, a espécie *C. ornatus* não tolera baixos valores de temperatura, como evidenciado na correlação entre abundância dos indivíduos e a temperatura no presente estudo. Assim, a abundância dessa espécie foi maior, principalmente, durante o outono e o inverno, estações do ano onde a AC predominou, ou nas menores profundidades durante o verão e a primavera, locais onde não há influência da ACAS.

Como verificado, *C. ornatus* e *P. spinicarpus* são as espécies dominantes que alternam em abundância entre as profundidades e as estações do ano, influenciando diretamente na diversidade. A presença dessas duas espécies contribui decisivamente para a existência e manutenção da comunidade bentônica, sendo suas ocorrências relacionadas a diferentes tipos sedimentares e diferentes massas d'água que ocorrem na região. De acordo com Pires (1992), o padrão geral de estabilidade parece ser mantido por ajustes dentro da própria comunidade,

os quais ocorrem quando o aumento na abundância de uma espécie é seguido pela redução de outra.

A dominância de tais espécies nas regiões estudadas pode ser atribuída à combinação de fatores bióticos e abióticos, como o sucesso nas interações intra e interespecíficas, nas estratégias reprodutivas, no uso dos recursos, e nas atividades envolvendo muda e crescimento, que resultam em uma possível redução da taxa de mortalidade (Meireles *et al.* 2011). Ambas as espécies são carnívoras generalistas (Pires-Vanin *et al.* 1993), fato que as tornam melhor adaptadas ao ambiente, por enfrentarem com menos frequência limitações quanto aos recursos alimentares no hábitat. Além disso, *P. spinicarpus*, com a entrada da ACAS na região, entra na plataforma interna do litoral norte paulista e tem à sua disposição uma maior quantidade de recursos alimentares, uma vez que a ACAS desaloja da plataforma interna as espécies que habitam águas mais quentes, empurrando-as para áreas mais costeiras (Pires 1992). Desse modo, as condições ambientais das regiões de estudo favorecem o estabelecimento e desenvolvimento dessas espécies, tornando-as bem adaptadas.

5. REFERÊNCIAS

- Ab'Sáber AN. 1955. Contribuição à geomorfologia do litoral paulista. *Revista Brasileira de Geografia* 17 (1): 3-37.
- Abele LG. 1974. Species diversity of decapods crustaceans in marine habitats. *Ecology* 55: 156-161.
- Abele LG. 1976. Comparative species composition and relative abundance of decapods crustaceans in marine habitats of Panama. *Marine Biology* 38: 263-270.
- Abelló P, Valladares FJ & Castellón A. 1988. Analysis of the structure of decapod crustacean assemblages off the Catalan coast (North-West Mediterranean). *Marine Biology* 98: 39-49.
- Alves DFR, Barros-Alves SP & Cobo VJ. 2011. Composition and abundance of porcellanid crabs (Crustacea: Decapoda: Anomura) from rocky bottoms off Vitória Island, southeast coast of Brazil. *Zoologia* 28 (2): 214-218.
- Alves DFR, Barros-Alves SP, Cobo VJ, Lima DJM & Fransozo A. 2012a. Checklist of the brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) in the rocky subtidal of Vitória Archipelago, southeast coast of Brazil. *Check List* 8 (5): 940-950.
- Alves DFR, Barros-Alves SP, Lima DJM, Cobo VJ & Negreiros-Fransozo ML. 2013. Brachyuran and anomuran crabs associated with *Schizoporella unicornis* (Ectoprocta, Cheilostomata) from southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 85 (1): 245-256.
- Alves DRF, Carvalho MCR, Barros-Alves SP & Cobo VJ. 2012b. Brachyuran crabs (Decapoda, Brachyura) associated with the green sponge *Amphimedon viridis* (Demospongiae) from Itaguá Beach, south-eastern coast of Brazil. *Crustaceana* 85 (4-5): 497-512.
- Andrade HA. 1998. A produção da pesca industrial em Santa Catarina. *Notas Técnicas da FACIMAR* 2: 1-16.
- Bakir WMA & Healy B. 1995. Reproductive cycle of the velvet swimming crab *Necora puber* (L.) (Decapoda, Brachyura, Portunidae) on the east coast of Ireland. *Irish Fisheries Investigations, Series B (Marine)* 43: 3-13.

- Baptista-Metri C, Pinheiro MAA, Blankensteyn A & Borzone CA. 2005. Biologia populacional e reprodutiva de *Callinectes danae* Smith (Crustacea, Portunidae), no Balneário Shangri-lá, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22 (2): 446-453.
- Barreto AV, Batista-Leite LMA & Aguiar MCA. 2006. Maturidade sexual das fêmeas de *Callinectes danae* (Crustacea, Decapoda, Portunidae) nos estuários dos rios Botafogo e Carrapicho, Itamaracá, PE, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia* 96 (2): 141-146.
- Begon M, Townsend CR & Harper JL. 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*. 4th ed., Blackwell Publishing, USA, 700 p.
- 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 & Melo GAS. 2004. Biodiversity of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from non-consolidated sublittoral bottom on the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 13: 2185-2207.
- Bertini G, Fransozo A & Negreiros-Fransozo ML. 2010. Brachyuran soft-bottom assemblage from marine shallow waters in the southeastern Brazilian littoral. *Marine Biodiversity* 40: 277-291.
- Bosa CR & Masunari S. 2002. Crustáceos decápodos associados aos bancos de *Phragmatopoma caudata* (Kröyer) (Polychaeta, Sabellariidae) na Praia de Caiobá, Matinhos, Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia* 19 (1): 117-133.
- Boschi EE. 2000. Species of decapod crustaceans and their distribution in the marine zoogeographic provinces. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero* 13: 7-136.
- Braga AA, Fransozo A, Bertini G & Fumis PB. 2005. Composição e abundância dos caranguejos (Decapoda, Brachyura) nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba, litoral norte paulista, Brasil. *Biota Neotropica* 5 (2). Recuperado de <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/pt/abstract?article+BN00205022005>
- Branco JO & Fracasso HAA. 2004a. Biologia populacional de *Callinectes ornatus* (Ordway) na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21 (1): 91-96.

- Branco JO & Fracasso HAA. 2004b. Ocorrência e abundância da carcinofauna acompanhante na pesca do camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* Heller (Crustacea, Decapoda), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21 (2): 295-301.
- Cacabelos E, Lourido A & Troncoso JS. 2010. Composition and distribution of subtidal and intertidal crustacean assemblages in soft-bottoms of the Ria de Vigo (NW Spain). *Scientia Marina* 74 (3): 455-464.
- Castilho AL, Pie MR, Fransozo A, Pinheiro AP & Costa RC. 2008. The relationship between environmental variation and species abundance in shrimp community (Crustacea: Decapoda: Penaeoidea) in south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 88 (1): 119-123.
- Castro Filho BM, Miranda LB & Myao SY. 1987. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 35 (2): 135-151.
- Costa RC, Fransozo A, Mantelatto FLM & Castro RH. 2000. Occurrence of shrimp species (Crustacea: Decapoda: Natantia: Penaeidea and Caridea) in Ubatuba Bay, Ubatuba, SP, Brazil. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 113 (3): 776-781.
- Cuesta JA, González-Ortegón E, Rodríguez A, Baldó F, Vilas C & Drake P. 2006. The decapod crustacean community of the Guadalquivir Estuary (SW Spain): seasonal and inter-year changes in community structure. *Hydrobiologia* 557: 85-95.
- Dineshbabu AP. 2011. Biology and exploitation of the crucifix crab, *Charybdis (Charybdis) feriata* (Linnaeus, 1758) (Brachyura: Portunidae) from Karnataka coast, India. *Indian Journal of Fisheries* 58 (1): 25-29.
- Fariña AC, Freire J & González-Gurriarán E. 1997. Megabenthic decapod crustacean assemblages on the Galician continental shelf and upper slope (north-west Spain). *Marine Biology* 127: 419-434.
- Fransozo A, Bertini G, Braga AA & Negreiros-Fransozo ML. 2008. Ecological aspects of hermit crabs (Crustacea, Anomura, Paguroidea) off the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Aquatic Ecology* 42: 437-448.

- Fransozo A, Costa RC, Mantelatto FLM, Pinheiro MAA & Santos S. 2002. *Composition and abundance of shrimp species (Penaeidea and Caridea) in Fortaleza Bay, Ubatuba, São Paulo, Brazil*. In: Escobar-Briones E & Alvarez F (eds.), *Modern Approaches to the Study of Crustacea*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, pp. 117-123.
- Fransozo A, Furlan M, Fransozo V, Bertini G, Costa RC & Fernandes-Góes LC. 2012. Diversity of decapod crustaceans at the interface of unconsolidated seabed areas and rocky shores in tropical/subtropical Brazil. *African Journal of Marine Science* 34 (3): 361-371.
- Fransozo A, Mantelatto FLM, Bertini G, Fernandez-Góes LC & Martinelli JM. 1998. Distribution and assemblages of anomuran crustaceans in Ubatuba Bay, north coast of São Paulo State, Brazil. *Acta Biologica Venezuelica* 18 (4): 17-25.
- Freitas Jr F, Christoffersen ML & Branco JO. 2010. Monitoring of carcinofauna abundance and diversity during eight years of expressway construction in Santa Catarina, Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research* 38 (3): 461-473.
- Furlan M, Castilho AL, Fernandes-Góes LC, Fransozo V, Bertini G & Costa RC. 2013. Effect of environmental factors on the abundance of decapods crustaceans from soft bottoms off southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 85 (4), DOI <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201394812>
- García Muñoz JE, Manjón-Cabeza ME & García Raso JE. 2008. Decapod crustacean assemblages from littoral bottoms of the Alborán Sea (Spain, west Mediterranean Sea): spatial and temporal variability. *Scientia Marina* 72 (3): 437-449.
- Graça-Lopes R, Tomás ARG, Tutui SLS, Severino-Rodrigues E & Puzzi A. 2002. Fauna acompanhante da pesca camaroeira no litoral do Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca* 28 (2): 173-188.
- Heck KL & Wetstone GS. 1977. Habitat complexity and invertebrate species richness and abundance in tropical seagrass meadows. *Journal of Biogeography* 4: 135-142.
- Lai JCY, Ng PKL & Davie PJF. 2010. A revision of the *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) species complex (Crustacea: Brachyura: Portunidae), with the recognition of four species. *The Raffles Bulletin of Zoology* 58 (2): 199-237.

- Lavrado HP, Falcão APC, Carvalho-Cunha P & Silva SHG. 2000. Composition and distribution of Decapoda from Guanabara Bay, RJ. *Nauplius* 8 (1): 15-23.
- Lourido A, Moreira J & Troncoso JS. 2008. Assemblages of peracarid crustaceans in subtidal sediments from the Ría de Aldán (Galicia, NW Spain). *Helgoland Marine Research* 62: 289-301.
- Lourido A, Moreira J & Troncoso JS. 2010. Spatial distribution of benthic macrofauna in subtidal sediments of the Ría de Aldán (Galicia, northwest Spain). *Scientia Marina* 74 (4): 705-715.
- Lui KKY, NG JSS & Leung KMY. 2007. Spatio-temporal variations in the diversity and abundance of commercially important Decapod and Stomatopoda in subtropical Hong Kong waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 72: 635-647.
- Magliocca A & Kutner AS. 1965. Sedimentos de fundo da Enseada do Flamengo, Ubatuba, SP. *Contribuições do Instituto Oceanográfico* 198: 1-15.
- Mahiques MM, Tessler MG, Ciotti AM, Silveira ICA, Souza SHM, Figueira RCL, Tassinari CCG, Furtado VV & Passos RF. 2004. Hydrodynamically driven patterns of recent sedimentation in the shelf and upper slope off Southeast Brazil. *Continental Shelf Research* 24: 1685-1697.
- Mahiques MM. 1995. Dinâmica sedimentar atual nas enseadas da região de Ubatuba, Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 43 (2): 111-122.
- Maier ELB & Quevedo Neto PS. 2009. A pesca do siri no estuário da Lagoa dos Patos – RS. *Geografia: Ensino & Pesquisa* 13 (2): 363-370.
- Mantelatto FL, Faria FCR, Biagi R & Melo GAS. 2004. Majoid crabs community (Crustacea: Decapoda) from infralittoral rocky/sandy bottom of Anchieta Island, Ubatuba. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 47 (2): 273-279.
- Mantelatto FLM & Fransozo A. 1999. Characterization of the physical and chemical parameters of Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo State, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 59 (1): 23-31.
- Mantelatto FLM & Fransozo A. 2000. Brachyuran community in Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo State, Brazil. *Journal of Shellfish Research* 19 (2): 701-709.

- Mantelatto FLM & Garcia RB. 2002. *Hermit crab fauna from the infralittoral zone of Anchieta Island (Ubatuba, Brazil)*. In: Escobar-Briones E & Alvarez F (eds.), *Modern Approaches to the Study of Crustacea*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, pp. 137-145.
- Maynou F & Cartes JE. 2000. Community structure of bathyal decapod crustaceans off south-west Balearic Islands (western Mediterranean): seasonality and regional patterns in zonation. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 80: 789-798.
- McLay CL & Osborne TA. 1985. Burrowing behaviour of the paddle crab *Ovalipes catharus* (White, 1843) (Brachyura: Portunidae). *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 19: 125-130.
- Meireles AL, Biagi R, Fransozo A & Mantelatto FL. 2011. *Os ermitões (Crustacea, Anomura)*. In: Amaral ACZ & Nallin SAH (orgs.), *Biodiversidade e ecossistemas bentônicos marinhos do litoral norte de São Paulo, Sudeste do Brasil*. UNICAMP/IB, Campinas, São Paulo, 573 p.
- Melo GAS. 1996. *Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro*. Plêiade/FAPESP, São Paulo, 604 p.
- Melo GAS. 2008. The Brachyura (Decapoda) of Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Nauplius* 16 (1): 1-22.
- Menge BA & Sutherland JP. 1976. Species diversity gradients: synthesis of the roles of predation, competition, and temporal heterogeneity. *The American Naturalist* 110: 351-369.
- Moreira J, Lourido A & Troncoso JS. 2008. Diversity and distribution of peracarid crustaceans in shallow subtidal soft bottoms at the Ensenada de Baiona (Galicia, N.W. Spain). *Crustaceana* 81 (9): 1069-1089.
- Negreiros-Fransozo ML, Fransozo A, Pinheiro MAA, Mantelatto FLM & Santos S. 1991. Caracterização física e química da Enseada de Fortaleza, Ubatuba, SP. *Revista Brasileira de Geociências* 21 (2): 114-120.
- Negreiros-Fransozo ML, Mantelatto FLM & Fransozo A. 1999. Population biology of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) from Ubatuba (SP), Brazil. *Scientia Marina* 63 (2): 157-163.

- Negreiros-Fransozo ML. 1996. The zoea I of *Charybdis helleri* (A. Milne-Edwards, 1867) (Decapoda, Portunidae) obtained in laboratory. *Nauplius* 4: 165-168.
- Nevis AB, Martinelli JM, Carvalho ASS & Nahum VJI. 2009. Abundance and spatial-temporal distribution of the family Portunidae (Crustacea, Decapoda) in the Curuçá Estuary on the northern coast of Brazil. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology* 13 (1): 71-79.
- Paine RT. 1966. Food web complexity and species diversity. *The American Naturalist* 100: 65-75.
- Pauly D, Christensen V, Guénette S, Pitcher TJ, Sumaila UR, Walters CJ, Watson R & Zeller D. 2002. Towards sustainability in world fisheries. *Nature* 418: 689-695.
- Pielou EC. 1975. *Ecological diversity*. Wiley-Inter-science, New York, 165 p.
- Pires AMS 1992. Structure and dynamics of benthic megafauna on the continental shelf offshore of Ubatuba, southeastern Brazil. *Marine Ecology Progress Series* 86: 63-76.
- Pires-Vanin AMS, Rossi-Wongtschowski CLB, Aidar E, Mesquita SL, Soares LSH, Katsuragawa M & Matsuura Y. 1993. Estrutura e função do ecossistema de plataforma continental do Atlântico Sul brasileiro: síntese e dos resultados. *Publicação Especial do Instituto Oceanográfico* 10: 217-231.
- Ricklefs RE & Miller GL. 1999. *Ecology*. 4th ed., W.H. Freeman and Company, New York, 822 p.
- Roman-Contreras R. 1986. Análisis de la población de *Callinectes spp.* (Decapoda: Portunidae) en el sector occidental de la Laguna de Terminos, Campeche, México. *Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 13 (1): 315-32.
- Santos MFL & Pires-Vanin AMS. 2004. Structure and dynamics of the macrobenthic communities of Ubatuba Bay, southeastern Brazilian coast. *Brazilian Journal of Oceanography* 52 (1): 59-73.
- Schweitzer CE & Feldmann RM. 2006. *Are paddle-like pereopods a phylogenetically appropriate character within the Brachyura?* Paper presented at the 40th Annual Meeting, Akron, Ohio. The Geological Society of America. Recuperado de https://gsa.confex.com/gsa/2006NC/finalprogram/abstract_102742.htm
- Severino-Rodrigues E, Guerra DSF & 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 da Pesca* 28 (1): 33-48.

- Severino-Rodrigues E, Musiello-Fernandes J, Moura AAS, Branco GMP & Canéo VOC. 2012. Biologia reprodutiva de fêmeas de *Callinectes danae* (Decapoda, Portunidae) no complexo estuarino-lagunar de Iguape e Cananéia (SP). *Boletim do Instituto de Pesca* 38 (1): 31-41.
- Severino-Rodrigues E, Pita JB & Graça-Lopes R. 2001. Pesca artesanal de siris (Crustacea, Decapoda, Portunidae) na região estuarina de Santos e São Vicente (SP), Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca* 27 (1): 7-19.
- Sforza R, Nalesso RC & Joyeux JC. 2010. Distribution and population structure of *Callinectes danae* (Decapoda: Portunidae) in a tropical Brazilian estuary. *Journal of Crustacean Biology* 30 (4): 597-606.
- Shannon CE & Wiener W. 1949. *The mathematical theory of communication*. Urbana, University of Illinois Press, 117 p.
- Suguio K. 1973. *Introdução à Sedimentologia*. Edgard Blucher/EDUSP, São Paulo, 317 p.
- Sukumaran KK & Neelakantan B. 1997. Age and growth in two marine portunid crabs, *Portunus (Portunus) sanguinolentus* (Herbst) and *Portunus (Portunus) pelagicus* (Linnaeus) along the southwest coast of India. *Indian Journal of Fisheries* 44 (2): 111-131.
- Sumida PYG & Pires-Vanin AMS. 1997. Benthic associations of the shelfbreak and upper slope off Ubatuba-SP, south-eastern Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 44: 779-784.
- Taissoun NE. 1973. Biogeografía y ecología de los cangrejos de la familia Portunidae (Crustacea, Decapoda, Brachyura) en la costa Atlántica de América. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 8: 1-77.
- Wenner EL & Read TH. 1982. Seasonal composition and abundance of decapods crustacean assemblages from the South Atlantic Bight, USA. *Bulletin of Marine Science* 32 (1): 181-206.
- Wenner EL, Knott DM, Van Dolah RF & Burrell Jr VG. 1983. Invertebrate communities associated with hard bottom habitats in the South Atlantic Bight. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 17: 143-158.
- Wentworth CK. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology* 30: 377-392.
- Zar JH. 2010. *Biostatistical analysis*. 5th ed, Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 944 p.

CAPÍTULO II

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DE
SIRIS (DECAPODA: BRACHYURA) EM DUAS
REGIÕES DO LITORAL NORTE DO ESTADO DE
SÃO PAULO

RESUMO

Os organismos estão constantemente expostos a diferentes condições em um determinado ambiente, incluindo fatores químicos e físicos, disponibilidade de recursos, predação e competição, as quais determinam suas distribuições. Desse modo, este estudo analisou a distribuição de portunídeos, a fim de verificar possíveis segregações espaciais entre as espécies, relacionando-as com algumas variáveis ambientais – profundidade, temperatura de fundo, salinidade de fundo, textura e conteúdo de matéria orgânica do sedimento. As amostras foram realizadas com um barco camaroneiro equipado com *double-rig*. Os indivíduos e os fatores ambientais foram amostrados mensalmente durante dois anos, em profundidades de 5 a 35 m das regiões de Ubatuba (UBA) e Caraguatatuba (CAR). A abundância das espécies foi determinada entre as profundidades e estações do ano, e comparada aplicando-se análise de variância ($\alpha = 0,05$). A relação das variáveis ambientais com a abundância das espécies foi avaliada através da análise de correspondência canônica ($\alpha = 0,05$). Foram utilizados 19.281 indivíduos (UBA = 9.641 e CAR = 9.640), distribuídos em cinco espécies da família Portunidae. Estatisticamente, *Arenaeus cribrarius*, *Callinectes danae* e *Callinectes ornatus* se associaram positivamente com temperatura de fundo e phi, e negativamente com profundidade. Foram verificadas associações contrárias dessas variáveis com *Portunus spinicarpus* e *Portunus spinimanus* ($p < 0.05$). As espécies se distribuíram diferentemente entre as profundidades, sendo essa constatação apoiada pela análise de variância ($p < 0.05$). Em Ubatuba, *C. danae* foi mais abundante nos 5 m, *C. ornatus* nos 5 e 10 m, *A. cribrarius* nos 15 e 20 m, *P. spinimanus* nos 20 e 25 m e *P. spinicarpus* nos 35 m. Em Caraguatatuba, *A. cribrarius* e *C. danae* foram mais abundantes nas menores profundidades, *P. spinimanus* e *P. spinicarpus* nas maiores profundidades, e *C. ornatus* se distribuiu similarmente em todas as profundidades. A distribuição das espécies evidenciou uma segregação de hábitat, embora tenham ocorrido sutis sobreposições em algumas profundidades. Durante o outono e o

inverno, estações do ano sem influência da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e com domínio da Água Costeira, alguns indivíduos de *A. cribrarius*, *C. danae* e *C. ornatus* se estenderam para maiores profundidades, retornando para as menores durante o verão e a primavera, estações do ano com influência da ACAS. *Portunus spinicarpus* e *P. spinimanus*, presentes principalmente nas maiores profundidades, se deslocaram em direção às menores durante o verão e a primavera. Esse deslocamento de alguns indivíduos está relacionado diretamente às mudanças na temperatura ocorridas pela ação das massas de água. Desse modo, pode-se supor que os portunídeos conseguem alterar gradualmente suas distribuições espaciais com as mudanças nas características do habitat, a fim de permanecerem em locais com melhores condições ambientais. É evidente que há forte influência dos fatores ambientais analisados sobre esse padrão de distribuição. Contudo, outros fatores também podem influenciar na segregação espacial das espécies, como predação, competição, disputas interespecíficas, e adaptações morfo e fisiológicas das espécies.

Palavras-chave: Deslocamento, fatores ambientais, Portunidae, segregação espacial.

ABSTRACT

Individuals are constantly exposed to different conditions in a given environment, including chemical and physical factors, resource availability, predation and competition, which determine their distribution patterns. Therefore, this study analyzed the distribution of swimming crabs in order to verify possible spatial segregations among the species, relating them to some environmental variables – depth, bottom temperature and salinity, grain size composition and organic matter content of the sediment. The samples were collected using a commercial shrimp trawler equipped with double-rig nets. The crabs and environmental variables were sampled monthly during two years, at depths from 5 to 35 m in Ubatuba (UBA) and Caraguatatuba (CAR) regions. The abundance of the species was verified among the depths and seasons, and compared by applying analysis of variance ($\alpha = 0.05$). The relationship between environmental variables and the abundance of the species was evaluated using canonical correspondence analysis ($\alpha = 0.05$). A total of 19,281 individuals were used (UBA = 9,641 and CAR = 9,640), distributed in five species of the family Portunidae. Statistically, *Arenaeus cribrarius*, *Callinectes danae* and *Callinectes ornatus* correlated positively with temperature and phi, and negatively with depth. Inverse correlations were verified between these variables and the species *Portunus spinicarpus* and *Portunus spinimanus* ($p < 0.05$). The distributional patterns of the species were significantly different among the depths ($p < 0.05$). In Ubatuba, *C. danae* was more abundant in 5 m, *C. ornatus* in 5 and 10 m, *A. cribrarius* in 15 and 20 m, *P. spinimanus* in 20 and 25 m, and *P. spinicarpus* in 35 m. In Caraguatatuba, *A. cribrarius* and *C. danae* were more abundant in shallower depths, *P. spinimanus* and *P. spinicarpus* in higher depths, and *C. ornatus* occurred similarly at all depths. The distribution of the species demonstrated habitat segregation although slightly overlaps occurred in some depths. During autumn and winter, seasons without influence of South Atlantic Central Water (SACW) and under the influence of Coastal Water, some

individuals of *A. cribrarius*, *C. danae* and *C. ornatus* extended to higher depths, returning to lower depths during summer and spring, seasons with influence of SACW. *Portunus spinicarpus* and *P. spinimanus*, resident mainly in deeper sites, moving toward lower depths during summer and spring. This migration of some specimens is directly related to changes in temperature occurred by the influence of water masses. Thus, it is supposed that portunids can gradually change their spatial distribution with changes in habitat characteristics, in order to stay in sites with better environmental conditions. Clearly, there is a strong influence of environmental variables analyzed on this distribution pattern. However, other factors may also influence the spatial segregation of the species, such as predation, competition, interspecific disputes, and morphological and physiological adaptations of the species.

Key words: Environmental factors, migration, Portunidae, spatial segregation.

1. INTRODUÇÃO

A seleção do hábitat ideal é um processo altamente complexo para os organismos, o qual envolve, além das condições químicas e físicas e da disponibilidade de recursos necessários para a permanência dos organismos, fatores biológicos, como o grau de predação e competição (intra e interespecífica), a que os animais estão expostos em um determinado ambiente (Franke *et al.* 2007). Frente aos fatores do ambiente, as espécies podem ser ampla ou restritamente distribuídas, sendo que a variação de alguns fatores pode limitar a ocorrência de uma espécie em particular (Negreiros-Fransozo & Fransozo 1995). O padrão de distribuição dos portunídeos, em estuários e ambientes marinhos, tem sido atribuído a uma grande variedade de fatores, incluindo salinidade (Chacur *et al.* 2000, Carmona-Suárez & Conde 2002, Zangrande *et al.* 2003, Nevis *et al.* 2009), temperatura (Pinheiro *et al.* 1997), textura do sedimento (Pinheiro *et al.* 1996, Guerra-Castro *et al.* 2007), ph (Nevis *et al.* 2009) e, também, disponibilidade de recursos alimentares (Wu & Shin 1998).

De acordo com Franke *et al.* (2007), ecologistas concordam que a coexistência de espécies, dentro de uma mesma amplitude geográfica, geralmente requer algum grau de segregação ecológica, contudo, pouco se conhece sobre como essa segregação de hábitat, entre espécies similares ecologicamente, é alcançada na natureza, *i.e.*, quais são os fatores que causam e mantêm as diferenças observadas na distribuição dessas espécies. Em casos de segregação de hábitat, não se sabe se os indivíduos de uma espécie respondem à mera presença da outra ou às mudanças nas condições ecológicas do ambiente induzidas pelo competidor, *e.g.*, na disponibilidade de recursos compartilhados.

Na tentativa de reduzir essas lacunas, alguns estudos têm sido desenvolvidos. Franke *et al.* (2007), estudando duas espécies congêneres de isópodos, verificaram que *Idotea baltica* (Pallas, 1772) é capaz de perceber a presença de *I. emarginata* (Fabricius, 1793) e, assim, ajustar seu comportamento de modo a evitar a coexistência com *I. emarginata*, evitando um

decréscimo drástico na sua população. Outros autores relacionaram a segregação espacial de crustáceos decápodos ao tipo de sedimento. Jeffries (1966), analisando duas espécies de caranguejo do gênero *Cancer* na Baía de Narragansett, Estados Unidos, verificou que *C. irroratus* Say, 1817 é limitado a fundo arenoso, enquanto *C. borealis* Stimpson, 1859 ocorre em áreas com cascalho e fragmentos rochosos. Contudo, o autor discute que não há comprovação de que uma espécie limite a distribuição da outra, mas que a distribuição em diferentes locais está relacionada à atividade predatória de peixes. *Cancer borealis*, por apresentar quelípodos maiores e, presumivelmente, mais fortes que *C. irroratus*, habita locais com fragmentos rochosos, uma vez que é capaz de se defender, se diretamente confrontado. Por outro lado, *C. irroratus*, por ser mais leve e ágil, consegue se esconder ou se enterrar em sedimentos arenosos para evitar os predadores (Jeffries 1966). Guerra-Castro *et al.* (2007) analisaram a distribuição de duas espécies de portunídeos, *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) e *Callinectes ornatus* Ordway, 1863, e verificaram que tais selecionam áreas claramente diferentes na Ensenada de La Vela, Venezuela. Enquanto *A. cribrarius* ocorreu preferencialmente próximo à costa, onde o substrato foi arenoso com nenhuma ou pouca porcentagem da fração silte, *C. ornatus* foi frequentemente encontrado em regiões mais distantes/profundas, onde a fração silte prevaleceu, apesar dessa espécie ter ocorrido em locais com ampla variedade granulométrica. Os autores sugeriram que a seleção de diferentes áreas por essas espécies está relacionada a fatores como encontros agressivos interespecíficos e adaptações morfológicas e fisiológicas.

Além desses relatos sobre segregação espacial entre espécies biológica e ecologicamente semelhantes, a qual minimiza a disputa por recursos entre as espécies que coexistem, outras estratégias podem ocorrer para se evitar a competição, como, por exemplo, a segregação alimentar (Wu & Shin 1998). Quando duas ou mais espécies ocupam simultaneamente o mesmo hábitat, essas tendem a competir por recursos disponíveis (Rosas

et al. 1994). Contudo, essa competição pode ser reduzida, uma vez que organismos podem explorar esse mesmo hábitat de diferentes modos.

Wu & Shin (1998), estudando a segregação alimentar entre três espécies de portunídeos em Tolo Harbour, Hong Kong, constataram que a exploração de diferentes itens alimentares pode reduzir a competição interespecífica por recursos alimentares e permitir que *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1766), *Portunus sanguinolentus* (Herbst, 1783) e *Charybdis feriatus* (Linnaeus, 1758) coexistam no mesmo hábitat. De acordo com os autores, embora exista uma sobreposição nos recursos alimentares das três espécies de siris, existem diferenças na frequência das principais presas. Enquanto *P. pelagicus* e *P. sanguinolentus* consomem principalmente bivalves, *C. feriatus* se alimenta preferencialmente de peixes e caranguejos. Adicionalmente, detritos orgânicos e gastrópodes são explorados por *P. sanguinolentus* e *C. feriatus*, e não os são por *P. pelagicus*. Esse mecanismo de segregação alimentar pode ajudar a reduzir a competição interespecífica por recursos alimentares entre as três espécies de portunídeos e permitir, assim, a coexistência em um mesmo hábitat (Wu & Shin 1998).

O propósito deste estudo foi verificar a distribuição de cinco espécies de portunídeos nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba, litoral norte paulista, evidenciando a segregação espacial entre as espécies e o deslocamento dos indivíduos, ao longo do período estudado, entre as profundidades amostradas, e relacioná-los com alguns fatores ambientais.

2. MATERIAL & MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

As regiões selecionadas para a realização deste estudo localizam-se no litoral norte do Estado de São Paulo. De acordo com Ab'Sáber (1955), essa região apresenta um litoral constituído de minúsculos maciços isolados e promontórios dos esporões terminais da Serra do Mar. Esse tipo de topografia possibilita a formação de inúmeras praias e enseadas, que proporcionam um ambiente propício ao estabelecimento e desenvolvimento de uma grande variedade de organismos (Negreiros-Fransozo *et al.* 1991).

A Enseada de Ubatuba (23°26'S e 45°02'O) está localizada adjacente à cidade de Ubatuba, e inclui oito pequenas praias delimitadas por promontórios rochosos. A área total da enseada é de aproximadamente 8 km², com uma amplitude de 4,5 km. Entre as regiões costeiras do Estado de São Paulo, a Enseada de Ubatuba é uma das mais importantes, devido à sua localização próxima ao centro turístico de Ubatuba e pelo seu potencial pesqueiro (Mantelatto & Fransozo 1999).

A região de Caraguatatuba (23°37'S e 45°25'O) difere fisiograficamente da porção mais ao norte, pois apresenta anteparos físicos representados pelas ilhas Vitória, Búzios e São Sebastião, cuja estrutura faz com que as enseadas estejam sujeitas a um hidrodinamismo menos intenso (Pires 1992), o que, provavelmente, se reflete na formação de maiores recursos de abrigo para espécies marinhas.

As regiões de estudo são influenciadas por três massas d'águas que, quando comparadas entre si, possuem características peculiares e modelos distintos de distribuição no verão e inverno (Pires 1992): a Água Costeira (AC, temperatura > 20°C e salinidade < 36), a Água Tropical (AT, T > 20°C e S > 36), e a Água Central do Atlântico Sul (ACAS, T < 18°C e S < 36) (Castro Filho *et al.* 1987). De acordo com Pires-Vanin & Matsuura (1993), durante o verão, a ACAS penetra na camada de fundo sobre a plataforma continental, alcançando a

região costeira. Devido à penetração dessa massa d'água fria e ao aquecimento da água superficial, forma-se uma termoclina marcante durante o verão. Com o retrocesso da ACAS durante o inverno, a distribuição da temperatura na zona costeira torna-se homogênea, e toda essa área fica coberta com águas entre 20 e 25°C.

2.2. Amostragens e procedimentos laboratoriais dos portunídeos e dos fatores ambientais

Os indivíduos foram coletados mensalmente, no período de julho de 2001 a junho de 2003, em Ubatuba e Caraguatatuba.

Foram determinados sete transectos com profundidades distintas (5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 m). As coordenadas de latitude e longitude foram registradas em cada ponto por meio de um GPS (*Global Positioning System*) Garmin com acoplamento de uma carta náutica, além de um ecobatímetro para a determinação da profundidade (Figura 1).

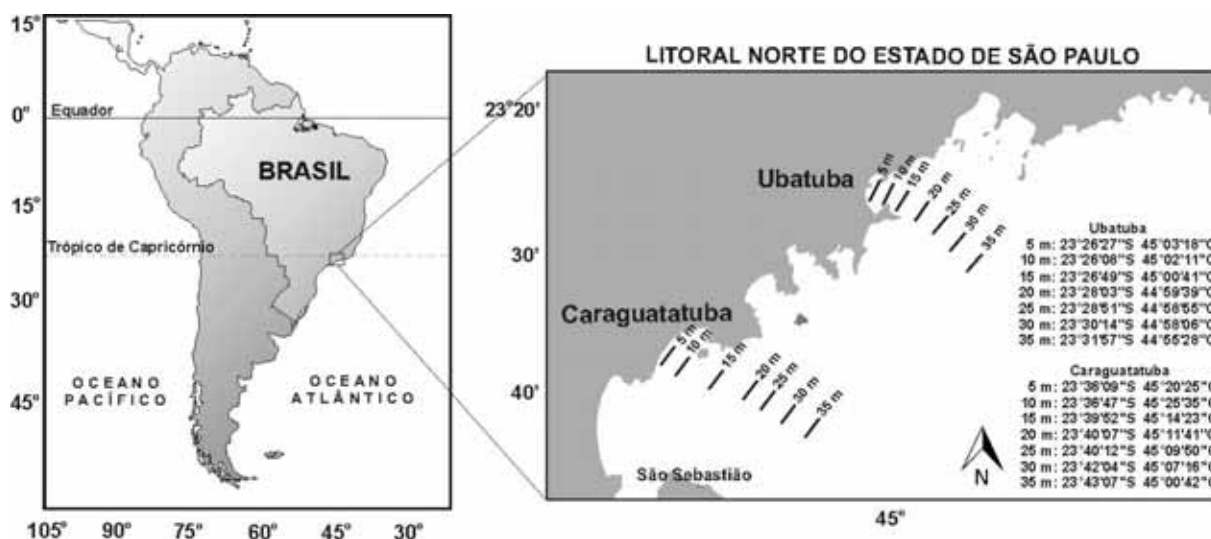


Figura 1 – Mapa evidenciando as profundidades amostradas e suas coordenadas geográficas nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba.

Todas as amostras foram efetuadas com o auxílio de um barco de pesca camaroneiro equipado com motor MWM, de 96 HP de potência, e redes do tipo *double-rig* ou mexicana,

com 4,5 m de abertura e 7,5 m de comprimento. A distância entrenós da rede na panagem e no saco foram de 20 e 15 mm, respectivamente. Cada profundidade foi arrastada por uma distância de aproximadamente 2 Km (30 min), a uma velocidade de 2 nós, abrangendo uma área de 18.000 m². Após o término de cada arrasto, as redes foram recolhidas ao convés e o material biológico passou por uma triagem preliminar e, em seguida, embalado em sacos plásticos etiquetados e acondicionado em caixas térmicas com gelo picado. No laboratório, os indivíduos foram identificados quanto à espécie, de acordo com Melo (1996), e contados.

As amostras de sedimento, para análise da composição granulométrica e teor de matéria orgânica, foram coletadas em cada profundidade utilizando um pegador do tipo Van Veen (área de 0,06 m²), acondicionadas em sacos plásticos etiquetados e armazenadas em caixas térmicas com gelo picado, sendo, posteriormente, mantidas em congelador até o momento da análise. Em laboratório, cada amostra de sedimento foi transferida para recipientes de alumínio e submetida a 70°C em uma estufa de secagem e esterilização durante 24 h. Em seguida, duas subamostras de 10 g, para análise do teor de matéria orgânica, e uma subamostra de 100 g, para a determinação da granulometria, foram separadas para cada profundidade amostrada.

Para a análise do teor de matéria orgânica, a subamostra foi acondicionada em cadinhos numerados e pesados inicialmente. Os cadinhos foram colocados em uma mufla a 500°C e, após 3 h, retirados para a medição do peso final. A diferença entre o peso inicial e peso final foi o teor de matéria orgânica, sendo, em seguida, convertido em porcentagem.

A subamostra destinada à análise granulométrica foi lavada em uma peneira de 0,063 mm de malha, permitindo, assim, somente a passagem do silte e argila. O sedimento lavado foi novamente colocado em uma estufa a 70°C, por 24 h. Em seguida, a subamostra foi submetida à técnica de peneiramento diferencial, por meio de seis peneiras de malhas diferentes, dispostas em ordem decrescente. A escala americana proposta por Wentworth

(1922) foi utilizada para determinar o padrão de textura do sedimento. Essa escala leva em consideração o diâmetro das partículas, sendo dividida em sete frações: cascalho (C, $> 2,0$ mm), areia muito grossa (AMG, $2,0 - 1,0$ mm), areia grossa (AG, $1,0 - 0,5$ mm), areia média (AM, $0,5 - 0,25$ mm), areia fina (AF, $0,25 - 0,125$ mm), areia muito fina (AMF, $0,125 - 0,062$ mm) e silte + argila (S + A, $< 0,062$ mm). Desse modo, obteve-se a separação das partículas de diferentes tamanhos do sedimento através do peneiramento, cujos conteúdos de cada peneira foram novamente pesados, estimando-se, assim, a porcentagem média retirada de cada uma. Três classes granulométricas principais foram definidas segundo Magliocca & Kutner (1965): classe A = AM + AG + AMG + C, classe B = AF + AMF, e classe C = S + A. Através dessas três categorias, grupos foram estabelecidos de acordo com a combinação das frações granulométricas nas várias proporções: PA = (AM + AG + AMG + C) $> 70\%$, PAB = prevalência de A sobre B (AF + AMF), PAC = prevalência de A sobre C (S + A), PB = (AF + AMF) $> 70\%$, PBA = prevalência de B sobre A, PBC = prevalência de B sobre C, PC = (S + A) $> 70\%$, PCA = prevalência de C sobre A, e PCB = prevalência de C sobre B.

Os valores de phi (ϕ) foram calculados a partir da fórmula: $\phi = -\log_2 d$, onde d = diâmetro do grão (mm), obtendo, desse modo, as seguintes classes: $-1|0$ (areia muito grossa), $0|1$ (areia grossa), $1|2$ (areia média), $2|3$ (areia fina), $3|4$ (areia muito fina) e > 4 (silte + argila). A partir dos valores obtidos, as medidas de tendência central foram calculadas, as quais determinaram as frações granulométricas mais frequentes no sedimento. Esses valores foram calculados com base em dados extraídos graficamente de curvas acumulativas de distribuição de frequência das amostras do sedimento. Finalmente, os valores correspondentes aos 16°, 50° e 84° percentis foram utilizados para determinar o diâmetro médio (DM), mediante a fórmula $DM = (\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84})/3$ (Suguio 1973).

Em todas as profundidades foram efetuadas medidas de fundo e superfície da temperatura da água (°C) e salinidade, utilizando termômetro de mercúrio (precisão = 0,5°C)

e refratômetro óptico específico (precisão = 0,5), respectivamente. As amostras de água de fundo foram obtidas utilizando-se de uma garrafa de Nansen.

2.3. Análise de dados

A análise de agrupamento *Cluster* foi efetuada utilizando a abundância dos portunídeos, de acordo com as estações do ano (verão: janeiro - março, outono: abril - junho, inverno: julho - setembro, primavera: outubro - dezembro) e profundidades amostradas. As espécies foram agrupadas pelo índice de similaridade de Bray-Curtis, seguido pelo emprego do método de agrupamento UPGMA (*unweighted-pair group averaging*) (Zar 1999). Essa análise multivariada foi efetuada no programa PAST, versão 2.12 (Hammer *et al.* 2001).

A abundância dos portunídeos foi comparada entre as profundidades e as estações do ano de cada região, aplicando-se análises de variância (ANOVA *Main Effect*, $\alpha = 5\%$) e, posteriormente, quando necessário, o teste de comparações múltiplas Tukey ($\alpha = 5\%$).

A relação das variáveis ambientais – profundidade, temperatura de fundo, salinidade de fundo, textura e conteúdo de matéria orgânica do sedimento – com a abundância das espécies de portunídeos, transformada em logaritmo, foi avaliada através da Análise de Correspondência Canônica (ACC, $\alpha = 5\%$), executada no software de livre distribuição *R Development Core Team* (2006). Essa análise calcula uma combinação de *scores* para um conjunto de dados com correlações lineares máximas, as quais mostram os níveis mais elevados de explicação da variância dos dados. Os coeficientes canônicos são utilizados para a interpretação dessa técnica de ordenação, permitindo relacionar a variação na abundância das diferentes espécies com a variação nos fatores ambientais.

3. RESULTADOS

3.1. Fatores ambientais

A porcentagem das frações sedimentares variou entre as profundidades de ambas as regiões, porém houve predominância de sedimento com diâmetro menor (classe B e/ou C). As porcentagens de sedimento com diâmetro maior (classe A) foram aumentando de acordo com o aumento da profundidade. Desse modo, os valores de phi foram menores nas maiores profundidades (30 e 35 m) das duas regiões. Altas porcentagens de lodo (classe C) foram observadas nas menores profundidades (5 e 10 m) de Ubatuba e nas profundidades intermediárias (15 e 20 m) de Caraguatatuba. Assim, em tais profundidades registraram-se os maiores valores médios de phi. Em ambas as regiões, as maiores porcentagens de matéria orgânica foram verificadas nas profundidades com maiores porcentagens de silte + argila (Tabela I).

De acordo com as figuras 2 e 3, foi possível identificar a ação e/ou reflexo de massas d'água, que atuam nas regiões de estudo. Em ambas as regiões, durante o verão e a primavera observaram-se as maiores amplitudes entre os valores de temperatura de fundo e superfície, principalmente nas maiores profundidades (> 15 m), sugerindo a influência da ACAS. Por outro lado, durante o outono e o inverno as temperaturas de fundo e superfície foram mais homogêneas. Os valores de salinidade de fundo não apresentaram grandes variações (média $\pm$ desvio padrão; mínimo – máximo; UBA: $35,1 \pm 1,0$; 32 – 37 / CAR: $35,3 \pm 1,3$; 30 – 37). Os menores valores foram observados, principalmente, nas menores profundidades.

Tabela I – Porcentagens das classes granulométricas e valores médios ($\pm$ desvio padrão) de phi e do conteúdo de matéria orgânica (MO) nas profundidades (Prof.) amostradas nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba, durante o período de julho/2001 a junho/2003. PCG: prevalência das classes granulométricas (Ver detalhes no Material & Métodos).

Ubatuba						
Prof.	Classe A (%)	Classe B (%)	Classe C (%)	PCG	Phi (média $\pm$ dp)	% MO (média $\pm$ dp)
5 m	7,4	18,8	73,7	PC	5,6 $\pm$ 0,3	9,1 $\pm$ 3,0
10 m	6,0	26,3	67,7	PCB	4,8 $\pm$ 0,9	9,5 $\pm$ 3,6
15 m	5,1	61,5	33,2	PBC	4,3 $\pm$ 0,7	4,0 $\pm$ 2,3
20 m	18,4	68,6	12,8	PBA	3,0 $\pm$ 1,0	2,4 $\pm$ 1,2
25 m	20,1	70,1	10,2	PB	2,7 $\pm$ 0,6	1,8 $\pm$ 0,7
30 m	29,0	68,5	2,5	PBA	2,2 $\pm$ 0,8	1,9 $\pm$ 0,7
35 m	43,3	53,3	3,6	PBA	2,0 $\pm$ 0,5	2,3 $\pm$ 1,2
Caraguatatuba						
Prof.	Classe A (%)	Classe B (%)	Classe C (%)	PCG	Phi (média $\pm$ dp)	MO (média $\pm$ dp)
5 m	5,2	79,1	15,7	PB	3,9 $\pm$ 0,8	2,0 $\pm$ 1,0
10 m	5,1	70,5	24,1	PB	3,8 $\pm$ 0,9	2,3 $\pm$ 1,1
15 m	5,6	30,1	64,3	PCB	5,4 $\pm$ 0,5	4,5 $\pm$ 1,5
20 m	9,5	35,7	54,8	PCB	5,0 $\pm$ 0,6	6,0 $\pm$ 2,1
25 m	22,3	41,8	36,0	PBC	3,8 $\pm$ 1,3	4,7 $\pm$ 1,7
30 m	31,8	54,2	14,1	PBA	2,8 $\pm$ 1,2	3,1 $\pm$ 1,6
35 m	33,2	62,5	4,3	PBA	2,1 $\pm$ 0,8	2,7 $\pm$ 1,6

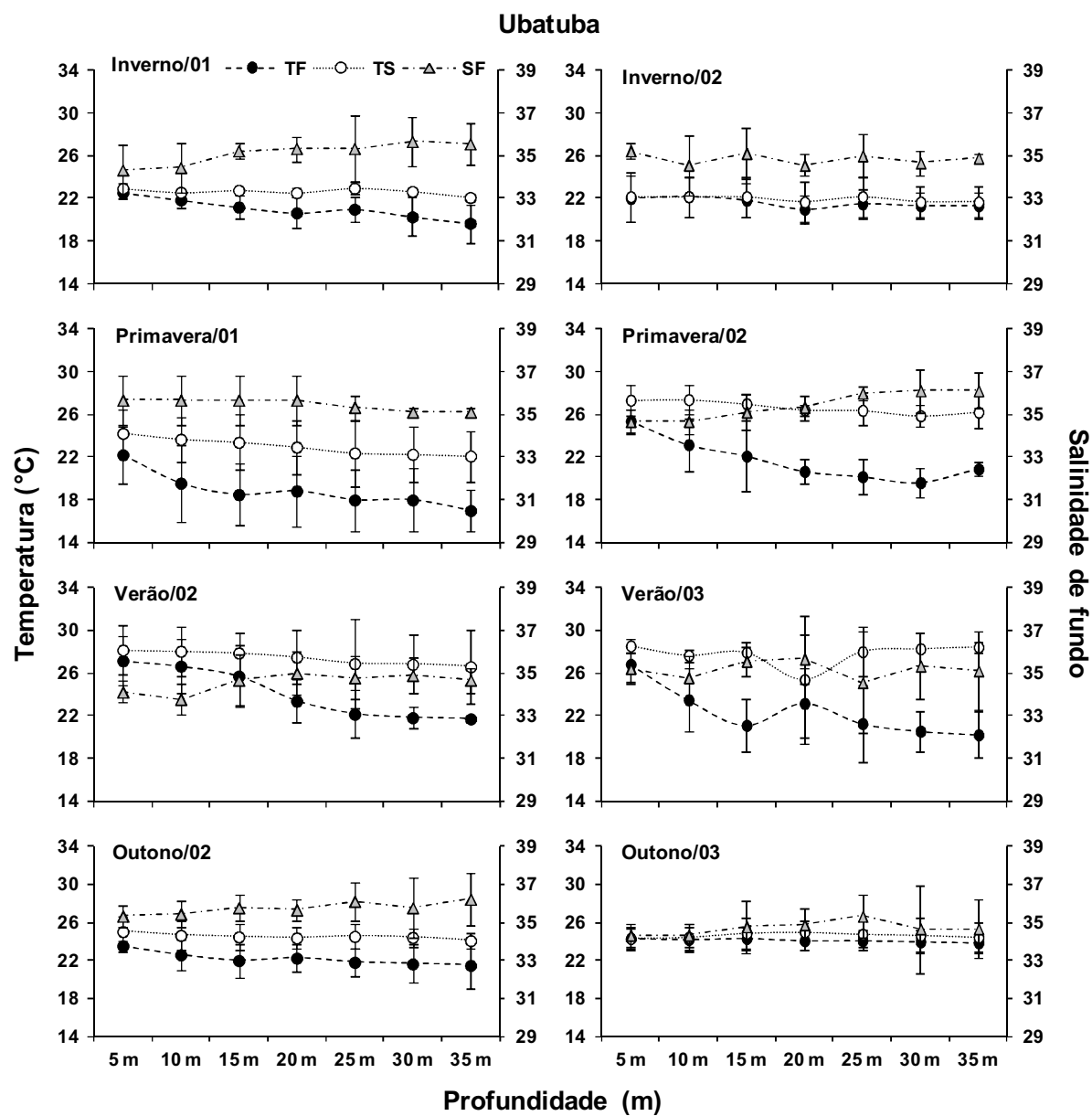


Figura 2 – Variações dos valores médios ($\pm$ desvio padrão) de temperatura de fundo (TF) e superfície (TS) e de salinidade de fundo (SF), de acordo com as profundidades e estações do ano na região de Ubatuba, durante o período de julho/2001 a junho/2003.

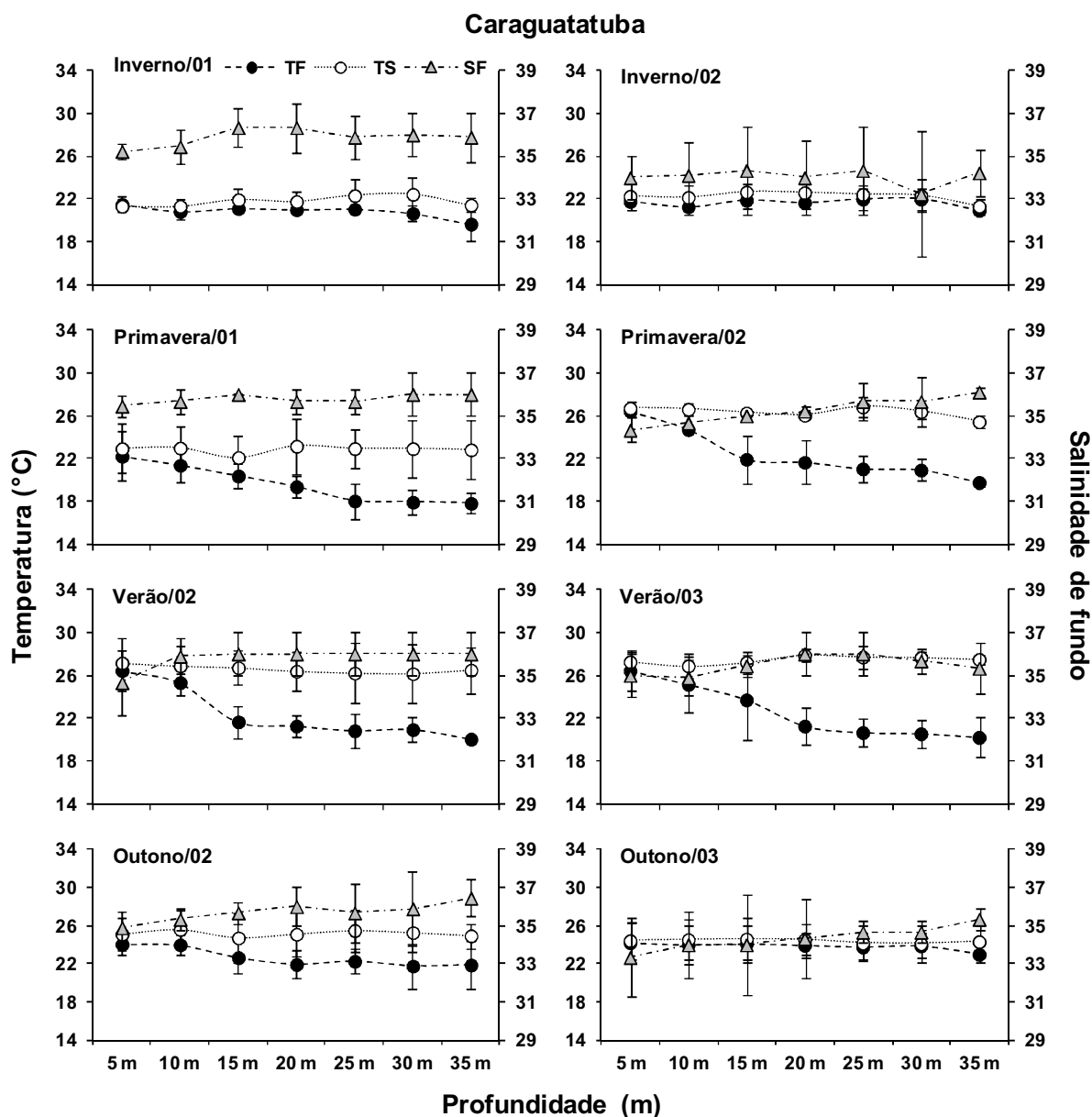


Figura 3 – Variações dos valores médios ($\pm$ desvio padrão) de temperatura de fundo (TF) e superfície (TS) e de salinidade de fundo (SF), de acordo com as profundidades e estações do ano na região de Caraguatatuba, durante o período de julho/2001 a junho/2003.

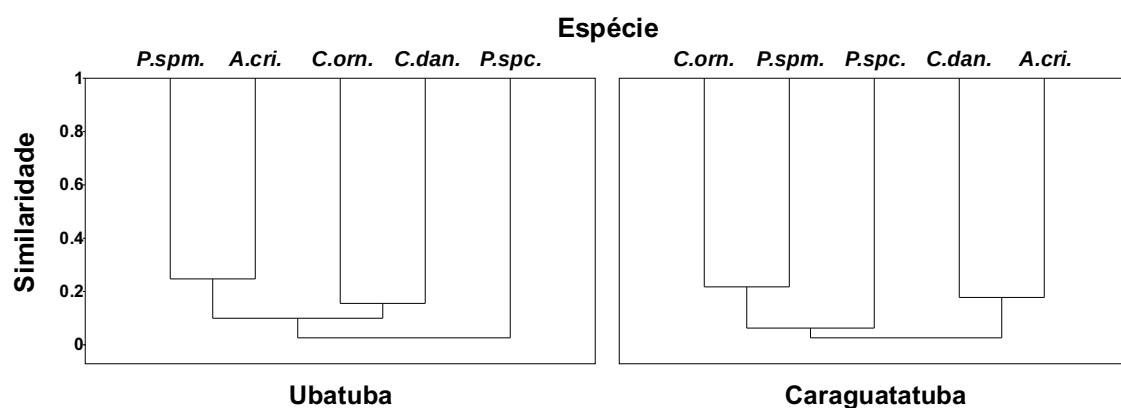
3.2. Portunídeos

Um total de 19.281 indivíduos foi utilizado, sendo 9.641 de Ubatuba e 9.640 de Caraguatatuba, distribuídos em cinco espécies da família Portunidae (Tabela II).

Tabela II – Espécies de portunídeos capturadas nas duas regiões estudadas, durante o período de julho/2001 a junho/2003.

Infraordem Brachyura Latreille, 1802					
Superfamília Portunoidea Rafinesque, 1815	Ubatuba		Caraguatatuba		
Família Portunidae Rafinesque, 1815	N	%	N	%	Total
<i>Arenaeus cribrarius</i> (Lamarck, 1818)	217	2,2	719	7,5	936
<i>Callinectes danae</i> Smith, 1869	561	5,8	113	1,2	674
<i>Callinectes ornatus</i> Ordway, 1863	6.660	69,1	3.946	40,9	10.606
<i>Portunus spinicarpus</i> (Stimpson, 1871)	1.272	13,2	4.140	42,9	5.412
<i>Portunus spinimanus</i> Latreille, 1819	931	9,7	722	7,5	1.653
Total	9.641	100	9.640	100	19.281

De acordo com a análise de agrupamento, observou-se baixa similaridade entre as espécies em relação à abundância dos indivíduos por estações do ano e profundidades em ambas as regiões (Figura 4).

**Figura 4** – Dendrograma de agrupamento (Bray-Curtis) das espécies de portunídeos coletadas nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba, durante o período de julho/2001 a junho/2003, levando em consideração a abundância dos indivíduos nas diferentes estações do ano e profundidades. A.cri.: *A. cribrarius*, C.dan.: *C. danae*, C.orn.: *C. ornatus*, P.spm.: *P. spinimanus*, P.spc.: *P. spinicarpus*.

No geral, as espécies de portunídeos se distribuíram diferentemente entre as profundidades, sendo essa observação apoiada pela análise de variância (Tabela III). Considerando cada espécie separadamente, os valores representados na figura 5 correspondem

às porcentagens mais altas e similares entre si (Tukey, $p > 0,05$). Em Ubatuba, *Callinectes danae* Smith, 1869 foi mais abundante na profundidade de 5 m, *C. ornatus* nos 5 e 10 m, *A. cribrarius* nos 15 e 20 m, *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 nos 20 e 25 m, e *Portunus spinicarpus* (Stimpson, 1871) nos 35 m. Em Caraguatatuba, *A. cribrarius* e *C. danae* foram mais abundantes nas menores profundidades, *P. spinimanus* e *P. spinicarpus* nas maiores profundidades, e *C. ornatus* se distribuiu similarmente em todas as profundidades estudadas (Figura 5).

Nas duas regiões, as espécies de portunídeos apresentaram suas maiores abundâncias em estações do ano diferentes. Em Ubatuba, *A. cribrarius* foi mais abundante no inverno/01, *C. ornatus* na primavera/01, *C. danae* e *P. spinimanus* no outono/02 e *P. spinicarpus* no verão/03. Em Caraguatatuba, *C. danae* foi coletada em maior número no inverno/01, *A. cribrarius* no verão/02, *P. spinimanus* no outono/02, *P. spinicarpus* no verão/03 e *C. ornatus* no outono/03. Estatisticamente, houve diferença na abundância da maioria das espécies entre as estações do ano (Tabela III), sendo, para a maioria dos portunídeos, as estações mais abundantes diferentes das menos (Tukey, $p < 0,05$).

Tabela III – Resultados da análise de variância (ANOVA *Main Effect*) da abundância de cada espécie de portunídeo por profundidade e estação do ano nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba, durante o período de julho/2001 a junho/2003.

Espécies	Ubatuba				Caraguatatuba			
	Profundidade		Estação do ano		Profundidade		Estação do ano	
	F	P	F	P	F	p	F	p
<i>A. cribrarius</i>	11,21	<0,001	1,79	0,11	16,54	<0,001	0,97	0,47
<i>C. danae</i>	51,87	<0,001	2,73	0,02	17,31	<0,001	4,57	<0,001
<i>C. ornatus</i>	19,00	<0,001	2,91	0,01	2,22	0,05	2,90	0,01
<i>P. spinicarpus</i>	9,39	<0,001	4,58	<0,001	10,70	<0,001	8,28	<0,001
<i>P. spinimanus</i>	6,74	<0,001	0,45	0,87	12,20	<0,001	2,73	0,02

F: variância entre os grupos; p: probabilidade de significância ($\alpha = 5\%$).

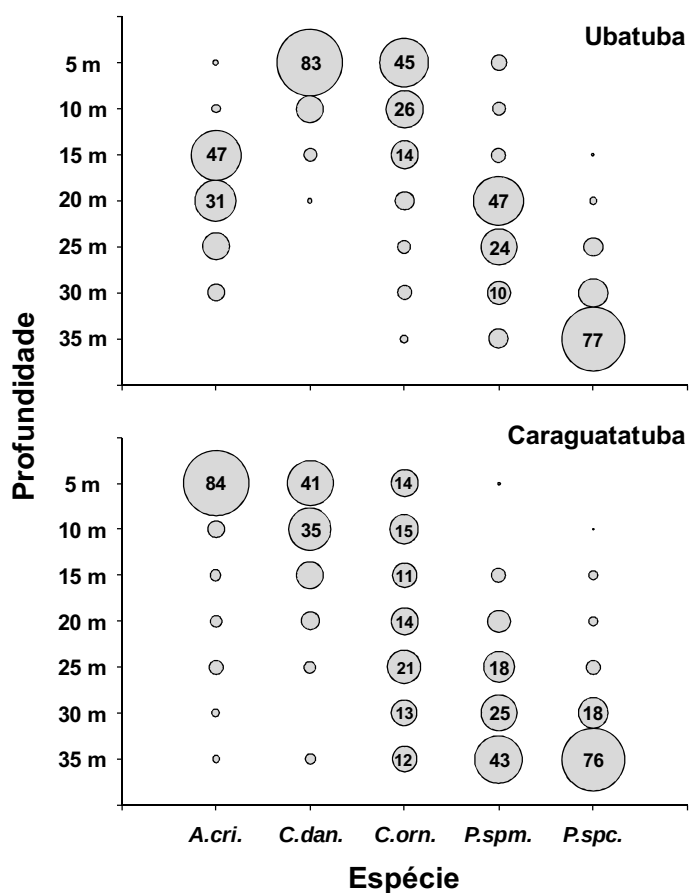


Figura 5 – Porcentagens dos portunídeos nas diferentes profundidades amostradas nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba, durante o período de julho/2001 a junho/2003. Os tamanhos dos círculos são proporcionais às porcentagens dos portunídeos, com cada espécie somando 100%. Apenas os valores mais altos e similares entre si estão representados. *A.cri.*: *A. cribrarius*, *C.dan.*: *C. danae*, *C.orn.*: *C. ornatus*, *P.spm.*: *P. spinimanus*, *P.spc.*: *P. spinicarpus*.

Analisando o deslocamento dos portunídeos entre as profundidades de Ubatuba e Caraguatatuba de acordo com as estações do ano, verificou-se que alguns indivíduos de *A. cribrarius*, *C. danae* e *C. ornatus* se estenderam para maiores profundidades durante o outono e o inverno, estações do ano sem influência da ACAS e com domínio da AC, e retornaram para as menores profundidades durante o verão e a primavera, estações do ano com influência da ACAS. As demais espécies, *P. spinicarpus* e *P. spinimanus*, presentes em maior abundância nas maiores profundidades, alcançaram menores profundidades durante o verão e a primavera (Figuras 6).

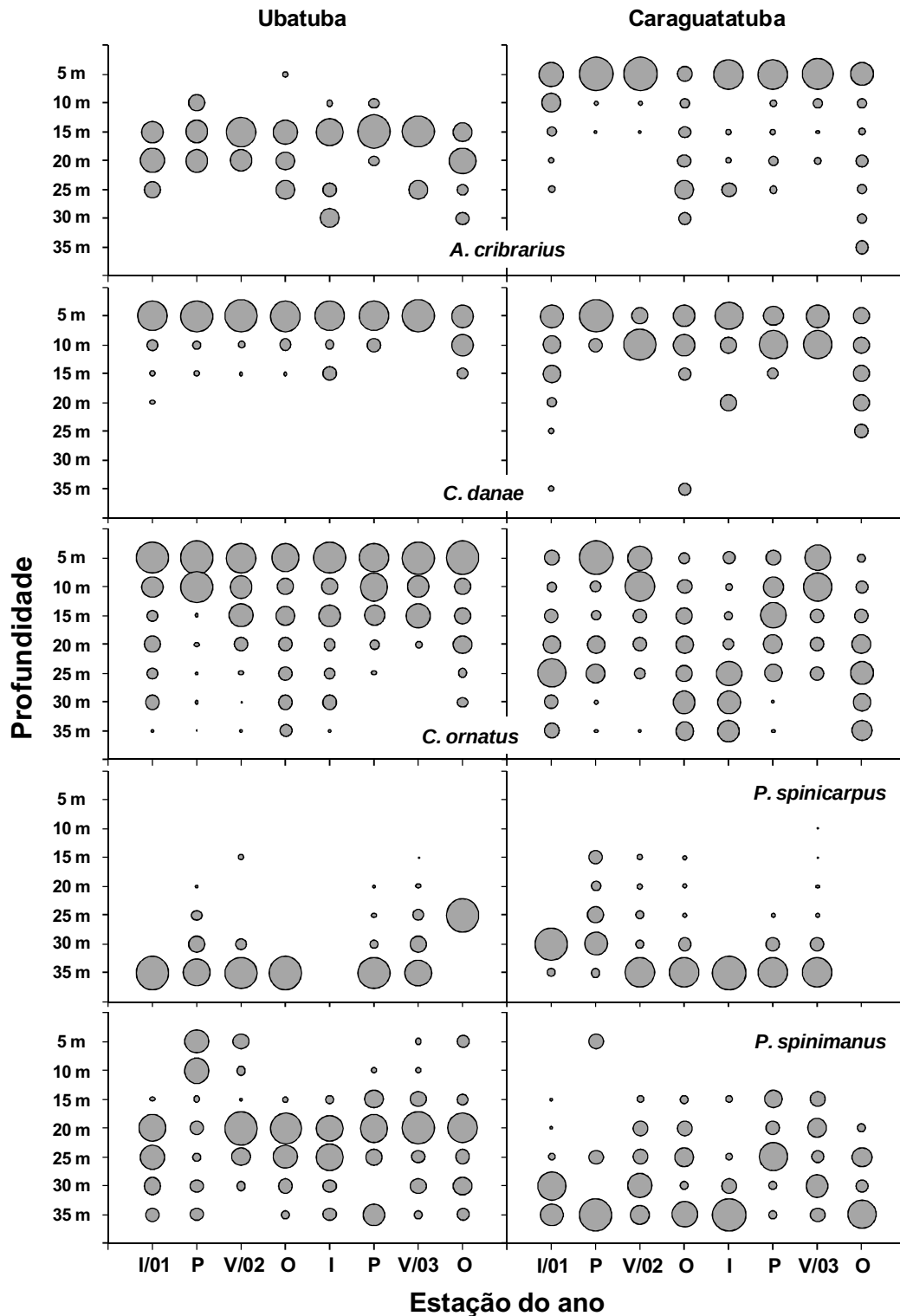


Figura 6 – Porcentagens dos portunídeos de acordo com as profundidades e estações do ano nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba, durante o período de julho/2001 a junho/2003. Os tamanhos dos círculos são proporcionais às porcentagens dos portunídeos, com cada estação do ano somando 100%. I: inverno, P: primavera, V: verão, O: outono.

Em Ubatuba, a temperatura de fundo, o phi, a matéria orgânica e a profundidade foram as variáveis ambientais significantes na ACC (Tabela IV). Os dois primeiros eixos canônicos explicaram 80% da variância dos dados. Considerando o eixo 1, as espécies *A. cribrarius*, *C. danae* e *C. ornatus* se associaram positivamente com temperatura de fundo, phi e matéria orgânica, e negativamente com profundidade. Ao contrário, a espécie *P. spinicarpus* se associou negativamente com temperatura de fundo e phi, e positivamente com profundidade. De acordo com o eixo 2, *P. spinimanus* se associou positivamente com profundidade, e negativamente com phi, matéria orgânica e temperatura de fundo (Figura 7).

Tabela IV – Resultado da análise de correspondência canônica, considerando os dois primeiros eixos canônicos, entre a abundância dos oportunistas e as variáveis ambientais registradas em Ubatuba e Caraguatatuba, durante o período de julho/2001 a junho/2003. *A.cri.*: *A. cribrarius*, *C.dan.*: *C. danae*, *C.orn.*: *C. ornatus*, *P.spc.*: *P. spinicarpus*, *P.spm.*: *P. spinimanus*, TF: temperatura de fundo, SF: salinidade de fundo, MO: matéria orgânica, PROF: profundidade.

Espécies	Ubatuba				Caraguatatuba			
	Coeficientes canônicos				Coeficientes canônicos			
	Eixo 1	Eixo 2	R ²	p	Eixo 1	Eixo 2	R ²	p
<i>A. cri.</i>	0,90	-0,43	0,09	0,003	-0,78	-0,63	0,47	0,001
<i>C. dan.</i>	0,51	0,86	0,55	0,001	-0,79	-0,61	0,39	0,001
<i>C. orn.</i>	0,83	0,56	0,68	0,001	-0,98	0,19	0,50	0,001
<i>P. spc.</i>	-0,99	0,14	0,83	0,001	0,98	-0,21	0,70	0,001
<i>P. spm.</i>	0,11	-0,99	0,46	0,001	0,49	0,87	0,51	0,001
Variáveis ambientais								
TF	0,89	0,45	0,18	0,001	-0,99	-0,13	0,30	0,001
SF	-0,59	-0,81	0,02	0,24	0,98	0,19	0,11	0,001
PHI	0,72	0,70	0,39	0,001	-0,99	0,02	0,16	0,001
MO	0,82	0,57	0,14	0,001	0,06	0,99	0,07	0,004
PROF	-0,69	-0,72	0,69	0,001	0,84	0,54	0,63	0,001

p: probabilidade de significância ($\alpha = 5\%$).

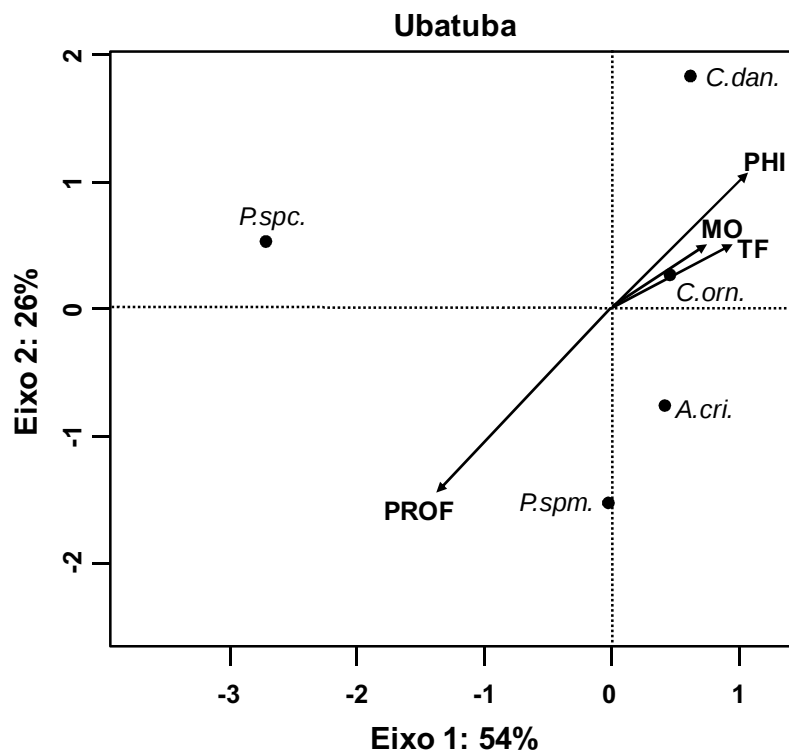


Figura 7 – Resultado gráfico da análise de correspondência canônica mostrando a correlação entre a abundância dos portunídeos e as variáveis ambientais na região de Ubatuba, durante o período de julho/2001 a junho/2003. TF: temperatura de fundo, MO: matéria orgânica, PROF: profundidade, A.cri.: *A. cribrarius*, C.dan.: *C. danae*, C.orn.: *C. ornatus*, P.spm.: *P. spinimanus*, P.spc.: *P. spinicarpus*.

Em Caraguatatuba, todas as variáveis ambientais analisadas foram significativas na ACC (Tabela IV). Os dois primeiros eixos canônicos explicaram 78% da variância dos dados. No eixo 1, *C. ornatus*, *C. danae* e *A. cribrarius* se correlacionaram positivamente com temperatura de fundo e phi, e negativamente com profundidade e salinidade de fundo. Contrariamente, *P. spinicarpus* e *P. spinimanus* se associaram negativamente com temperatura de fundo e phi, e positivamente com profundidade e salinidade de fundo. Considerando o eixo 2, *C. ornatus* e *P. spinimanus* se associaram positivamente com matéria

orgânica, e *P. spinicarpus*, *C. danae* e *A. cribrarius* negativamente com esse fator ambiental (Figura 8).

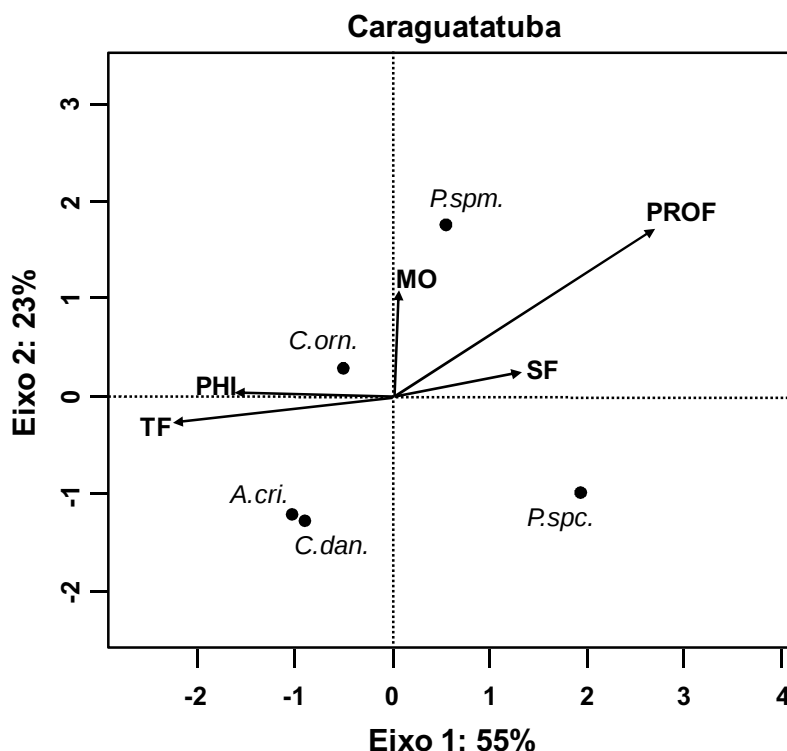


Figura 8 – Resultado gráfico da análise de correspondência canônica mostrando a correlação entre a abundância dos portunídeos e as variáveis ambientais na região de Caraguatatuba, durante o período de julho/2001 a junho/2003. TF: temperatura de fundo, SF: salinidade de fundo, MO: matéria orgânica, PROF: profundidade, A.cri.: *A. cribrarius*, C.dan.: *C. danae*, C.orn.: *C. ornatus*, P.spm.: *P. spinimanus*, P.spc.: *P. spinicarpus*.

De acordo com a figura 9, observam-se as classes de temperatura mais selecionadas pelos portunídeos. As espécies *A. cribrarius*, *C. danae* e *C. ornatus* selecionaram áreas com maiores valores de temperatura de fundo, enquanto *P. spinicarpus* foi mais abundante nas menores temperaturas. A espécie *P. spinimanus* foi encontrada, preferencialmente, entre 19 e 27°C, sendo essa a maior amplitude de tolerância entre as espécies.

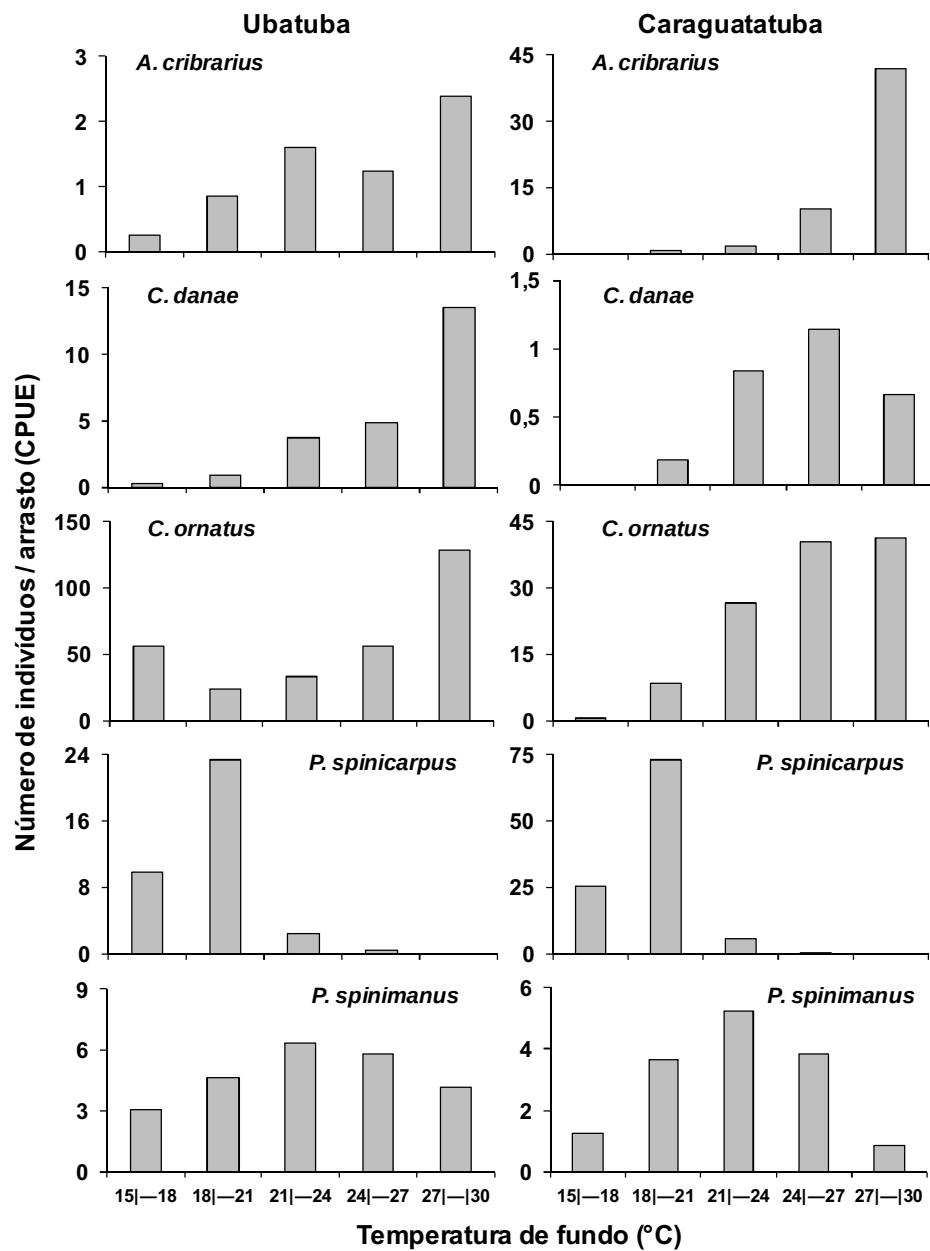


Figura 9 – Número de indivíduos de cada espécie de portunídeo por arrasto (CPUE – captura por unidade de esforço), de acordo com as classes de temperatura de fundo nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba, durante o período de julho/2001 a junho/2003.

4. DISCUSSÃO

Os portunídeos estudados em Ubatuba e Caraguatatuba se distribuíram diferentemente entre as profundidades, evidenciando certa segregação espacial. Contudo, alguns indivíduos se deslocaram entre as profundidades, de acordo com as estações do ano, a fim de permanecerem em locais com melhores condições ambientais. Esse padrão apresentado pelas espécies está diretamente relacionado às variações nos fatores ambientais.

A região de Ubatuba, por apresentar várias enseadas, formadas pelo litoral extremamente recortado da região (Mahiques 1995), apresenta grande deposição de sedimentos mais finos, principalmente silte + argila, nas áreas mais próximas à costa, como os 5 e 10 m. Contrariamente, as áreas mais distantes da costa (> 20 m), onde os efeitos hidrodinâmicos são maiores, ocorrem sedimentos com diâmetros maiores. A região de Caraguatatuba apresenta várias ilhas, que funcionam como obstáculos físicos às condições de impacto do mar aberto, fazendo com que essa região esteja sujeita a um hidrodinamismo menos intenso (Pires 1992). Desse modo, ocorreu grande deposição de sedimento lodoso nos 15 e 20 m de Caraguatatuba.

No presente estudo, os indivíduos de cada espécie se distribuíram diferentemente entre as profundidades de cada região, provavelmente devido às diferenças sedimentares. Vários autores relacionaram a distribuição espacial de crustáceos bentônicos ao tipo de substrato (Abele 1974, Wenner & Read 1982, Bertini & Fransozo 2004, Lui *et al.* 2007, Garcia Muñoz *et al.* 2008, Moreira *et al.* 2008, Lourido *et al.* 2008, 2010, Cacabelos *et al.* 2010, Fransozo *et al.* 2012). De modo geral, as espécies *A. cribrarius*, *C. danae* e *C. ornatus* selecionaram os sedimentos com diâmetros menores, enquanto *P. spinimanus* e *P. spinicarpus* foram mais abundantes nas profundidades com maior ocorrência de sedimento com diâmetro maior, porém ainda com predominância de sedimentos finos. Resultados similares foram encontrados para *A. cribrarius* (Pinheiro *et al.* 1996, Guerra-Castro *et al.* 2007), *C. danae* (Chacur &

Negreiros-Fransozo 2001), *P. spinimanus* (Santos *et al.* 1994) e *P. spinicarpus* (Bertini & Fransozo 2004). Apesar de *C. ornatus* ter se correlacionado com sedimentos mais finos, esse portunídeo também foi encontrado em profundidades com ocorrência de grãos mais grossos em Caraguatatuba. Guerra-Castro *et al.* (2007) encontraram essa espécie em uma grande variabilidade granulométrica, e Pinheiro *et al.* (1997) caracterizaram *C. ornatus* como generalista em relação à composição granulométrica do sedimento.

Autores citam a importância do sedimento em diversos comportamentos apresentados pelos portunídeos, destacando (1) o hábito de se enterrar (McLay & Osborne 1985, Schweitzer & Feldmann 2006), (2) a alimentação, uma vez que já foram encontrados sedimentos no estômago de *A. cribrarius* (Carmona-Suárez & Conde 2005), *C. ornatus* (Mantelatto & Christofolletti 2001), *C. danae* (Branco & Verani 1997) e *P. spinimanus* (Branco & Lunardon-Branco 2002), e (3) o período em que as fêmeas incubam os ovos, visto que Pinheiro *et al.* (1996) propuseram que o sedimento age como uma incubadora artificial, servindo como suporte e molde durante a incubação pelas fêmeas de *A. cribrarius*. Assim, a estrutura do sedimento pode ser de extrema importância na distribuição espacial dos portunídeos.

Além da composição granulométrica do sedimento, a temperatura de fundo também influenciou a distribuição diferencial das espécies de portunídeos estudadas. Como no presente estudo, outros também mostraram que as espécies *A. cribrarius*, *C. danae* e *C. ornatus* são encontradas em altos valores de temperatura ($> 25^{\circ}\text{C}$) (Ver Buchanan & Stoner 1988, Negreiros-Fransozo & Fransozo 1995, Pinheiro *et al.* 1996, Carmona-Suárez & Conde 2002, Sforza *et al.* 2010), e *P. spinicarpus* é encontrada, preferencialmente, em baixas temperaturas (até 21°) (Ver Pires 1992, Bertini & Fransozo 2004).

Apesar de Ubatuba e Caraguatatuba pertencerem à região tropical/subtropical, a temperatura de fundo variou aproximadamente 15°C (mínima – máxima: $15 - 30^{\circ}\text{C}$) durante

o período de estudo. Essa variação ocorre nas regiões, normalmente, durante o verão e a primavera, devido à intrusão da massa d'água ACAS na plataforma continental, sendo sua influência estendida até as proximidades da costa (Castro-Filho *et al.* 1987). No presente estudo, o reflexo da ACAS foi percebido nas profundidades superiores a 15 m, onde houve maior amplitude entre as temperaturas de fundo e superfície. Além da mudança nos valores de temperatura de fundo relacionada à ACAS, essa massa d'água fria pode alterar a composição e/ou a abundância de crustáceos decápodos (Ver Fransozo *et al.* 2012). O reflexo da ACAS foi responsável pelo deslocamento das espécies de portunídeos durante as estações do ano. As espécies que se correlacionaram com maiores valores de temperatura e menores profundidades, *A. cribrarius*, *C. danae* e *C. ornatus*, se deslocaram para maiores profundidades durante o outono e o inverno, estações do ano onde não há diminuição na temperatura de fundo causada pela ACAS, e retornaram para as menores profundidades durante o verão e a primavera, quando há reflexo da intrusão dessa massa d'água fria e, conseqüentemente, diminuição na temperatura de fundo nas profundidades superiores a 15 m. Contrariamente, as espécies *P. spinimanus* e, principalmente, *P. spinicarpus*, presentes em maiores profundidades, migraram até profundidades menores durante a intrusão da ACAS (verão e primavera), devido à diminuição nos valores de temperatura. De acordo com Pires (1992), *P. spinicarpus* representou aproximadamente 90% da megafauna na região de Ubatuba nas áreas sob a influência da ACAS, valor próximo ao verificado para a mesma espécie durante o verão/2003 na região de Caraguatatuba (~ 86%). Os resultados evidenciam a importância dessa massa d'água na estrutura da comunidade bentônica das regiões estudadas, desalojando algumas espécies, como *A. cribrarius*, *C. danae* e *C. ornatus*, e favorecendo a presença de outras, como *P. spinimanus* e *P. spinicarpus*.

No geral, as espécies se distribuíram claramente em diferentes profundidades, evidenciando uma segregação de hábitat, embora tenham ocorrido sutis sobreposições em

algumas profundidades. Além disso, alguns indivíduos alteraram suas distribuições entre as profundidades, de acordo com as estações do ano. É evidente que há forte influência dos fatores ambientais sobre esse padrão de distribuição. Contudo, os fatores ambientais analisados não são os únicos decisivos na estrutura das comunidades bentônicas. Vários autores relacionaram a segregação de espécies em áreas de substrato não consolidado com um conjunto complexo de fatores físicos e biológicos, incluindo nesse último, predação, competição, disputas interespecíficas, e adaptações morfo e fisiológicas das espécies (Buchanan & Stoner 1988, Hecker 1990, Guerra-Castro *et al.* 2007).

De acordo com Mantelatto & Christofolletti (2001), os Portunidae podem apresentar uma dieta variada, com uma clara preferência pelos crustáceos, moluscos e peixes, sendo essa variabilidade alimentar relacionada à abundância de presas no ambiente, tamanho e/ou condição de muda do indivíduo. Desse modo, além da influência dos fatores físicos, é possível que a segregação de hábitat verificada neste estudo seja uma estratégia das espécies diminuírem a competição por recursos, diminuindo, assim, as interações interespecíficas. Apesar da grande variedade de itens alimentares selecionados pelos portunídeos, é possível que as espécies estudadas apresentem preferências similares, fazendo com que forrageiem em locais distintos, a fim de evitar competição por recursos alimentares. Guerra-Castro *et al.* (2007) sugeriram que a distribuição diferencial entre *C. ornatus* e *A. cribrarius* na Enseada de La Vela, Venezuela, também é influenciada pelos encontros agressivos interespecífico e adaptações morfológicas e fisiológicas das espécies. Baseado em observações, os autores sugeriram que *C. ornatus* é mais agressivo que *A. cribrarius* e, assim, em ambientes desfavoráveis próximos a trechos com grande quantidade de alimento, isso poderia ser um importante fator na exclusão de *A. cribrarius*. Desse modo, estudos que enfoquem a relação dos portunídeos com suas presas e predadores, além das interações interespecíficas, são

necessários para o esclarecimento da influência dos fatores bióticos sobre a segregação de hábitat entre as espécies da família Portunidae.

5. REFERÊNCIAS

- Ab'Sáber AN. 1955. Contribuição à geomorfologia do litoral paulista. *Revista Brasileira de Geografia* 17 (1): 3-37.
- Abele LG. 1974. Species diversity of decapods crustaceans in marine habitats. *Ecology* 55: 156-161.
- Bertini G & Fransozo A. 2004. Bathymetric distribution of brachyuran crab (Crustacea, Decapoda) communities on coastal soft bottoms off southeasterm Brazil. *Marine Ecology Progress Series* 279: 193-200.
- Branco JO & Lunardon-Branco MJ. 2002. Ecologia trófica de *Portunus spinimanus* Latreille, 1819, na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina. *Revista Brasileira de Zoologia* 19 (3): 723-729.
- Branco JO & Verani JR. 1997. Dinâmica da alimentação natural de *Callinectes danae* Smith (Decapoda, Portunidae) na Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 14 (4): 1003-1018.
- Buchanan BA & Stoner AW. 1988. Distributional patterns of blue crabs (*Callinectes* sp.) in a tropical estuarine lagoon. *Estuaries* 11 (4): 231-239.
- Cacabelos E, Lourido A & Troncoso JS. 2010. Composition and distribution of subtidal and intertidal crustacean assemblages in soft-bottoms of the Ria de Vigo (NW Spain). *Scientia Marina* 74 (3): 455-464.
- Carmona-Suárez CA & Conde JE. 2002. Local distribution and abundance of swimming crabs (*Callinectes* spp. and *Arenaeus cribrarius*) on a tropical arid beach. *Fishery Bulletin* 100 (1): 11-25.
- Carmona-Suárez CA & Conde JE. 2005. The natural diet of *Arenaeus cribrarius* (Decapoda, Brachyura, Portunidae) on two arid beaches in western Venezuela. *Crustaceana* 78 (5): 525-541.
- Castro Filho BM, Miranda LB & Myao SY. 1987. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 35 (2): 135-151.

- Chacur MM & Negreiros-Fransozo ML. 2001. Spatial and seasonal distributions of *Callinectes danae* (Decapoda, Portunidae) in Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil. *Journal of Crustacean Biology* 21 (2): 414-425.
- Chacur MM, Mansur CB & Negreiros-Fransozo ML. 2000. Distributional patterns, seasonal abundance and moult cycle of *Callinectes danae* Smith, 1869 in the Ubatuba region, Brazil. *Nauplius* 8 (2): 215-226.
- Franke H-D, Gutow L & Janke M. 2007. Flexible habitat selection and interactive habitat segregation in the marine congeners *Idotea baltica* and *Idotea emarginata* (Crustacea, Isopoda). *Marine Biology* 150: 929-939.
- Fransozo A, Furlan M, Fransozo V, Bertini G, Costa RC & Fernandes-Góes LC. 2012. Diversity of decapod crustaceans at the interface of unconsolidated seabed areas and rocky shores in tropical/subtropical Brazil. *African Journal of Marine Science* 34 (3): 361-371.
- García Muñoz JE, Manjón-Cabeza ME & García Raso JE. 2008. Decapod crustacean assemblages from littoral bottoms of the Alborán Sea (Spain, west Mediterranean Sea): spatial and temporal variability. *Scientia Marina* 72 (3): 437-449.
- Guerra-Castro E, Carmona-Suárez CA & Conde JE. 2007. Activity patterns and zonation of the swimming crabs *Arenaeus cribrarius* and *Callinectes ornatus*. *Journal of Crustacean Biology* 27 (1): 49-58.
- Hammer Ø, Harper DAT & Ryan PD. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 9 pp.
- Hecker B. 1990. Variation in megafaunal assemblages on the continental margin south of New England. *Deep-Sea Research* 37 (1): 37-57.
- Jeffries HP. 1966. Partitioning of the estuarine environment by two species of *Cancer*. *Ecology* 47 (3): 477-481.
- Lourido A, Moreira J & Troncoso JS. 2008. Assemblages of peracarid crustaceans in subtidal sediments from the Ría de Aldán (Galicia, NW Spain). *Helgoland Marine Research* 62: 289-301.
- Lourido A, Moreira J & Troncoso JS. 2010. Spatial distribution of benthic macrofauna in subtidal sediments of the Ría de Aldán (Galicia, northwest Spain). *Scientia Marina* 74 (4): 705-715.

- Lui KKY, NG JSS & Leung KMY. 2007. Spatio-temporal variations in the diversity and abundance of commercially important Decapod and Stomatopoda in subtropical Hong Kong waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 72: 635-647.
- Magliocca A & Kutner AS. 1965. Sedimentos de fundo da Enseada do Flamengo, Ubatuba, SP. *Contribuições do Instituto Oceanográfico* 198: 1-15.
- Mahiques MM. 1995. Dinâmica sedimentar atual nas enseadas da região de Ubatuba, Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 43 (2): 111-122.
- Mantelatto FLM & Christofolletti RA. 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 FLM & Fransozo A. 1999. Characterization of the physical and chemical parameters of Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo State, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 59 (1): 23-31.
- McLay CL & Osborne TA. 1985. Burrowing behaviour of the paddle crab *Ovalipes catharus* (White, 1843) (Brachyura: Portunidae). *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 19: 125-130.
- Melo GAS. 1996. *Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro*. Plêiade/FAPESP, São Paulo, 604 p.
- Moreira J, Lourido A & Troncoso JS. 2008. Diversity and distribution of peracarid crustaceans in shallow subtidal soft bottoms at the Ensenada de Baiona (Galicia, N.W. Spain). *Crustaceana* 81 (9): 1069-1089.
- Negreiros-Fransozo ML & 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 ML, Fransozo A, Pinheiro MAA, Mantelatto FLM & Santos S. 1991. Caracterização física e química da Enseada de Fortaleza, Ubatuba, SP. *Revista Brasileira de Geociências* 21 (2): 114-120.

- Nevis AB, Martinelli JM, Carvalho ASS & Nahum VJI. 2009. Abundance and spatial-temporal distribution of the family Portunidae (Crustacea, Decapoda) in the Curuçá Estuary on the northern coast of Brazil. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology* 13 (1): 71-79.
- Pinheiro MAA, Fransozo A & Negreiros-Fransozo ML. 1996. Distribution patterns of *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba (SP), Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 56: 705-716.
- Pinheiro MAA, Fransozo A & Negreiros-Fransozo ML. 1997. Dimensionamento e sobreposição de nichos ecológicos dos portunídeos (Decapoda, Brachyura), na Enseada da Fortaleza, Ubatuba, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 14: 371-378.
- Pires AMS 1992. Structure and dynamics of benthic megafauna on the continental shelf offshore of Ubatuba, southeastern Brazil. *Marine Ecology Progress Series* 86: 63-76.
- Pires-Vanin AMS & Matsuura Y. 1993. Estrutura e função do ecossistema de plataforma continental da região de Ubatuba, Estado de São Paulo: uma introdução. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 10: 1-8.
- R Development Core Team. 2006. *R: A language and environment for statistical computing*. Viena-Austria, R Foundation for Statistical Computing ISBN 3-900051-07-0, URL. Disponível em: <http://www.R-project.org>
- Rosas C, Lazaro-Chavez E & Bückle-Ramirez F. 1994. Feeding habits and food niche segregation of *Callinectes sapidus*, *C. rathbunae*, and *C. similis* in a subtropical coastal lagoon of the Gulf of Mexico. *Journal of Crustacean Biology* 14 (2): 371-382.
- Santos S, Negreiros-Fransozo ML & Fransozo A. 1994. The distribution of the swimming crab *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Brachyura, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba, SP, Brazil. *Atlântica* 16: 125-141.
- Schweitzer CE & Feldmann RM. 2006. *Are paddle-like pereopods a phylogenetically appropriate character within the Brachyura?* Paper presented at the 40th Annual Meeting, Akron, Ohio. The Geological Society of America. Recuperado de https://gsa.confex.com/gsa/2006NC/finalprogram/abstract_102742.htm

- Sforza R, Nalesso RC & Joyeux JC. 2010. Distribution and population structure of *Callinectes danae* (Decapoda: Portunidae) in a tropical Brazilian estuary. *Journal of Crustacean Biology* 30 (4): 597-606.
- Suguio K. 1973. *Introdução à Sedimentologia*. Edgard Blucher/EDUSP, São Paulo, 317 p.
- Wenner EL & Read TH. 1982. Seasonal composition and abundance of decapods crustacean assemblages from the South Atlantic Bight, USA. *Bulletin of Marine Science* 32 (1): 181-206.
- Wentworth CK. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology* 30: 377-392.
- Wu RSS & Shin PKS. 1998. Food segregation in three species of portunid crabs. *Hydrobiologia* 362: 107-113.
- Zangrande CM, Sant'Anna BS & Reigada ALD. 2003. Distribuição de *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818), (Decapoda, Brachyura), no complexo baía-estuário de São Vicente, (SP), Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca* 29 (2): 133-138.
- Zar JH. 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 663 p.

CAPÍTULO III

ESTRUTURA, CRESCIMENTO E MATURIDADE

SEXUAL DE *CALLINECTES ORNATUS*

(BRACHYURA: PORTUNIDAE) EM DUAS

REGIÕES DO LITORAL NORTE PAULISTA

RESUMO

Callinectes ornatus está entre as espécies mais abundantes da macrofauna de crustáceos bentônicos do litoral norte paulista, constituindo um importante componente da cadeia trófica marinha. Desse modo, estudos sobre a dinâmica populacional dessa espécie fornecem informações que podem ser utilizadas frente a um decréscimo em sua abundância, o que causaria um impacto negativo sobre todo o ecossistema bentônico da região. A partir desse contexto, a estrutura populacional, o crescimento e a maturidade sexual de *C. ornatus* foram analisados em duas regiões do litoral norte do Estado de São Paulo, Ubatuba (UBA) e Caraguatatuba (CAR). Os indivíduos foram coletados mensalmente durante dois anos, com um barco camaroneiro equipado com *double-rig*, em profundidades de 5 a 35 m em cada região. O tamanho, baseado na largura da carapaça (LC), variou entre ♂ 13,0 – 78,8 mm (média ± desvio padrão; mediana: 46,2 ± 14,4 mm; 47,7 mm) e ♀ 12,4 – 75,1 mm (41,4 ± 11,2 mm; 45,6 mm) em UBA, e ♂ 9,4 – 80,0 mm (50,8 ± 14,5 mm; 55,5 mm) e ♀ 18,4 – 70,5 mm (47,1 ± 9,1 mm; 49,4 mm) em CAR. Comparando a LC entre os sexos, verificou-se que os machos foram significativamente maiores que as fêmeas em ambas as regiões (Mann-Whitney, $p < 0,001$). A distribuição mensal dos indivíduos em classes de tamanho revelou a presença constante de todos os grupos demográficos, sugerindo que a população de *C. ornatus* é estável no litoral norte paulista. O tamanho da maturidade sexual (LC_{50}) foi estimado em ♀ 39,9 e ♂ 42,3 mm em UBA, e ♀ 40,4 e ♂ 42,0 mm em CAR. Machos alcançaram maior tamanho assintótico e menor taxa de crescimento que as fêmeas em ambas as regiões, verificados pelas equações ♂ $LC_t = 84,35[1 - e^{-0,0045(t+0,32)}]$ e ♀ $LC_t = 72,79[1 - e^{-0,0057(t-0,64)}]$ em UBA, e ♂ $LC_t = 86,19[1 - e^{-0,0047(t-0,18)}]$ e ♀ $LC_t = 76,02[1 - e^{-0,0056(t+0,76)}]$ em CAR. A longevidade foi estimada em 2,2 (UBA) e 2,26 anos (CAR) para as fêmeas e 2,81 (UBA) e 2,67 anos (CAR) para os machos, com a maturidade

dos indivíduos sendo alcançada entre os cinco primeiros meses de vida. O crescimento de *C. ornatus* se mostrou diferencial entre os sexos, evidenciando dimorfismo sexual em relação ao tamanho do corpo. Normalmente, machos investem mais energia em crescimento somático, pois o tamanho corporal define a habilidade competitiva e o acesso a fêmeas receptivas, além de proteção às parceiras durante a cópula, enquanto as fêmeas direcionam maior parte de sua energia em processos reprodutivos, principalmente para a produção de óvulos.

Palavras-chave: Dimorfismo sexual, equação de Bertalanffy, longevidade.

ABSTRACT

Callinectes ornatus is among the most abundant species of benthic macrofauna of crustaceans of the northern coast of São Paulo, constituting an important component of the marine food chain. Thereby, studies on the population dynamics of this species provide information that can be used before a decrease in its abundance, which would cause a negative impact on the entire benthic ecosystem of the region. In this context, the population structure, growth and sexual maturity of *C. ornatus* were analyzed in the Ubatuba (UBA) and Caraguatatuba (CAR) regions. The specimens were collected monthly during two years, with a commercial shrimp trawler equipped with double-rig nets, at depths from 5 to 35 m at each region. The body size, based in carapace width (CW mm), varied between ♂ 13.0 – 78.8 mm (mean $\pm$ standard deviation, median: 46.2 $\pm$ 14.4 mm, 47.7 mm) and ♀ 12.4 – 75.1 mm (41.4 $\pm$ 11.2 mm, 45.6 mm) in UBA, and ♂ 9.4 – 80.0 mm (50.8 $\pm$ 14.5 mm, 55.5 mm) and ♀ 18.4 – 70.5 mm (47.1 $\pm$ 9.1 mm, 49.4 mm) in CAR. Comparing the CW between the sexes, males were significantly larger than females in both regions (Mann-Whitney, $p < 0.001$). The temporal distribution of the specimens in size classes showed the constant presence of all demographic categories, suggesting that the population of *C. ornatus* is stable in the northern coast of São Paulo. The size at sexual maturity (LC_{50}) was estimated in ♀ 39.9 and ♂ 42.3 mm in UBA, and ♀ 40.4 and ♂ 42.0 mm in CAR. Males reached larger asymptotic size and smaller coefficient of growth than females in both regions, observed by the equations ♂ $LC_t = 84.35[1 - e^{-0.0045(t+0.32)}]$ and ♀ $LC_t = 72.79[1 - e^{-0.0057(t-0.64)}]$ in UBA, and ♂ $LC_t = 86.19[1 - e^{-0.0047(t-0.18)}]$ and ♀ $LC_t = 76.02[1 - e^{-0.0056(t+0.76)}]$ in CAR. The longevity was estimated in 2.2 (UBA) and 2.26 years (CAR) for females and 2.81 (UBA) and 2.67 years (CAR) for males. Both sexes attained the maturity around the first five months of life. The growth of *C. ornatus* was different between the sexes, showing sexual dimorphism in relation

to the body size. Usually, males invest more energy in somatic growth because the body size determines the competitive ability and the access to receptive females, also protection to the partner during the copulation, while females direct the most of their energy in reproductive processes mainly for the production of eggs.

Key words: Bertalanffy growth equation, longevity, sexual dimorphism.

1. INTRODUÇÃO

Estudos populacionais realizados em pequenas áreas, como baías e enseadas, fornecem informações fundamentais para a compreensão da dinâmica e funcionamento de áreas maiores (Mantelatto *et al.* 1995). Esses estudos são necessários, principalmente em regiões como Ubatuba e Caraguatatuba, onde há impacto antrópico, devido ao aumento da exploração pesqueira, do turismo e da urbanização (Burone & Pires-Vanin 2006), essa com aumento da introdução de esgoto doméstico não tratado e resíduos industriais (Mantelatto & Fransozo 1999a), os quais afetam os ecossistemas marinhos adjacentes.

Callinectes ornatus Ordway, 1863 está entre as espécies mais abundantes da carcinofauna bentônica de substrato não consolidado do litoral norte paulista (Pires 1992, Mantelatto & Fransozo 2000, Bertini & Fransozo 2004, Fransozo *et al.* 2012), sendo altamente capturada junto à pesca camaroneira, a qual é intensa na região de estudo, principalmente sobre o camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), os camarões-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) e *F. paulensis* (Pérez Farfante, 1967), e o camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1938) (Costa *et al.* 2005). Apesar da comercialização de *C. ornatus* movimentar pouco a economia local comparada à de camarões, esse siri é explorado artesanalmente na região de Ubatuba (Negreiros-Fransozo *et al.* 1999). Contudo, a grande maioria dos indivíduos capturados é descartada após a pesca de arrasto.

Considerando sua alta abundância e seu papel fundamental na cadeia trófica marinha, uma vez que a espécie *C. ornatus* é considerada onívora oportunista, consumindo grande quantidade e diversidade de presas (Mantelatto & Christofolletti 2001), e pode ser predada por vários organismos, incluindo muitos peixes (ver Soares *et al.* 1992, Soares & Apelbaum 1994, Lunardon-Branco 2000, Branco *et al.* 2005), é fundamental a investigação de aspectos de sua dinâmica populacional, a fim de auxiliar no entendimento do ecossistema como um todo,

além de fornecer informações que podem ser utilizadas futuramente frente a um decréscimo no estoque, o qual causaria um impacto negativo sobre a estrutura bentônica.

Para um melhor controle de populações exploradas comercialmente e uma avaliação dos efeitos dessa exploração, além de fornecer informações sobre o desempenho ecológico das espécies, estudos que abordem estimativas de tamanho da maturidade sexual (Annala *et al.* 1980, Campbell & Fielder 1986), crescimento e longevidade (Gulland 1959, Diele & Koch 2010) são fundamentais. Variações nas estimativas de longevidade, de tamanho do corpo e de tamanho em que os indivíduos atingem a maturidade sexual ocorrem em função das variações nas condições do ambiente, tais como, temperatura da água, fornecimento de alimento e produtividade primária, os quais estão relacionados à latitude (Castilho *et al.* 2007). De acordo com Jones & Simons (1983), os tamanhos do corpo e da maturidade sexual tendem a aumentar com o aumento da latitude, devido às variações na temperatura e no fotoperíodo, os quais têm ação direta sobre as características morfológicas de crustáceos marinhos.

Templeman (1936), estudando a biologia da lagosta *Homarus americanus* H. Milne Edwards, 1897, discutiu que o tamanho no qual a fêmea torna-se sexualmente madura é resultado do crescimento diferencial dos ovários e do resto do corpo. Comparando áreas distintas durante o verão, o autor verificou que as maiores temperaturas são favoráveis para o crescimento em comprimento, mas, principalmente, para o desenvolvimento dos ovários, de modo que a lagosta atinge a maturidade em menor tamanho e mais precocemente em áreas com maior temperatura do que em áreas com menor temperatura durante o verão. De acordo com Orton (1920), quando os embriões eclodem em ambientes com condições de temperatura adequadas, e essas continuam por longos períodos, os indivíduos alcançam a maturidade sexual em uma idade muito precoce. Normalmente, essas condições adequadas estão relacionadas às maiores temperaturas, encontradas principalmente nas menores latitudes.

Aspectos populacionais do siri *C. ornatus*, incluindo estrutura populacional, razão sexual, crescimento, período reprodutivo, maturidade sexual e fecundidade, têm sido estudados nas últimas décadas em várias regiões brasileiras, *e.g.*, Ilha do Frade – Espírito Santo (Fernandes *et al.* 2006), Baía de Guanabara e norte do Estado – Rio de Janeiro (Keunecke *et al.* 2008, 2012 e Tudesco *et al.* 2012, respectivamente), região de Ubatuba – São Paulo (Negreiros-Fransozo & Fransozo 1995, Mantelatto & Fransozo 1996, 1997, 1999b, Negreiros-Fransozo *et al.* 1999, Andrade *et al.* 2013), Matinhos e Balneário Shangri-Lá – Paraná (Branco & Lunardon-Branco 1993ab e Baptista *et al.* 2003, respectivamente), e Armação do Itapocoroy – Santa Catarina (Branco & Fracasso 2004).

Apesar dos vários estudos sobre a biologia de *C. ornatus* na região de Ubatuba, a maioria refere-se aos aspectos reprodutivos. Além disso, não há informações sobre o crescimento populacional, e pouco se conhece sobre a dinâmica dessa espécie em outras regiões do litoral norte paulista. Assim, a estrutura populacional, a maturidade sexual e o crescimento foram analisados nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba, litoral norte do Estado de São Paulo.

2. MATERIAL & MÉTODOS

2.1. Métodos de amostragem e procedimentos laboratoriais

Os indivíduos foram coletados mensalmente, de julho/2001 a junho/2003, em sete transectos de diferentes profundidades em duas regiões do litoral norte do Estado de São Paulo, Ubatuba e Caraguatatuba (Figura 1).

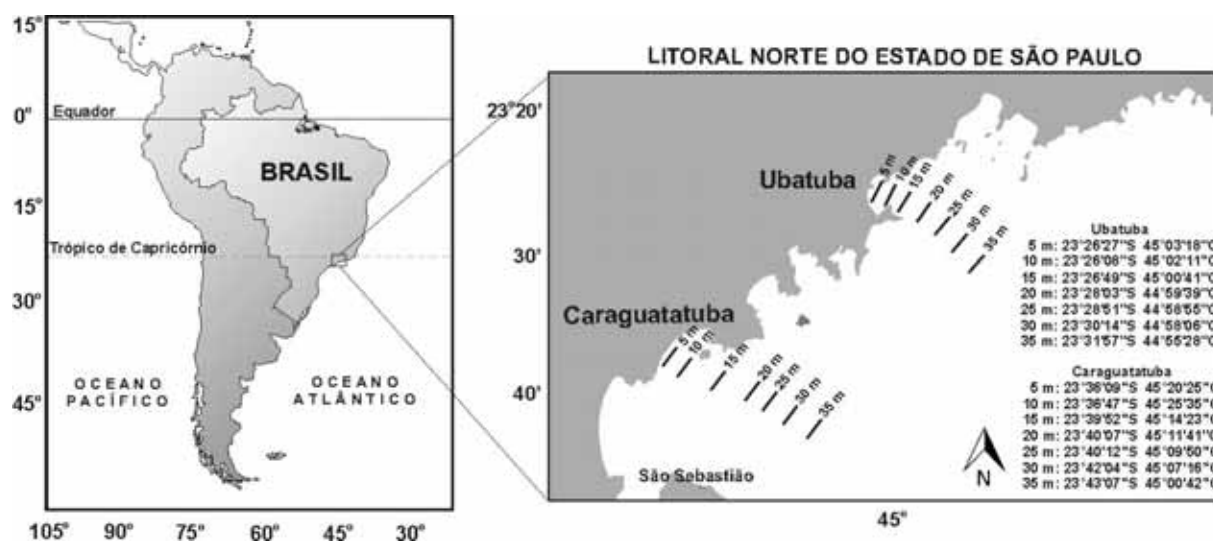


Figura 1 – Mapa evidenciando as profundidades amostradas e suas coordenadas geográficas nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba.

Todas as amostras foram efetuadas com o auxílio de um barco de pesca camaroneiro equipado com motor MWM, de 96 HP de potência, e redes do tipo *double-rig* ou mexicana, com 4,5 m de abertura e 7,5 m de comprimento. A distância entrenós da rede na panagem e no saco foram de 20 e 15 mm, respectivamente. Cada profundidade foi arrastada por uma distância de aproximadamente 2 Km (30 min), a uma velocidade de 2 nós, abrangendo uma área de 18.000 m². Os espécimes capturados foram acondicionados em sacos plásticos devidamente etiquetados, colocados em caixa térmica contendo gelo picado, e mantidos resfriados até o momento da análise, a fim de preservar a integridade do material.

No laboratório, os caranguejos foram triados e identificados quanto à espécie, de acordo com Melo (1996). Os representantes de *C. ornatus* foram mensurados em relação à largura da carapaça (LC mm), excluindo-se os espinhos laterais, com a utilização de um paquímetro (precisão = 0,1 mm); separados quanto ao sexo, com machos apresentando o abdome em formato de “T” invertido e fêmeas em formato triangular, quando jovens, e semi-ovalado, quando adultas (Williams 1974); e separados quanto à maturidade, uma vez que os jovens possuem abdome selado aos esternitos torácicos, enquanto os adultos o possuem flexível (Negreiros-Fransozo *et al.* 1999). Adicionalmente, as fêmeas foram classificadas de acordo com a presença ou ausência de embriões (ovígeras ou não ovígeras) sob o abdome.

Os espécimes de *C. ornatus* de Ubatuba e Caraguatatuba não foram considerados como pertencentes a populações distintas, por não existirem barreiras físicas entre as duas regiões. Contudo, os resultados foram analisados separadamente a fim de verificar possíveis variações na estrutura, no crescimento e no tamanho da maturidade sexual dos indivíduos, as quais pudessem estar relacionadas às variações ambientais.

2.2. Estrutura populacional de *Callinectes ornatus*

Grupos demográficos foram determinados, separando machos jovens (MJ), machos adultos (MA), fêmeas jovens (FJ), fêmeas adultas não ovígeras (FANO) e fêmeas ovígeras (FO). Os indivíduos foram distribuídos em classes de tamanho com intervalo de 4 mm. A distribuição de frequência por classes de tamanho foi analisada mensalmente em cada região, a fim de verificar a dinâmica populacional de machos e fêmeas de *C. ornatus*, incluindo os períodos de maior recrutamento.

O método Bhattacharya identifica e separa uma ou mais coortes presentes em distribuições de frequência polimodais (Bhattacharya 1967). Desse modo, esse método, calculado no *software* FISAT II (Versão 1.2.0), foi utilizado para a identificação de coortes

nas representações de distribuição geral de frequência em classes de tamanho de machos e fêmeas.

O tamanho, representado pela largura da carapaça, de machos e fêmeas foi comparado utilizando-se o teste não paramétrico Mann-Whitney ($\alpha = 5\%$), uma vez que as premissas de normalidade e homocedasticidade dos dados, condições necessárias para a análise paramétrica, não foram satisfatórias ($p < 0,05$) (Zar 2010).

2.3. Maturidade de *Callinectes ornatus*

Para determinação da maturidade sexual de machos e fêmeas, a frequência relativa (%) dos adultos em classes de tamanho com intervalo de 2 mm foi plotada em gráficos, sendo ajustada uma curva do tipo sigmoide, seguindo o resultado da equação logística $y = 1/1 + e^{r(LC - LC_{50})}$, que foi ajustada para os dados. LC_{50} corresponde à largura da carapaça na qual 50% dos indivíduos são sexualmente maduros, e r é inclinação da curva. O ajuste da equação foi efetuado pelo método dos mínimos quadrados (Aguila *et al.* 1995, Vazzoler 1996), sendo necessária a sobreposição no tamanho de adultos e jovens de no mínimo duas classes de tamanho.

2.4. Crescimento de *Callinectes ornatus*

As modas foram determinadas separadamente para machos e fêmeas usando a distribuição de frequência mensal por classes de tamanho com o *software* de ajuste PeakFIT (PeakFIT v.4.06 SPSS Inc. for Windows, Copyright 1991-1999, AISN Software Inc.), no qual picos foram ajustados à distribuição de frequência por classes de tamanho utilizando procedimento de ajuste dos mínimos quadrados (Automatic Peak Detection and Fitting, Method I – Residual).

Em seguida, os parâmetros de crescimento de ambos os sexos foram estimados de acordo com o modelo de crescimento de Bertalanffy (1938): $LC_t = LC_\infty [1 - e^{-K(t-t_0)}]$, onde LC_t (mm) é a largura média da carapaça dos indivíduos na idade t ; LC_∞ (mm) é a largura máxima estimada da carapaça (tamanho assintótico); K é o coeficiente de crescimento que define quão rapidamente LC_∞ é alcançada; e t_0 é a idade hipotética do indivíduo ao nascer. As curvas de crescimento para machos e fêmeas foram estimadas através de progressões modais pelo tempo, denominadas de coortes neste estudo. Os pontos foram conectados, definindo diferentes coortes que representam a população durante o período estudado. Para estimar os parâmetros de crescimento, todas as coortes foram ajustadas ao modelo de crescimento de Bertalanffy, utilizando procedimento de ajuste dos mínimos quadrados, a partir da ferramenta de análise *Solver* do programa *Microsoft Excel*.

As curvas de crescimento de machos e fêmeas foram comparadas através do teste F ($\alpha = 5\%$) (Cerrato 1990). A longevidade ($t_{m\acute{a}x}$) foi calculada utilizando a equação inversa de Bertalanffy: $t_{m\acute{a}x} = t_0 - (1/K) \ln[1 - (LC_{m\acute{a}x}/LC_\infty)]$, onde $LC_{m\acute{a}x}$ é o tamanho do maior indivíduo registrado durante o estudo.

3. RESULTADOS

3.1. Estrutura populacional de *Callinectes ornatus*

Um total de 6.920 exemplares de *C. ornatus* foi analisado durante o período de estudo, sendo 3.932 de Ubatuba e 2.988 de Caraguatatuba. O número de indivíduos, a amplitude e a média de tamanho de cada grupo demográfico analisado estão representados na Tabela I.

Tabela I – Tamanhos mínimo (Mín), máximo (Máx) e médio ($\pm$ desvio padrão), baseados na largura da carapaça (LC mm), de indivíduos de *C. ornatus* amostrados em Ubatuba e Caraguatatuba, durante o período de julho/2001 a junho/2003. N: número de indivíduos, FJ: fêmea jovem, FANO: fêmea adulta não ovígera, FO: fêmea ovígera, MJ: macho jovem, MA: macho adulto.

Ubatuba			
Grupo demográfico	Mín – Máx (LC mm)	Média $\pm$ dp (LC mm)	N
FJ	12,4 – 49,7	31,5 $\pm$ 6,9	729
FANO	25,2 – 73,7	49,8 $\pm$ 6,3	867
FO	39,6 – 75,1	49,9 $\pm$ 4,6	280
MJ	13,0 – 56,6	30,2 $\pm$ 8,1	882
MA	30,1 – 78,8	58,2 $\pm$ 9,3	1.174
Total	12,4 – 78,8	44,5 $\pm$ 14,2	3.932
Caraguatatuba			
Grupo demográfico	Mín – Máx (LC mm)	Média $\pm$ dp (LC mm)	N
FJ	18,4 – 49,7	33,9 $\pm$ 6,3	421
FANO	30,0 – 69,9	50,9 $\pm$ 5,1	772
FO	38,7 – 70,5	52,0 $\pm$ 4,4	532
MJ	9,4 – 55,3	31,9 $\pm$ 8,0	365
MA	31,3 – 80,0	58,5 $\pm$ 8,1	898
Total	9,4 – 80,0	48,6 $\pm$ 11,8	2.988

A frequência total dos indivíduos por classes de tamanho evidenciou padrão bimodal de distribuição para ambos os sexos nas duas regiões estudadas (Figura 2). Aplicando-se o

método de Bhattacharya, foram identificadas as seguintes modas em Ubatuba: ♂ $25,2 \pm 6,3$ mm (moda 1) e $59,5 \pm 6,3$ (moda 2), ♀ $29,8 \pm 6,4$ mm (moda 1) e $48,2 \pm 4,6$ mm (moda 2); e em Caraguatatuba: ♂ $30,9 \pm 5,7$ mm (moda 1) e $56,6 \pm 6,2$ (moda 2), ♀: $34,3 \pm 7,9$ mm (moda 1) e $49,6 \pm 3,8$ mm (moda 2).

Comparando a largura da carapaça entre os sexos, verificou-se que os machos foram significativamente maiores que as fêmeas em ambas as regiões (Mann-Whitney, $p < 0,001$, Tabela II).

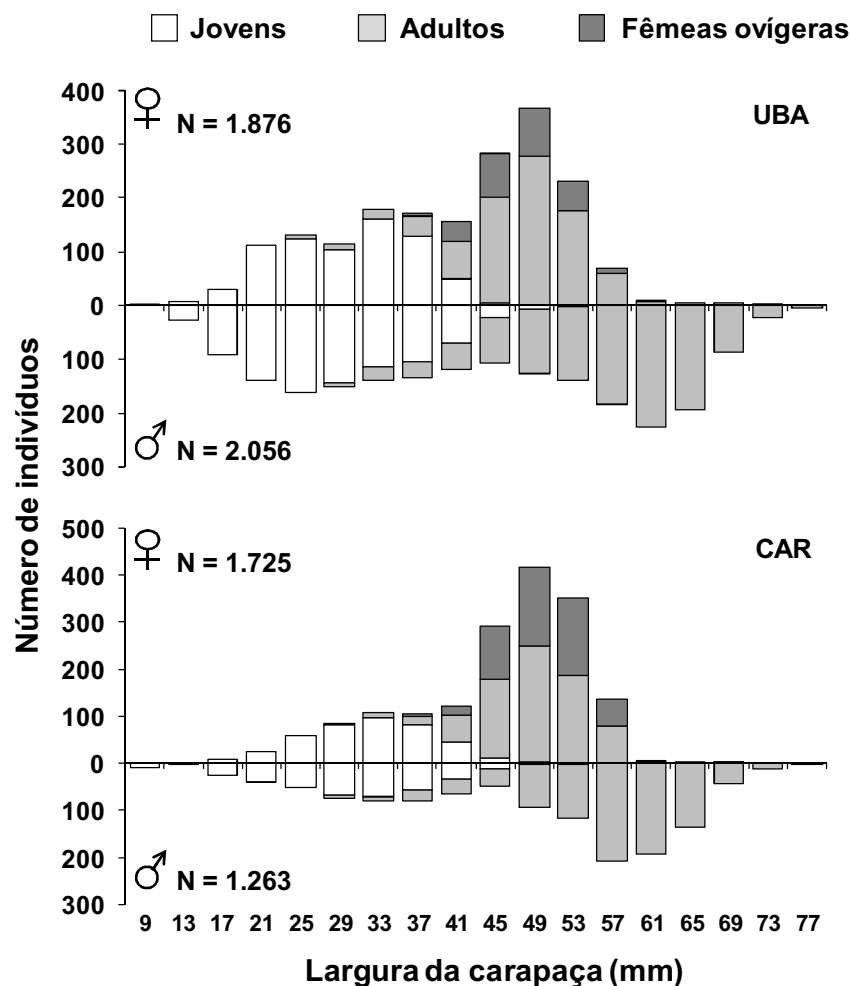


Figura 2 – Frequência por classes de tamanho dos indivíduos machos e fêmeas de *C. ornatus* amostrados em Ubatuba (UBA) e Caraguatatuba (CAR), durante o período de julho/2001 a junho/2003. N = número de indivíduos.

Tabela II – Resultado do teste Mann-Whitney entre o tamanho, baseado na largura da carapaça (LC mm), de machos e fêmeas de *C. ornatus* amostrados em Ubatuba e Caraguatatuba, durante o período de julho/2001 a junho/2003.

Ubatuba				
Sexo	25° quartil (LC mm)	Mediana (LC mm)	75° quartil (LC mm)	P
Macho	31,5	47,7	61,1	<0,001
Fêmea	34,4	45,6	51,4	
Caraguatatuba				
Sexo	25° quartil (LC mm)	Mediana (LC mm)	75° quartil (LC mm)	P
Macho	39,0	55,5	62,2	<0,001
Fêmea	42,0	49,4	53,5	

p: probabilidade de significância ($\alpha = 5\%$).

A representação mensal da distribuição dos indivíduos em classes de tamanho revelou a presença constante de todos os grupos demográficos em ambas as regiões, com predomínio de indivíduos adultos (> 50%) na maioria dos meses estudados. Em relação aos indivíduos jovens, Ubatuba apresentou uma frequência maior de meses com alta abundância desse grupo quando comparada à Caraguatatuba (% jovens: mínima – máxima, média $\pm$ desvio padrão; UBA: 13 – 79, 41 $\pm$ 16; CAR: 6 – 65, 25 $\pm$ 18). Na primeira região, as fêmeas jovens foram numerosas (> 25%) nos intervalos de julho/01 – agosto/01, outubro/01 – abril/02, e agosto/02 – junho/03, e os machos jovens nos intervalos de julho/01 – agosto/01, outubro/01 – abril/02, junho/02 – setembro/02, e novembro/02 – junho/03. Em Caraguatatuba, as fêmeas jovens apresentaram abundância maior que 25% nos intervalos de julho/01 – agosto/01, janeiro/02 – abril/02, dezembro/02, e fevereiro/03 – maio/03, e os machos jovens nos intervalos de julho/01 – agosto/01, outubro/01, janeiro/02 – março/02, e dezembro/02 – abril/03. Apesar da representação gráfica de apenas 218 indivíduos (machos + fêmeas) em novembro/2001 de Ubatuba, aproximadamente mais 420 indivíduos jovens, incluindo machos e fêmeas, foram coletados, porém não mensurados. Na maioria dos períodos citados anteriormente, a distribuição por classes de tamanho foi aparentemente bimodal (Figura 3 e 4).

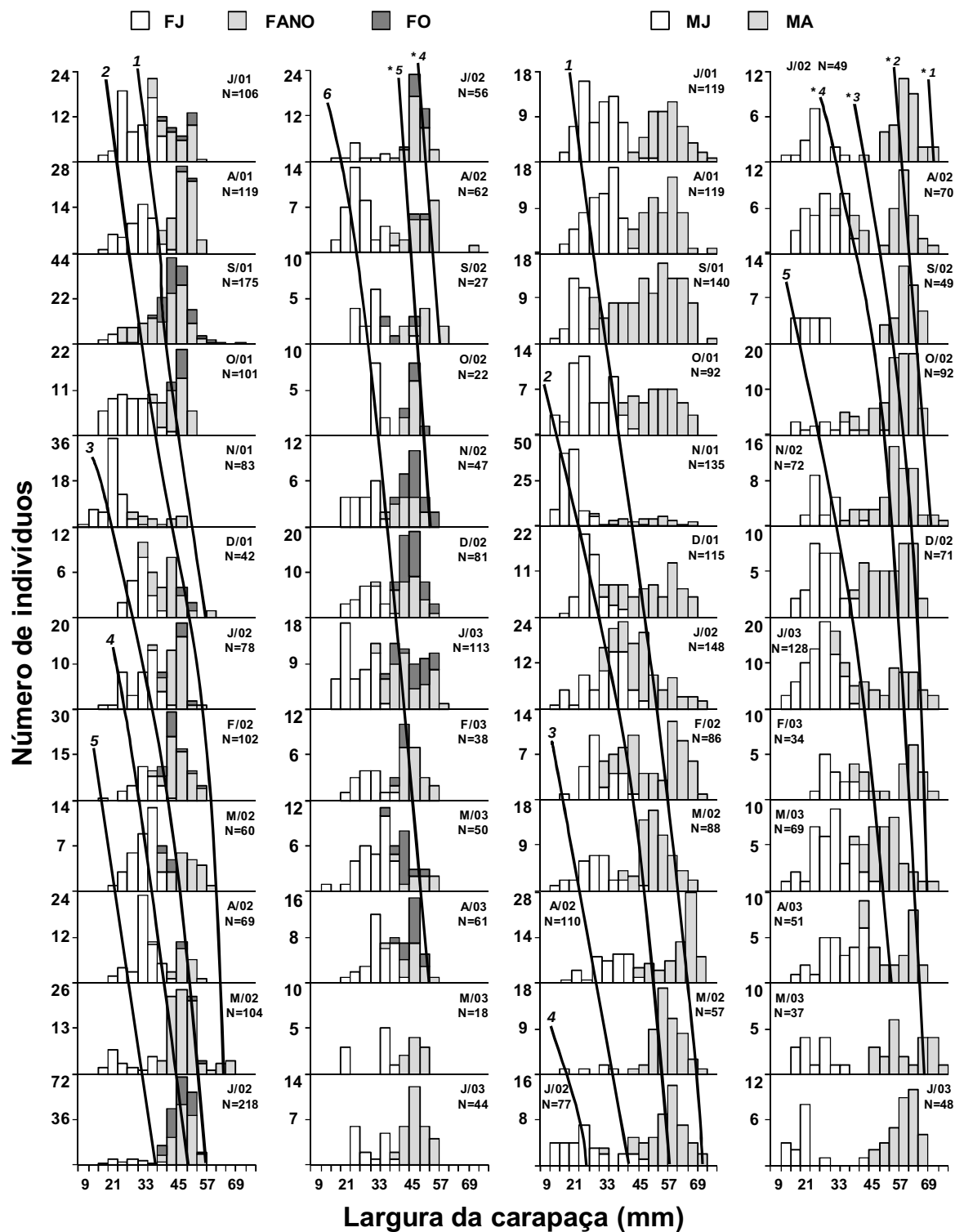


Figura 3 – Frequência mensal por classes de tamanho de machos e fêmeas de *C. ornatus* amostrados em Ubatuba, durante o período de julho/2001 a junho/2003. As linhas representam as coortes encontradas na análise de crescimento, tópico 3.3. N = número de indivíduos, FJ: fêmea jovem, FANO: fêmea adulta não ovígera, FO: fêmea ovígera, MJ: macho jovem, MA: macho adulto, *: continuação.

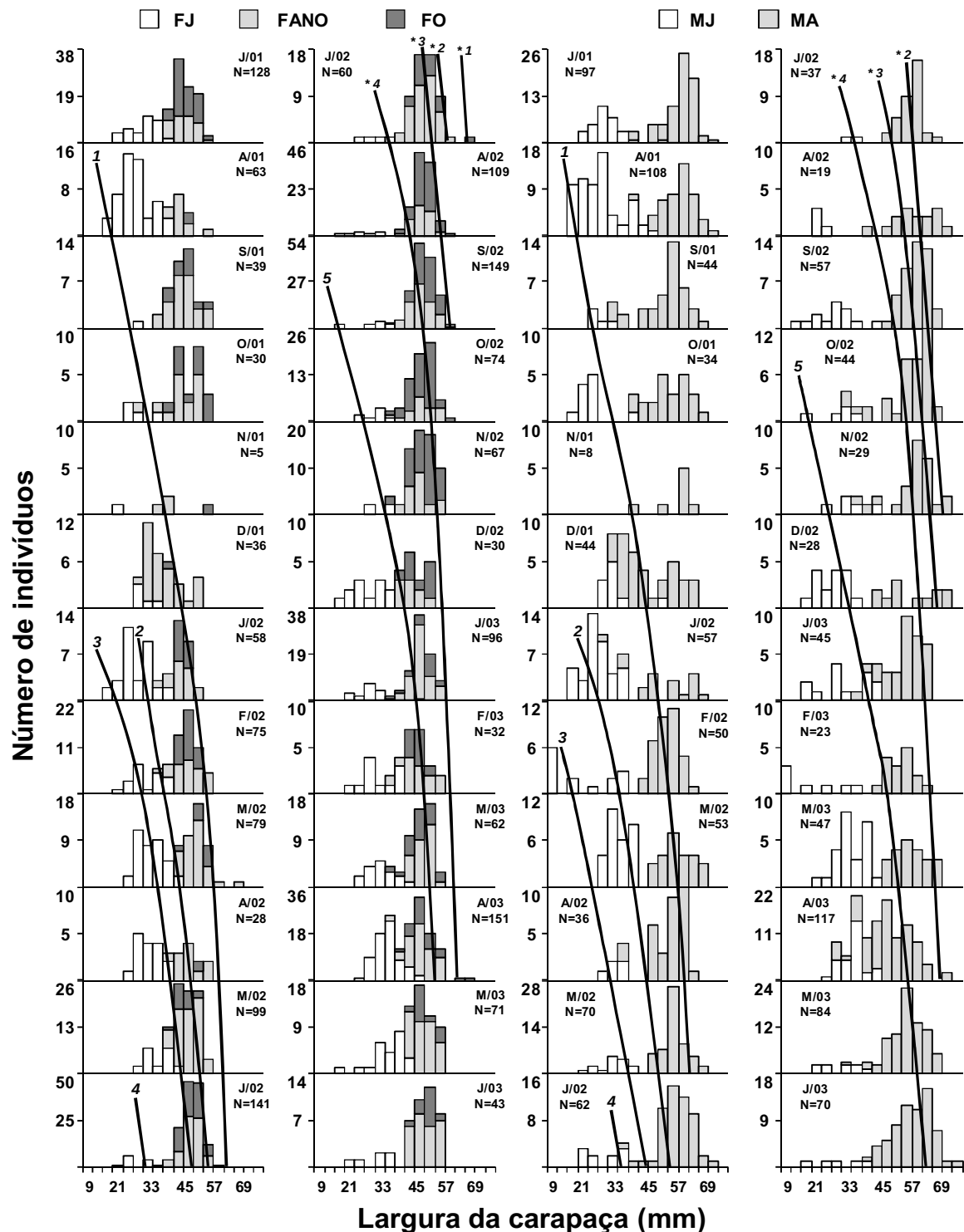


Figura 4 – Frequência mensal por classes de tamanho de machos e fêmeas de *C. ornatus* amostrados em Caraguatatuba, durante o período de julho/2001 a junho/2003. As linhas representam as coortes encontradas na análise de crescimento, tópico 3.3. N = número de indivíduos, FJ: fêmea jovem, FANO: fêmea adulta não ovígera, FO: fêmea ovígera, MJ: macho jovem, MA: macho adulto, *: continuação.

3.2. Maturidade de *Callinectes ornatus*

Os menores indivíduos adultos capturados mediram ♀ 25,2 e ♂ 30,1 mm (LC) em Ubatuba, e ♀ 30,0 e ♂ 31,3 mm em Caraguatatuba. Considerando a análise de LC_{50} , o tamanho da maturidade sexual foi estimado em ♀ 39,9 e ♂ 42,3 mm em Ubatuba, e ♀ 40,4 e ♂ 42,0 mm em Caraguatatuba (Figura 5). O tamanho de LC_{50} estimado para as fêmeas de ambas as regiões é muito próximo ao tamanho da menor fêmea ovígera registrada durante todo o período estudado (UBA: 39,6 mm e CAR: 38,7 mm).

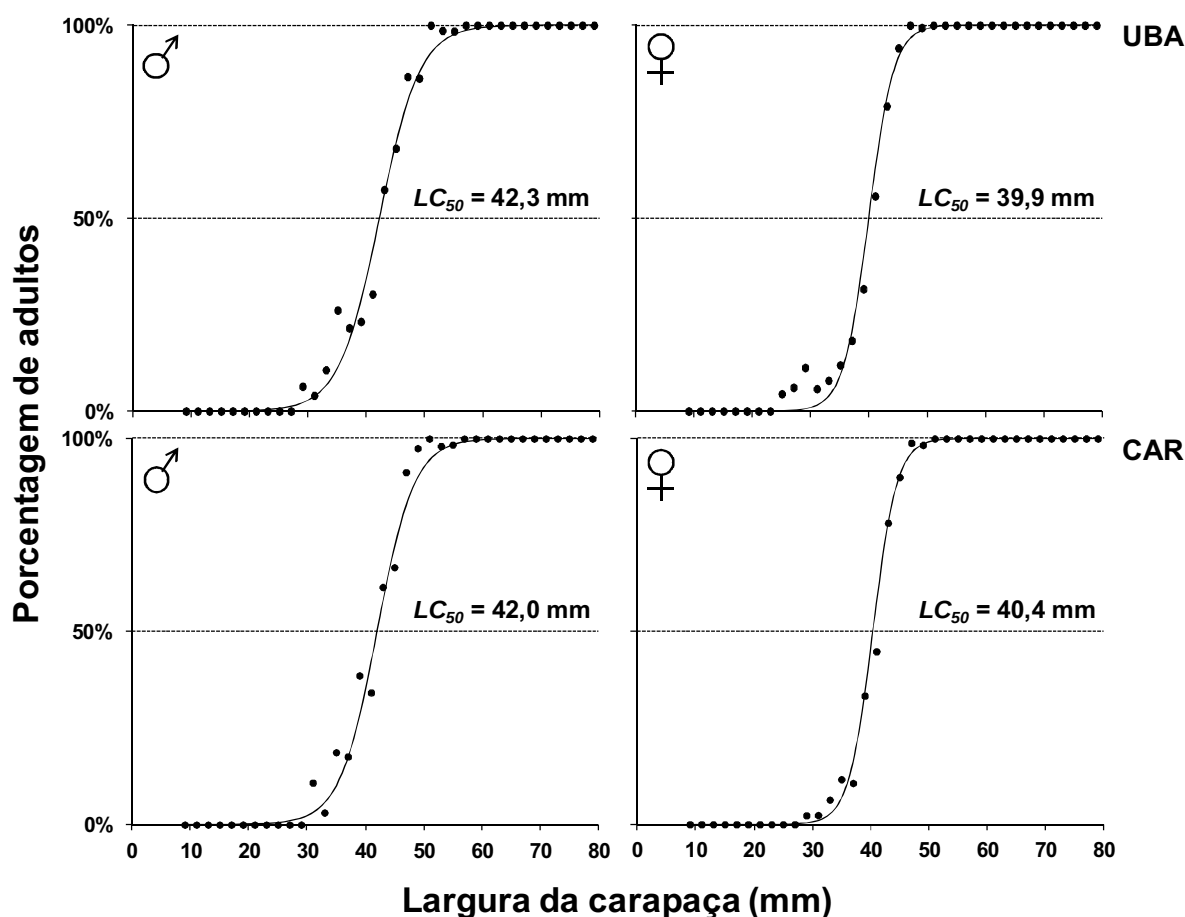


Figura 5 – Tamanho da maturidade sexual de machos e fêmeas de *C. ornatus* amostrados em Ubatuba (UBA) e Caraguatatuba (CAR), durante o período de julho/2001 a junho/2003.

3.3. Crescimento de *Callinectes ornatus*

De acordo com a análise de progressão modal, cinco coortes foram detectadas para machos em ambas as regiões, e seis e cinco para fêmeas, em Ubatuba e Caraguatatuba, respectivamente (Figuras 3 e 4). Para cada sexo, os parâmetros de crescimento ajustados aos dados utilizando a equação de Bertalanffy para as diferentes coortes estão mostrados na Tabela III. As curvas de crescimento foram descritas pelas equações: ♂ $LC_t = 84,35[1 - e^{-0,0045(t+0,32)}]$ e ♀ $LC_t = 72,79[1 - e^{-0,0057(t-0,64)}]$ em Ubatuba, e ♂ $LC_t = 86,19[1 - e^{-0,0047(t-0,18)}]$ e ♀ $LC_t = 76,02[1 - e^{-0,0056(t+0,76)}]$ em Caraguatatuba (Figura 6). De acordo com essas equações, machos alcançaram tamanho assintótico maior que as fêmeas, mas apresentaram coeficiente de crescimento menor, em ambas as regiões.

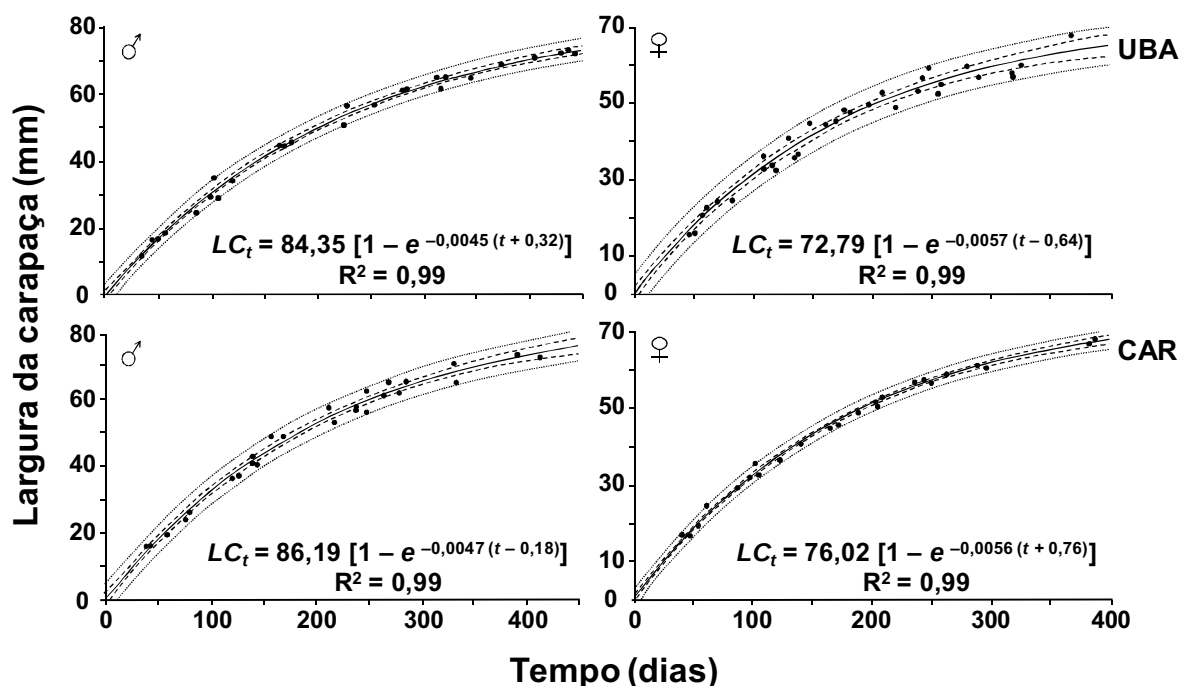


Figura 6 – Curva de crescimento em largura total da carapaça (mm), segundo Bertalanffy, para machos e fêmeas de *C. ornatus* amostrados em Ubatuba (UBA) e Caraguatatuba (CAR), durante o período de julho/2001 a junho/2003. Linha contínua: média, linhas tracejadas: intervalo de confiança (95%), linhas pontilhadas: intervalo de predição (95%).

As curvas de crescimento diferiram significativamente entre machos e fêmeas de *C. ornatus* tanto em Ubatuba ($F_{3,64} = 2,75$; $p < 0,01$) quanto em Caraguatatuba ($F_{3,55} = 2,77$; $p < 0,01$), indicando que uma única curva não descreve o crescimento de ambos os sexos.

Tabela III – Parâmetros de crescimento do modelo de Bertalanffy (LC_{∞} e K) e longevidade máxima ($t_{máx}$) estimados para as coortes de machos e fêmeas de *C. ornatus* amostrados em Ubatuba e Caraguatatuba, durante o período de julho/2001 a junho/2003. LC_{∞} : tamanho assintótico (largura da carapaça), K : constante de crescimento.

Ubatuba				Caraguatatuba		
Coortes						
Macho	LC_{∞} (mm)	K	$t_{máx}$ (ano)	LC_{∞} (mm)	K	$t_{máx}$ (ano)
1	89,31	0,0037	3,3	82,55	0,0046	2,7
2	84,06	0,0046	2,7	89,78	0,0043	2,9
3	85,38	0,0044	2,8	84,74	0,0054	2,3
4	78,08	0,0058	2,2	86,61	0,0044	2,8
5	84,62	0,0044	2,8	86,85	0,0049	2,6
Fêmea	LC_{∞} (mm)	K	$t_{máx}$ (ano)	LC_{∞} (mm)	K	$t_{máx}$ (ano)
1	80,86	0,0055	2,3	78,07	0,0054	2,4
2	81,23	0,0050	2,5	80,80	0,0050	2,5
3	76,56	0,0054	2,3	75,30	0,0055	2,3
4	74,12	0,0051	2,5	76,23	0,0055	2,3
5	69,17	0,0055	2,3	69,97	0,0071	1,8
6	72,09	0,0051	2,5			

O tamanho assintótico estimado para cada sexo com a equação de Bertalanffy (UBA: ♂ 84,35 mm e ♀ 72,79 mm, CAR: ♂ 86,19 mm e ♀ 76,02 mm) foi maior que o tamanho do maior indivíduo observado durante todo o período de estudo em cada região (UBA: ♂ 78,8 mm e ♀ 75,1 mm; CAR: ♂ 80,0 mm e ♀ 70,5 mm), com exceção apenas de fêmea em Ubatuba.

A longevidade foi estimada em 2,81 anos para os machos e 2,2 anos para as fêmeas em Ubatuba, e 2,67 e 2,26 anos para os machos e fêmeas, respectivamente, em Caraguatatuba. As idades estimadas para os menores machos amostrados, 13,0 mm (UBA) e 9,4 mm (CAR), foram 37 e 25 dias, respectivamente, enquanto para as menores fêmeas, 12,4 mm (UBA) e 18,4 mm (CAR), foram 33 e 49 dias, respectivamente.

4. DISCUSSÃO

A população de *C. ornatus* pode ser considerada relativamente estável no litoral norte paulista, em vista da constante presença de indivíduos jovens e adultos durante todo o período estudado. A distribuição por classes de tamanho se mostrou, frequentemente, bimodal ou polimodal. Adicionalmente, o crescimento dessa espécie se mostrou diferencial entre os sexos, com machos atingindo tamanhos significativamente maiores que as fêmeas, além de atingir a maturidade sexual com maiores tamanhos, evidenciando dimorfismo sexual em relação ao tamanho do corpo.

Em relação à distribuição dos indivíduos em classes de tamanho, a unimodalidade geralmente reflete recrutamento contínuo, sem interrupção de classes, e taxas de mortalidade constante (Díaz & Conde 1989). Apesar da população de *C. ornatus* ter apresentado recrutamento contínuo, verificou-se interrupção de classes em alguns meses e grande variação nas porcentagens de jovens durante o estudo, não se caracterizando como unimodal. De acordo com Díaz & Conde (1989), bimodalidade ou polimodalidade geralmente refletem pulsos de recrutamento, mortalidade diferencial ou catastrófica, ou diferenças comportamentais. Durante a maior parte do período amostrado, a população de *C. ornatus* se caracterizou pela bimodalidade e polimodalidade, sugerindo pulsos maiores de recrutamento juvenil em alguns meses, principalmente julho e novembro/01, agosto/02 e março/03 em Ubatuba, e agosto/01, janeiro, março e dezembro/02 em Caraguatatuba. Adicionalmente aos pulsos de recrutamento, não se descarta a possibilidade de diferenças comportamentais, principalmente relacionadas à migração para áreas não amostradas neste estudo, uma vez que grupos de indivíduos de diversos tamanhos, principalmente fêmeas ovígeras, podem estar espacialmente segregados, como sugerido por Negreiros-Fransozo & Fransozo (1995) e Negreiros-Fransozo *et al.* (1999) para *C. ornatus*, nas enseadas de Fortaleza e de Ubatuba, região de Ubatuba.

Machos e fêmeas da espécie em estudo mostraram diferenças nos parâmetros de crescimento. Essas diferenças observadas refletem a biologia de *C. ornatus*, confirmando a existência de dimorfismo sexual em relação ao tamanho, com machos atingindo maior tamanho assintótico, menor taxa de crescimento e maior longevidade que as fêmeas. Como consequência, o valor estimado do tamanho em que ocorre a maturidade sexual dos machos é maior ao das fêmeas. Hartnoll (1983) sugere que as taxas de crescimento dependem do crescimento somático de mudas sucessivas durante a ontogenia, as quais podem diferir entre os sexos.

Para a maioria das espécies de Brachyura estudada, há crescimento diferencial entre machos e fêmeas, o qual geralmente está relacionado à estratégia de alocação de recursos entre os sexos. Entre essas espécies destacam-se *Charybdis bimaçulata* (Miers 1886) (Doi *et al.* 2008), *Chasmagnathus granulatus* Dana, 1851 (Barcelos *et al.* 2007), *Dilocarcinus pagei* Stimpson, 1861 (Pinheiro & Taddei 2005), *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Keunecke *et al.* 2007) e *Portunus sanguinolentus* (Herbst, 1783) (Lee & Hsu 2003). Considerando o consumo de energia, Hartnoll (1985) verificou que o crescimento e a reprodução são processos concorrentes. Uma das causas básicas de redução do crescimento é o desvio de energia para os processos reprodutivos, a qual não é, portanto, disponível para o crescimento somático (Hartnoll 2006). Normalmente, machos atingem maior tamanho corporal que as fêmeas, pois esse define a habilidade competitiva e o acesso às fêmeas receptivas, além de proteção às fêmeas durante a cópula. Para isso, machos investem mais energia em crescimento somático que as fêmeas (Hartnoll 1982). Hartnoll (2006) discutiu vários fenômenos que podem estar relacionados ao menor crescimento apresentado por fêmeas de várias espécies. Entre eles, o autor destaca (1) a restrição alimentar pelas fêmeas ovígeras, visto que, durante o período de incubação dos ovos, as fêmeas muitas vezes se comportam de forma mais resguardada, reduzindo as oportunidades para a alimentação; (2) o maior período

de intermuda em fêmeas ovígeras, uma vez que tais não sofrem muda, pois os ovos se perderiam com o tegumento, limitando, assim, a capacidade de crescimento; (3) o período em que as fêmeas ovígeras precisam garantir a oxigenação da massa de ovos, a qual envolve batimento do abdome e dos pleópodos, principalmente durante as últimas fases do desenvolvimento embrionário; e, principalmente, (4) o período de maturação das gônadas e produção de ovos pelas fêmeas.

A maior taxa de crescimento apresentada pelas fêmeas de *C. ornatus* pode ser uma compensação ao seu menor tamanho corporal e uma estratégia reprodutiva em alcançar tamanhos maiores em um intervalo mais curto de tempo, a fim de potencializar o número de ovos por desova. Além disso, o tamanho máximo das fêmeas é alcançado antecipadamente ao dos machos, motivo pela qual sua longevidade foi menor. Estudos com espécies de braquiúros também mostraram maior taxa de crescimento em fêmeas, destacando os realizados por D’Incao *et al.* (1993) com *Chasmagnathus granulata* Dana 1851, Josileen & Menon (2005) com *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758), Pimenta *et al.* (2005) com *Armases rubripes* (Rathbun, 1897), Ferreira & D’Incao (2008) com *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896, e Diele & Koch (2010) com *Ucides cordatus* (Linnaeus 1763).

Branco & Lunardon-Branco (1993b), analisando o crescimento de *C. ornatus* na região de Matinhos (25°S), Paraná, encontraram tamanho assintótico, taxa de crescimento e longevidade superior ao encontrado no presente estudo ($\sigma^{\text{LC}}_{\infty} = 124$ mm e $K = 0,516$; $\text{LC}_{\infty}^{\text{f}} = 91$ mm e $K = 0,655$; longevidade ≈ 3 anos). Adicionalmente, Mantelatto & Fransozo (1996), Branco & Lunardon-Branco (1993b) e Baptista *et al.* (2003) estimaram o tamanho da maturidade sexual de *C. ornatus* na enseada de Ubatuba (SP – 23°S), na região de Matinhos e no Balneário Shangri-Lá (PR – 25°S), respectivamente. De acordo com Mantelatto & Fransozo (1996), as fêmeas atingiram a maturidade sexual com 43 mm LC, enquanto os machos, com 50 mm LC. Esses valores estão próximos aos encontrados no presente estudo,

sendo a maior diferença observada para os machos. Apesar dos valores máximos registrados para a largura da carapaça de machos serem muito próximos em ambos os estudos, provavelmente, mais indivíduos jovens foram encontrados em maiores classes de tamanho por Mantelatto & Fransozo (1996), o que influenciou nos maiores tamanhos para a maturidade sexual por esses autores. Branco & Lunardon-Branco (1993b) e Baptista *et al.* (2003) encontraram tamanhos de maturidade sexual de *C. ornatus* (♂: 67 mm e ♀: 61 mm LC; ♂: 55 mm e ♀: 48 mm LC, respectivamente) superiores aos estimados no presente estudo. Importante é ressaltar que Branco & Lunardon-Branco (1993b) consideraram como largura da carapaça a distância entre os extremos dos espinhos laterais da carapaça dos indivíduos, metodologia diferente da empregada neste estudo e por Baptista *et al.* (2003), a qual considera a distância entre as bases dos espinhos. Consequentemente, os valores de tamanho assintótico e de maturidade sexual verificada por Branco & Lunardon-Branco (1993b) são superestimados quando comparados aos encontrados neste estudo e, também, por Baptista *et al.* (2003). Contudo, mesmo com essa diferença metodológica, os tamanhos estimados por Branco & Lunardon-Branco (1993b) foram superiores aos encontrados neste estudo. Provavelmente, essas diferenças registradas em relação aos parâmetros de crescimento e ao tamanho da maturidade sexual estejam diretamente relacionadas à diferença latitudinal entre as regiões de amostragem.

Vários pesquisadores já verificaram há décadas que o tamanho corporal e o tamanho em que os indivíduos atingem a maturidade sexual no ambiente marinho tendem a ser maiores com o aumento da latitude (Vernberg 1962, Annala *et al.* 1980, Jones & Simons 1983, Bauer 1992, Bauer & Rivera Vega 1992, Castilho *et al.* 2007). De acordo Jones & Simons (1983), essa relação direta entre o tamanho e a latitude está relacionada, principalmente, à temperatura e ao fotoperíodo, os quais são responsáveis pelas diferenças metabólicas ocorridas nos organismos ao longo da latitude. Castilho *et al.* (2007) incluem também, além da temperatura,

o fornecimento de alimento e a produtividade primária como condições ambientais que agem sobre a longevidade e os tamanhos do corpo e da maturidade sexual.

Boschi & Mistakidis (1966), estudando o camarão *Artemesia longinaris* Bate, 1888 na latitude 43°S (Argentina), encontraram indivíduos medindo até 37 mm de comprimento da carapaça (CC), enquanto Castilho *et al.* (2007), estudando a mesma espécie, porém em menor latitude, 23°S (Brasil), não encontraram indivíduos com mais de 27 mm de CC. Bauer (1992), comparando a longevidade entre camarões fêmeas do gênero *Sicyonia* spp. de regiões tropical (18°N), subtropical (28°N) e temperada (34°N), verificou que as localizadas na região temperada vivem e crescem mais que as de região tropical. Castilho *et al.* (2007), comparando populações de *A. longinaris* da região norte paulista (23°S) e da região de Mar Del Plata (37°S), concluíram que os indivíduos da população de menor latitude atingem menores tamanhos. Outro exemplo é o estudo realizado por Jones & Simons (1983), que analisaram a estrutura populacional do caranguejo *Helice crassa* Dana, 1851 em várias regiões da Nova Zelândia, abrangendo diferentes latitudes entre 35°S e 46°S, e concluíram que o tamanho máximo dos indivíduos aumentou significativamente com o aumento da latitude. Segundo os mesmos autores, as baixas temperaturas das maiores latitudes tendem a retardar a taxa de crescimento, enquanto as temperaturas mais altas estimulam esse processo. Dessa forma, populações de mesma espécie, porém de diferentes latitudes, tendem a alcançar maiores tamanhos e, conseqüentemente, maior longevidade à medida que aumenta a latitude.

Apesar de Mantelatto & Fransozo (1996) não terem estimado o crescimento e a longevidade de *C. ornatus*, os autores sugeriram que a maturidade sexual dessa espécie, na região de Ubatuba, ocorre muito cedo durante seu desenvolvimento, com as fêmeas podendo alcançá-la dentro do seu primeiro ano de vida. Considerando os valores de maturidade encontrados neste estudo para cada sexo e substituindo-os no modelo de crescimento de Bertalanffy para a espécie, verificou-se que a maturidade dos indivíduos realmente é

alcançada dentro do primeiro ano de vida, mais especificamente entre os cinco primeiros meses (UBA: ♂ 154 dias e ♀ 140 dias; CAR: ♂ 142 dias e ♀ 135 dias), confirmando a hipótese levantada pelos autores citados anteriormente. Na região de Matinhos (PR), os indivíduos de *C. ornatus* atingiram a maturidade sexual em um tamanho mais elevado que os indivíduos estudados no presente estudo, o que fez com que a maturidade fosse alcançada mais tardiamente, em torno de 1,6 ano (Branco & Lunardon-Branco 1993b). De acordo com os resultados, sugere-se que as regiões de estudo fornecem condições ambientais adequadas, durante longos períodos, para o desenvolvimento e aquisição da maturidade sexual, como proposto por Orton (1920).

5. REFERÊNCIAS

- Aguilar AT, Malpica ZC & Urbina BV. 1995. *Dinámica de Poblaciones de Peces*. 1ª ed., Libertad, Peru, 304 p.
- Andrade LS, Bertini G, Fransozo V, Teixeira GM, Barros-Alves SP & Fransozo A. 2013. Differential occupation of habitat as a reproductive strategy of the blue crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1968 (Crustacea: Decapoda). *Marine Biodiversity*, DOI 10.1007/s12526-013-0179-y.
- Annala JH, McKoy JL, Booth JD & Pike RB. 1980. Size at the onset of sexual maturity in female *Jasus edwardsii* (Decapoda: Palinuridae) in New Zealand. *New Zealand Journal of Marine & Freshwater Research* 14 (3): 217-227.
- Baptista C, Pinheiro MAA, Blankensteyn A & Borzone CA. 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.
- Barcelos DF, Castiglioni DS, Barutot RA & Santos S. 2007. Crescimento de *Chasmagnathus granulatus* (Crustacea, Decapoda, Varunidae) na Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia* 97 (3): 263-267.
- Bauer RT & Rivera Vega LW. 1992. Pattern of reproduction and recruitment in two sicyoniid shrimp species (Decapoda: Penaeoidea) from a tropical seagrass habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 161: 223-240.
- Bauer RT. 1992. Testing generalizations about latitudinal variation in reproduction and recruitment patterns with sicyoniid and caridean shrimp species. *Invertebrate Reproduction and Development* 22 (1-3): 193-202.
- Bertalanffy L von. 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biology* 10 (2): 181-213.
- 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.
- Bhattacharya CG. 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics* 23: 115-135.

- Boschi EE & Mistakidis M. 1966. *Resultados preliminares de las campañas de pesca exploratoria del langostino y el camarón en Rawson, 1962-1963*. FAO, Carpas, Documentos Técnicos, No 6, 21 p.
- Branco JO & Fracasso HAA. 2004. Biologia populacional de *Callinectes ornatus* (Ordway) na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21 (1): 91-96.
- Branco JO & Lunardon-Branco MJ. 1993a. Aspectos da biologia de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) da região de Matinhos, Paraná, Brazil. *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 36 (3): 489-496.
- Branco JO & Lunardon-Branco MJ. 1993b. Crescimento e tamanho de primeira maturação em *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) da região de Matinhos, Paraná, Brasil. *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 36 (3): 497-503.
- Branco JO, Lunardon-Branco MJ & Verani JR. 2005. Aspectos biológicos e pesqueiros de *Paralichthys brasiliensis* Steindachner, (Pisces, Sciaenidae), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22 (4): 1063-1071.
- Burone L & Pires-Vanin AMS. 2006. Foraminiferal assemblages in Ubatuba Bay, south-eastern Brazilian coast. *Scientia Marina* 70 (2): 203-217.
- Campbell GR & Fielder DR. 1986. Size at sexual maturity and occurrence of ovigerous females in three species of commercially exploited portunid crabs in SE Queensland. *Proceedings of the Royal Society of Queensland* 97: 79-87.
- Castilho AL, Gavio MA, Costa RC, Boschi EE, Bauer RT & Fransozo A. 2007. Latitudinal variation in population structure and reproductive pattern of the endemic South American shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea). *Journal of Crustacean Biology* 27 (4): 548-552.
- Cerrato RM. 1990. Interpretable statistical tests for growth comparisons using parameters in the von Bertalanffy equation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 47: 1416-1426.
- Costa RC, Fransozo A, Castilho AL & Freire FAM. 2005. Annual, seasonal and spatial variation of abundance of the shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea) in south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 85: 107-112.

- D’Incao F, Ruffino ML, Silva KG, Braga AC & Marques LHC. 1993. Crescimento de *Chasmagnathus granulata* Dana, 1851, em um marisma do estuário da Lagoa dos Patos, RS (Decapoda, Grapsidae). *Revista Brasileira de Biologia* 53 (4): 637- 643.
- Díaz H & Conde JE. 1989. Population dynamics and life history of the mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. *Bulletin of Marine Science* 45 (1): 148-163.
- Diele K & Koch V. 2010. Growth and mortality of the exploited mangrove crab *Ucides cordatus* (Ucididae) in N-Brazil. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 395: 171-180.
- Doi W, Yokota M, Strüssmann CA & Watanabe S. 2008. Growth and reproduction of the portunid crab *Charybdis bimaculata* (Decapoda: Brachyura) in Tokyo Bay. *Journal of Crustacean Biology* 28 (4): 641-651.
- Fernandes JM, Rosa DM, Araujo CCV, Ripoli LV & Santos HS. 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.
- Ferreira LS & D’Incao F. 2008. Crescimento de *Callinectes sapidus* (Crustacea, Decapoda, Portunidae) no estuário da laguna dos Patos, RS, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia* 98 (1): 70-77.
- Fransozo A, Furlan M, Fransozo V, Bertini G, Costa RC & Fernandes-Góes LC. 2012. Diversity of decapod crustaceans at the interface of unconsolidated seabed areas and rocky shores in tropical/subtropical Brazil. *African Journal of Marine Science* 34 (3): 361-371.
- Gulland JA. 1959. On the estimation of population parameters from marked members. *Biometrika* 42: 269-270.
- Hartnoll RG. 1982. *Growth*. In: Bliss DE & Abele LG (eds.), *The biology of Crustacea: embryology, morphology and genetics*. Vol. 2, Academic Press, New York, pp 111-196.
- Hartnoll RG. 1985. *Growth, sexual maturity and reproductive output*. In: Wenner AM (ed.), *Crustacean issues: factors in adult growth*. Vol. 3, AA Balkema, Rotterdam, pp. 101-128.
- Hartnoll RG. 2006. Reproductive investment in Brachyura. *Hydrobiologia* 557: 31-40.
- Hartnoll RG. 1983. Strategies of crustaceans growth. *Australian Museum Memoirs* 18: 121-131.
- Jones MB & Simons MJ. 1983. Latitudinal variation in reproductive characteristics of a mud crab, *Helice crassa* (Grapsidae). *Bulletin of Marine Science* 33 (3): 656-670.

- Josileen J & Menon NG. 2005. Growth of the blue swimmer crab, *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) (Decapoda, Brachyura) in captivity. *Crustaceana* 78 (1): 1-18.
- Keunecke KA, D’Incao F & Fonseca DB. 2007. Growth and mortality of *Hepatus pudibundus* (Crustacea: Calappidae) in south-western Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 87: 885-891.
- Keunecke KA, D’Incao F, Moreira FN, Silva Jr DR & Verani JR. 2008. Idade e crescimento de *Callinectes danae* e *C. ornatus* (Crustacea, Decapoda) na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia* 98 (2): 231-235.
- Keunecke KA, D’Incao F, Verani JR & Vianna M. 2012. Reproductive strategies of two sympatric swimming crabs *Callinectes danae* e *Callinectes ornatus* (Crustacea: Portunidae) in an estuarine system, south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 92 (2): 343-347.
- Lee H-H & Hsu C-C. 2003. Population biology of the swimming crab *Portunus sanguinolentus* in the waters off northern Taiwan. *Journal of Crustacean Biology* 23 (3): 691-699.
- Lunardon-Branco MJ. 2000. *Ecologia trófica de macroinvertebrados e peixes demersais na Armação do Itapocoroy, Penha, SC, Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, Brasil, 146 pp.
- Mantelatto FLM & Christofolletti RA. 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 FLM & Fransozo A. 1996. Size at sexual maturity in *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba region (SP), Brazil. *Nauplius* 4: 29-38.
- Mantelatto FLM & 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 FLM & Fransozo A. 1999a. Characterization of the physical and chemical parameters of Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo State, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 59 (1): 23-31.

- Mantelatto FLM & Fransozo A. 1999b. Reproductive biology and moulting cycle of the crab *Callinectes ornatus* (Decapoda, Portunidae) from the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Crustaceana* 72: 63-76.
- Mantelatto FLM & Fransozo A. 2000. Brachyuran community in Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo State, Brazil. *Journal of Shellfish Research* 19 (2): 701-709.
- Mantelatto FLM, Fransozo A & Negreiros-Fransozo ML. 1995. Population structure of *Hepatus pudibundus* (Decapoda: Calappidae) in Fortaleza Bay, Brazil. *Revista de Biología Tropical* 43 (1-3): 265-270.
- Melo GAS. 1996. *Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro*. Plêiade/FAPESP, São Paulo, 603 p.
- Negreiros-Fransozo ML & 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 ML, Mantelatto FLM & Fransozo A. 1999. Populational biology of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Crustacea, Decapoda, Portunidae) from Ubatuba (SP) region, Brazil. *Scientia Marina* 63 (2): 157-163.
- Orton JH. 1920. Sea-temperature, breeding and distribution in marine animals. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 12 (2): 339-366.
- Pimenta AM, Barutot RA, D'Incao F, Fonseca DB. 2005. Growth of *Armases rubripes* (Rathbun, 1897) in the estuary of the Lagoa dos Patos, Southern Brazil. *Nauplius* 13 (2): 183-189.
- Pinheiro MAA & Taddei FG. 2005. Crescimento do caranguejo de água doce, *Dilocarcinus pagei* Stimpson (Crustacea, Brachyura, Trichodactylidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 22 (3): 522-528.
- Pires AMS 1992. Structure and dynamics of benthic megafauna on the continental shelf offshore of Ubatuba, southeastern Brazil. *Marine Ecology Progress Series* 86: 63-76.
- Soares LSH & Apelbaum R. 1994. Atividade alimentar diária da cabrinha *Prionotus punctatus* (Teleostei: Triglidae) do litoral de Ubatuba, Brasil. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 42 (1-2): 85-98.

- Soares LSH, Rossi-Wongtschowski CLDB, Alvares LMC, Muto EY & Gasalla MLA. 1992. Grupos tróficos de peixes demersais da plataforma continental interna de Ubatuba, Brasil. I. Chondrichthyes. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 40 (1-2): 79-85.
- Templeman W. 1936. Local differences in the life history of the lobster (*Homarus americanus*) on the coast of the Maritime Provinces of Canada. *Journal of the Biological Board of Canada* 2 (1): 41-88.
- Tudesco CC, Fernandes LP & Di Benedetto APM. 2012. Population structure of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Brachyura: Portunidae) bycatch in shrimp fishery in northern Rio de Janeiro State, Brazil. *Biota Neotropica* 12 (1): 93-98.
- Vazzoler AEAM. 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Eduem, Maringá, 169 pp.
- Vernberg FJ. 1962. Comparative physiology: latitudinal effects on physiological properties of animal populations. *Annual Review of Physiology* 24: 517-546.
- Williams AB. 1974. The swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda: Portunidae). *Fishery Bulletin* 72 (3): 685-798.
- Zar JH. 2010. *Biostatistical analysis*. 5th ed, Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 944 p.

CAPÍTULO IV

ASPECTOS REPRODUTIVOS DO SIRI

CALLINECTES ORNATUS (BRACHYURA:
PORTUNIDAE) NAS REGIÕES DE UBATUBA E
CARAGUATATUBA, SÃO PAULO

RESUMO

Nas regiões de estudo, *C. ornatus* é uma das espécies mais abundantes, sendo normalmente rejeitada junto com outras espécies sem interesse comercial capturadas com a pesca dirigida aos camarões. Os estudos já realizados no litoral norte paulista sobre os aspectos reprodutivos dessa espécie enfocaram enseadas da região de Ubatuba, em profundidades não superiores a 20 m. Desse modo, este estudo enfocou o período reprodutivo, o recrutamento, a razão sexual e a influência de variáveis ambientais sobre a abundância de indivíduos de *C. ornatus* em diferentes estágios de desenvolvimento gonadal, até 35 m de profundidade de Ubatuba e Caraguatatuba. Os indivíduos foram coletados mensalmente em cada região, de julho/2001 a junho/2003, em sete transectos de diferentes profundidades. Foram analisados 6.917 indivíduos, sendo 3.923 de Ubatuba e 2.994 de Caraguatatuba. A proporção de fêmeas e machos entre os diferentes estágios de maturação das gônadas foi amplamente variável entre os meses amostrados. Os indivíduos com gônadas desenvolvidas variaram entre ♀ 0 – 83% e ♂ 20 – 85% em Ubatuba, e entre ♀ 0 – 57% e ♂ 22 – 94% em Caraguatatuba, provavelmente em função das variações de temperatura e fotoperíodo. Os padrões reprodutivo, analisado a partir da presença de fêmeas ovígeras, e de recrutamento de jovens foram contínuos durante o período de estudo, como proposto para espécies que habitam regiões tropicais/subtropicais. Contudo, observou-se grande variação de fêmeas ovígeras e jovens entre os meses, sem um padrão temporal bem definido. A variação na ocorrência de jovens pode ter ocorrido devido à influência de massas d'água sobre a migração de larvas para regiões adjacentes. Especialmente, a proporção de fêmeas ovígeras aumentou com o aumento da profundidade, sugerindo um processo de dispersão larval mais eficiente nas maiores profundidades. Entretanto, nos meses que correspondem ao verão e à primavera, verificou-se que as fêmeas ovígeras retornaram para menores profundidades, devido às grandes diminuições nos valores de temperatura de fundo com a influência da massa d'água ACAS. Observou-se uma

segregação espacial entre os sexos e o estágio de desenvolvimento gonadal. De acordo com a análise multivariada, os jovens, os machos e as fêmeas com gônadas rudimentares se correlacionaram positivamente com temperatura de fundo, e negativamente com profundidade. As fêmeas ovígeras e não ovígeras com gônadas em desenvolvimento e desenvolvidas se associaram com tais variáveis, porém com correlações inversas. Provavelmente, os indivíduos relacionados às maiores temperaturas necessitam ser induzidos a iniciar a maturação gonadal, enquanto as fêmeas correlacionadas às menores temperaturas, por estarem em processo de maturação ou mesmo com as gônadas maduras, selecionaram as maiores profundidades para dar continuidade ao processo reprodutivo.

Palavras-chave: Desenvolvimento gonadal, local de desova, período reprodutivo, razão sexual, recrutamento.

ABSTRACT

In the study regions, *Callinectes ornatus* is one of the species more abundant, being normally rejected with other species without commercial interest captured with the fishery targeting penaeid shrimps. The studies conducted in the northern coast of São Paulo State on reproductive aspects of this species focused bays of the Ubatuba region, at depths less than 20 m. Thus, this study analyzed the reproductive period, recruitment, sex ratio and influence of environmental variables on the abundance of *C. ornatus* with different stages of gonadal development, at depths up to 35 m in Ubatuba and Caraguatatuba regions. The specimens were collected monthly in each region, from July 2001 to June 2003, in seven transects of different depths. A total of 6,917 individuals were analyzed, being 3,923 in Ubatuba and 2,994 in Caraguatatuba. Proportions of females and males among the different stages of gonadal development were widely variable among the months. The individuals with developed gonads varied between ♀ 0 – 83% and ♂ 20 – 85% in Ubatuba, and ♀ 0 – 57% and ♂ 22 – 94% in Caraguatatuba, probably due to variations in temperature and photoperiod. The reproductive and recruitment patterns were continuous during the study period, as proposed for species that inhabiting tropical/subtropical regions. However, wide variation of ovigerous females and juveniles among the months was observed, without a well defined temporal pattern. The variation in the occurrence of juveniles might have occurred due to the influence of water masses on the migration of larvae to adjacent regions. Spatially, the proportion of ovigerous females increased with the increase of the depth, suggesting a process of larval dispersion more efficient at the deeper areas. However, in the months corresponding to summer and spring, the ovigerous females returned to shallower depths due to large decrease in the bottom temperature values with the influence of water mass SACW. A spatial segregation between the sexes and among the stages of gonadal development was observed. According to multivariate analysis, the juveniles, males and females with spent gonads

correlated positively with the bottom temperature, and negatively with depth. The ovigerous and non ovigerous females with developing and developed gonads associated with these variables but inversely. Probably, the specimens related to the higher temperatures need to be induced to initiate the gonadal maturation, while the females correlated to lower temperatures select the deeper areas to continue the reproductive process, because they are already in the process of maturation or even with mature gonads.

Key words: Gonadal development, recruitment, reproductive period, sex ratio, spawning areas.

1. INTRODUÇÃO

Portunídeos são economicamente importantes, principalmente em alguns países, como China, Japão, Coreia, Índia e Estados Unidos (Roman-Contreras 1986, Bakir & Healy 1995, Sukumaran & Neelakantan 1997, Branco & Fracasso 2004, Lai *et al.* 2010, Dineshbabu 2011). No Brasil, essa cultura alimentícia ainda se restringe à população litorânea de algumas regiões (Negreiros-Fransozo *et al.* 1999, Baptista-Metri *et al.* 2005, Nevis *et al.* 2009, Severino-Rodrigues *et al.* 2012), apesar dos siris apresentarem grande potencial econômico (Mantelatto & Fransozo 1999a, Severino-Rodrigues *et al.* 2001). Apesar de pouco comercializados, os portunídeos são altamente capturados junto à pesca dirigida aos camarões de interesse comercial, sendo normalmente descartados junto com outras espécies não comercializadas (Graça-Lopes *et al.* 2002). A captura dessas espécies rejeitadas pode representar um risco ao equilíbrio ambiental (Alverson *et al.* 1994). Mantelatto & Fransozo (1999a) já advertiram sobre um possível decréscimo populacional dos portunídeos na região de Ubatuba, revelando a necessidade de monitoramento frequente e contínuo dos estoques naturais.

De acordo com Bauer & Rivera Vega (1992), um dos objetivos de estudos sobre ecologia reprodutiva de invertebrados bentônicos é levantar e testar generalizações sobre a variação latitudinal nos padrões reprodutivos e de recrutamento. Essas generalizações são importantes para levantar hipóteses sobre os fatores proximais, os quais agem sobre o sistema fisiológico dos indivíduos, incluindo variáveis ambientais como a temperatura e o fotoperíodo, e os fatores finais, com a disponibilidade de alimento para as larvas, responsáveis pelos padrões reprodutivos e de recrutamento, assim como para fazer previsões sobre possíveis mudanças nesses padrões, devido às flutuações naturais ou alterações antropogênicas nesses fatores (Bauer 1992, Bauer & Rivera Vega 1992).

Na década de 30, Panikkar & Aiyar (1939) já citaram alguns padrões reprodutivos apresentados por animais de água salobra na região de Adyar (Índia), incluindo reprodução contínua durante todo o ano, ocorrendo quase uniformemente e independente das estações do ano; reprodução contínua, porém com estações do ano com maior atividade; reprodução limitada a um período determinado do ano; e reprodução descontínua, ocorrendo irregularmente durante o ano, principalmente em razão da incidência de chuvas. Sastry (1983) também discutiu sobre padrões reprodutivos, contudo relacionando-os com mudanças nas condições ambientais causadas pelas diferentes latitudes, incluindo reprodução contínua durante todo o ano e reprodução restrita a alguns meses. Em regiões subtropicais e tropicais, espécies apresentam tendência a se reproduzirem continuamente, uma vez que as condições ambientais são, geralmente, permanentemente favoráveis para a reprodução, o desenvolvimento gonadal e a liberação larval, enquanto que em regiões temperadas, a reprodução é restrita a meses com condições ambientais favoráveis, geralmente em meses mais quentes.

Orton (1920) apontou a temperatura como o principal fator que controla o período reprodutivo de invertebrados marinhos. Sastry (1966), estudando os efeitos da temperatura sobre a reprodução do molusco bivalve *Aequipecten irradians* Lamarck, 1819 em Beaufort, Carolina do Norte, verificou que a maturação gonadal ocorreu quando houve aumento na temperatura e, também, pico na produção de fitoplâncton. A importância da produção de fitoplâncton sobre a reprodução das espécies já havia sido verificada por Thorson (1950), o qual sugeriu que as espécies marinhas se reproduzem em razão da produção de fitoplâncton. O autor discutiu que em áreas costeiras tropicais, a produção de fitoplâncton ocorre durante todo o ano, ou mesmo durante um período mais longo e mais contínuo que em áreas temperadas. Desse modo, as espécies tropicais tendem a se reproduzir continuamente durante o ano, aproveitando o longo período de produção de fitoplâncton, o qual é o suprimento

alimentar para as larvas. No litoral norte paulista, vários autores têm sugerido que os períodos reprodutivos mais intensos de alguns crustáceos decápodos estão associados à maior disponibilidade de alimento para as larvas, como verificado por Pires-Vanin *et al.* (1993), Castilho *et al.* (2007, 2008a) e Almeida *et al.* (2011).

A biologia reprodutiva de populações de Portunidae tem sido caracterizada através de estudos que enfocam aspectos como período reprodutivo, maturidade sexual, fecundidade, razão sexual, dimorfismo sexual, recrutamento, entre outros (ver Paul 1982, Hines *et al.* 1987, Choy 1988, Norman & Jones 1993, Mantelatto & Fransozo 1996, 1999a, Santos & Negreiros-Fransozo 1999, Pinheiro & Terceiro 2000, Baptista-Metri *et al.* 2005, Lawal-Are 2010, Keunecke *et al.* 2012, Andrade *et al.* 2013ab). No litoral norte paulista, os estudos enfocando aspectos reprodutivos de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 foram realizados em diferentes enseadas de Ubatuba, incluindo Ubatumirim, Ubatuba, Flamengo, Fortaleza e Mar Virado, em profundidades inferiores a 20 m (Mantelatto & Fransozo 1996, 1997, 1999a, Negreiros-Fransozo *et al.* 1999, Andrade *et al.* 2013a).

Assim, o presente estudo objetivou caracterizar aspectos da biologia reprodutiva de *C. ornatus*, enfocando o período reprodutivo, o recrutamento, a razão sexual e a influência de fatores ambientais sobre o grau de desenvolvimento gonadal dos indivíduos, em diferentes profundidades até 35 m, de duas regiões do litoral norte paulista, Ubatuba e Caraguatatuba.

2. MATERIAL & MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

A Enseada de Ubatuba (23°26'S e 45°02'O) está localizada adjacente à cidade de Ubatuba, e inclui oito pequenas praias delimitadas por promontórios rochosos. A área total da enseada é de aproximadamente 8 km², com uma amplitude de 4,5 km. Entre as regiões costeiras do Estado de São Paulo, a Enseada de Ubatuba é uma das mais importantes, devido à sua localização próxima ao centro turístico de Ubatuba e pelo seu potencial pesqueiro (Mantelatto & Fransozo 1999b).

A região de Caraguatatuba (23°37'S e 45°25'O) difere fisiograficamente da porção mais ao norte, pois apresenta anteparos físicos representados pelas ilhas Vitória, Búzios e São Sebastião, cuja estrutura faz com que a região esteja mais protegida e sujeita a um hidrodinamismo menos intenso (Pires 1992), o que, provavelmente, se reflete na formação de maiores recursos de abrigo para espécies marinhas.

As regiões de estudo são influenciadas por três massas d'águas que possuem características peculiares e modelos distintos de distribuição no verão e inverno (Pires 1992): a Água Costeira (AC, temperatura > 20°C e salinidade < 36), a Água Tropical (AT, T > 20°C e S > 36), e a Água Central do Atlântico Sul (ACAS, T < 18°C e S < 36) (Castro Filho *et al.* 1987). De acordo com Pires-Vanin & Matsuura (1993), durante o verão, a ACAS penetra na camada de fundo sobre a plataforma continental, alcançando a região costeira. Devido à penetração dessa massa d'água fria e ao aquecimento da água superficial, forma-se uma termoclina marcante durante o verão. Com o retrocesso da ACAS durante o inverno, a distribuição da temperatura na zona costeira torna-se homogênea, e toda essa área fica coberta com águas entre 20 e 25°C.

2.2. Métodos de amostragem e procedimentos laboratoriais

Os indivíduos foram coletados mensalmente, de julho/2001 a junho/2003, em sete transectos de diferentes profundidades, de 5 a 35 m, de duas regiões do litoral norte do Estado de São Paulo, Ubatuba e Caraguatatuba (Figura 1).

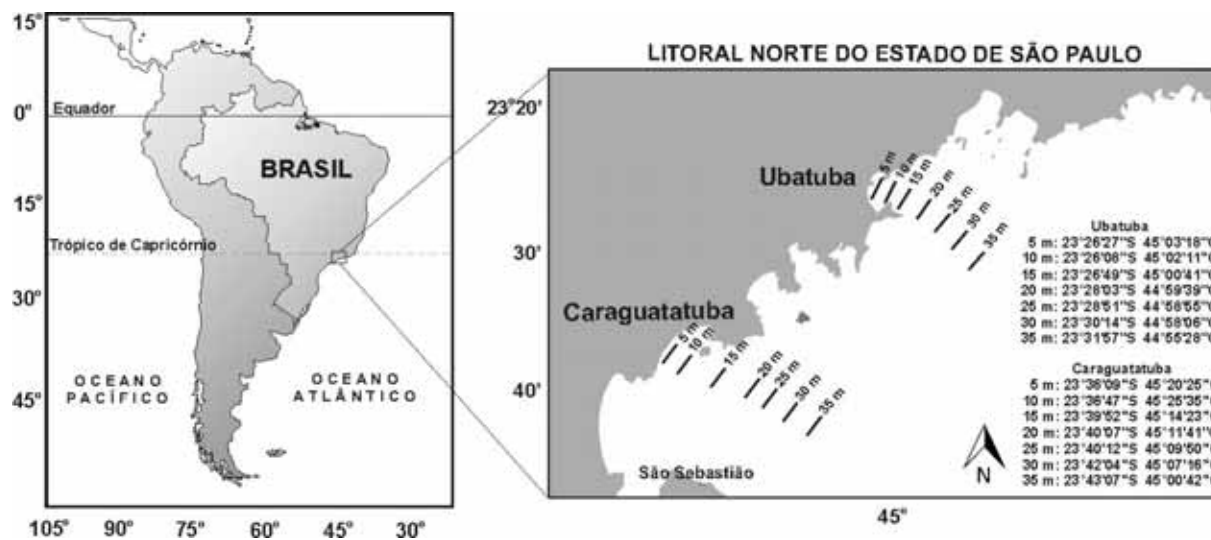


Figura 1 – Mapa evidenciando as profundidades amostradas e suas coordenadas geográficas nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba.

As amostras foram realizadas utilizando-se um barco de pesca comercial equipado com duas redes de arrasto (*double-rig*), as quais possuíam 4,5 m de abertura, 7,5 m de comprimento, e 20 e 15 mm de distância entre nós da rede na panagem e no saco, respectivamente. O esforço de captura foi de 30 min em cada transecto, com distância percorrida de aproximadamente 2 km, equivalendo a uma área em torno de 18.000 m². Os espécimes capturados foram acondicionados em sacos plásticos devidamente etiquetados, colocados em caixa térmica contendo gelo picado e mantidos resfriados até o momento da análise, a fim de preservar a integridade do material.

Em cada profundidade foram coletadas amostras de sedimento e de água de fundo, com pegador de Van Veen (área de 0,06 m²) e garrafa de Nansen, respectivamente. As

amostras de sedimento foram utilizadas para determinação da composição granulométrica e do teor de matéria orgânica. Todo procedimento laboratorial utilizado para a análise do sedimento, inclusive o cálculo de phi, está descrito em Castilho *et al.* (2008b). A partir das amostras de água de fundo foram mensurados os valores de temperatura (°C) e salinidade, utilizando termômetro de mercúrio (precisão = 0,5°C) e refratômetro óptico específico (precisão = 0,5), respectivamente.

No laboratório, os caranguejos foram triados e identificados quanto à espécie, de acordo com Melo (1996). Os representantes de *C. ornatus* foram separados quanto ao sexo, com machos apresentando o abdome em formato de “T” invertido e fêmeas em formato triangular, quando jovens, e semi-ovalado, quando adultas (Williams 1974); separados quanto à maturidade, uma vez que os jovens possuem abdome selado aos esternitos torácicos, enquanto os adultos o possuem flexível (Negreiros-Fransozo *et al.* 1999); e determinados quanto ao estágio de desenvolvimento gonadal (IM: imaturo, RU: rudimentar, ED: em desenvolvimento, DE: desenvolvido), sendo esse anotado de acordo com a coloração e tamanho da gônada em relação ao hepatopâncreas e à cavidade torácica, baseado nos padrões estabelecidos por Mantelatto & Fransozo (1999a). Para esse último procedimento, a carapaça dos indivíduos foi removida para a observação macroscópica das gônadas. Adicionalmente, as fêmeas foram classificadas de acordo com a presença ou ausência de embriões (ovígeras ou não ovígeras) sob o abdome.

2.3. Análise dos dados

As porcentagens de fêmeas ovígeras de *C. ornatus* foram calculadas em relação ao número total de fêmeas adultas na amostra, e a intensidade de recrutamento foi estimada como a porcentagem de jovens (indivíduos imaturos) em relação ao número total de indivíduos na amostra.

A proporção sexual foi representada pelo quociente entre o número de machos e o número total de indivíduos na amostra. Desse modo, os valores maiores ou menores que 0,5 indicam que na população há predominância de machos ou fêmeas, respectivamente. O teste Binomial ($\alpha = 5\%$) foi utilizado para verificar se a razão sexual diferiu de 1:1 entre os meses e profundidades (Wilson & Hardy 2002).

A relação das variáveis ambientais – profundidade, temperatura de fundo, salinidade de fundo, textura e conteúdo de matéria orgânica do sedimento – com a abundância de indivíduos de diferentes graus de desenvolvimento das gônadas (J: jovens; F-1: fêmeas com gônadas RU; F-2: fêmeas com gônadas ED + DE; FO-1: fêmeas ovígeras RU; FO-2: fêmeas ovígeras ED + DE; M-1: machos RU; M-2: machos ED + DE) foi avaliada através da Análise de Correspondência Canônica (ACC, $\alpha = 10\%$), executada no software de livre distribuição *R Development Core Team* (2006). Essa análise calcula uma combinação de scores para um conjunto de dados com correlações lineares máximas, as quais mostram os níveis mais elevados de explicação da variância dos dados. Os coeficientes canônicos são utilizados para a interpretação dessa técnica de ordenação, permitindo relacionar a variação na abundância das diferentes espécies com a variação nos fatores ambientais.

3. RESULTADOS

Um total de 6.917 indivíduos foi analisado durante o período de estudo, sendo 3.923 de Ubatuba e 2.994 de Caraguatatuba. Do total de indivíduos analisados na região de Ubatuba, 1.616 eram jovens, 858 fêmeas adultas não ovígeras (gônadas RU: 119, ED: 244, DE: 495), 280 fêmeas ovígeras (RU: 34, ED: 227, DE: 19) e 1.169 machos adultos (RU: 405, ED: 216, DE: 548). Em Caraguatatuba, 800 eram jovens, 772 fêmeas adultas não ovígeras (RU: 77, ED: 247, DE: 448), 531 fêmeas ovígeras (RU: 28, ED: 455, DE: 48) e 891 machos adultos (RU: 205, ED: 123, DE: 563).

Indivíduos machos e fêmeas com gônadas nos estágios rudimentar, em desenvolvimento e desenvolvida foram amostrados na maioria dos meses e profundidades, em ambas as regiões estudadas. As flutuações mensais e espaciais nas porcentagens de cada estágio gonadal foram semelhantes entre indivíduos do mesmo sexo de Ubatuba e Caraguatatuba. As fêmeas com gônadas em estágio rudimentar representaram as menores porcentagens, enquanto os machos com gônadas em desenvolvimento foram menos representativos (Figuras 2 e 3).

Em Ubatuba, a porcentagem de fêmeas com gônadas desenvolvidas variou de 0 (novembro/2001) a 83% (maio/2002) entre os meses (média $\pm$ dp; $42 \pm 21\%$), e de 17 (10 m) a 64% (25 m) entre as profundidades ($45 \pm 17\%$). Com base na flutuação mensal da porcentagem de fêmeas com gônadas desenvolvidas, foi possível observar que a mesma foi diminuindo de julho a outubro/2001; aumentando, atingindo a porcentagem máxima em maio/2002, e posteriormente diminuindo, no período de dezembro/2001 a outubro/2002; e aumentando de novembro/2002 a junho/2003. Das menores às maiores profundidades, houve uma tendência à diminuição da porcentagem de fêmeas com gônadas rudimentares e aumento das fêmeas com gônadas desenvolvidas. As flutuações na porcentagem de machos com gônadas desenvolvidas foram bem definidas entre os meses, variando de 20 (janeiro/2002) a

85% (julho/2002) ($50 \pm 20\%$). Observou-se diminuição na porcentagem de julho/2001 a janeiro/2002; no período de fevereiro/2002 a março/2003, aumento até julho/2002, atingindo nesse mês a porcentagem máxima, e diminuição até março/2003; e aumento na porcentagem de abril a junho/2003. Espacialmente, houve uma tendência ao aumento da porcentagem de machos com gônadas desenvolvidas com o aumento da profundidade (Figura 2).

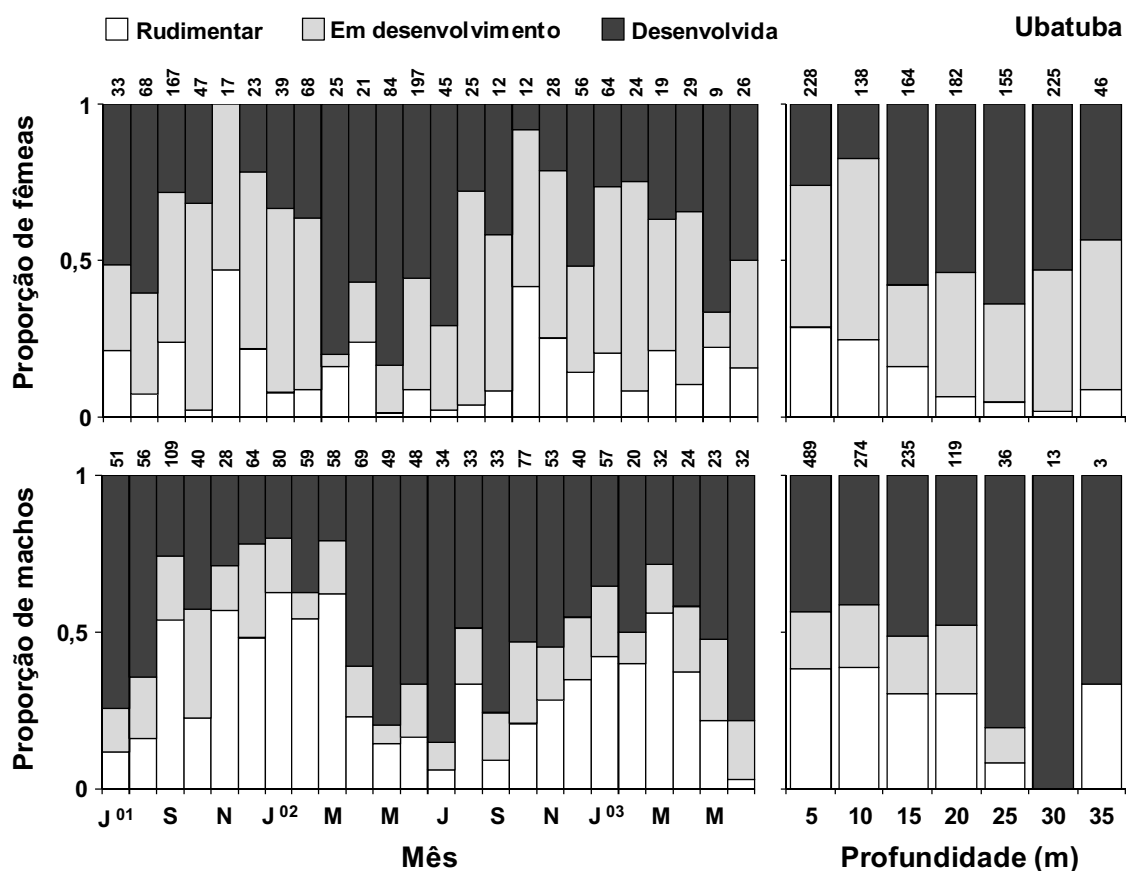


Figura 2 – Proporções dos estágios de maturação das gônadas de fêmeas e machos adultos de *C. ornatus* de acordo com os meses e as profundidades da região de Ubatuba, durante o período de julho/2001 a junho/2003. Os números representados sobre as barras correspondem à soma do número de indivíduos com gônadas rudimentar, em desenvolvimento e desenvolvida (adultos) por mês e profundidade.

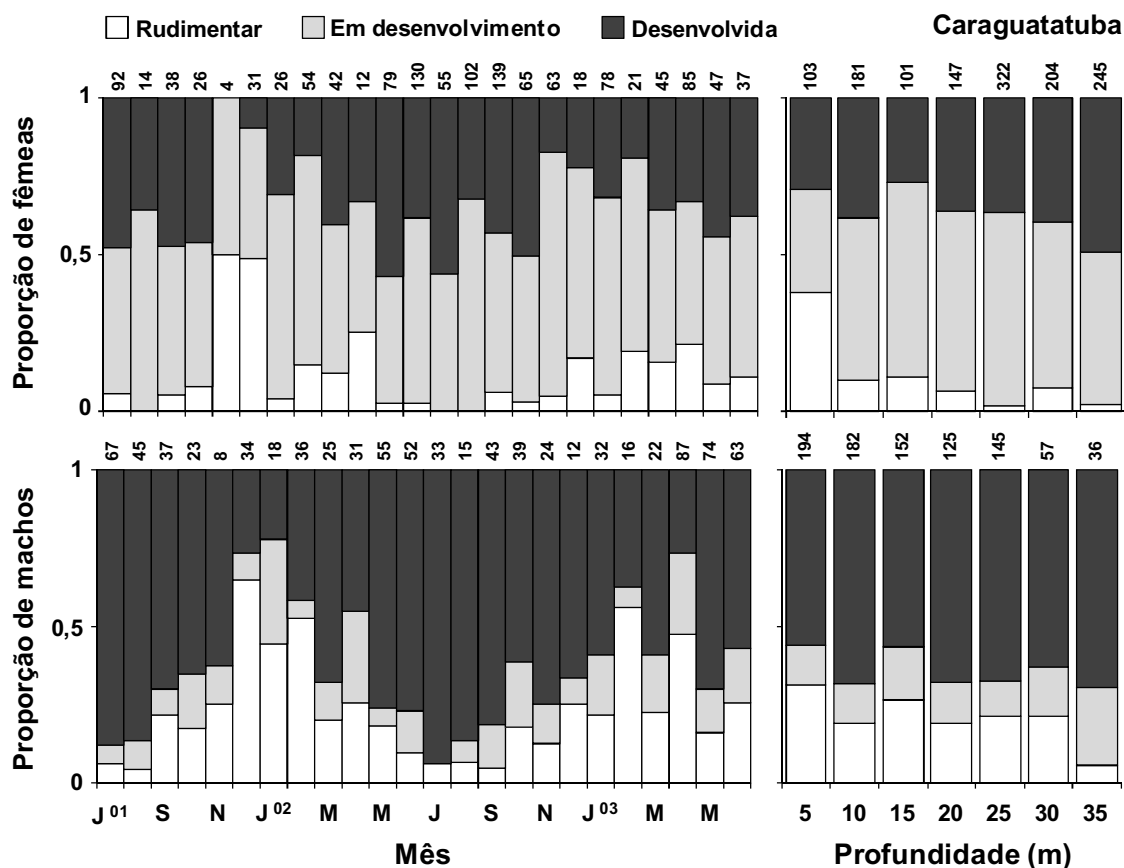


Figura 3 – Proporções dos estágios de maturação das gônadas de fêmeas e machos adultos de *C. ornatus* de acordo com os meses e as profundidades da região de Caraguatatuba, durante o período de julho/2001 a junho/2003. Os números representados sobre as barras correspondem à soma do número de indivíduos com gônadas rudimentar, em desenvolvimento e desenvolvida (adultos) por mês e profundidade.

O padrão de flutuação da porcentagem dos indivíduos em diferentes estágios de desenvolvimento gonadal em Caraguatatuba foi muito semelhante ao encontrado para os indivíduos de Ubatuba. A porcentagem de fêmeas com gônadas desenvolvidas variou de 0 (novembro/2001) a 57% (maio/2002) entre os meses ($35 \pm 14\%$), e de 27 (15 m) a 49% (35 m) entre as profundidades ($36 \pm 7\%$). Essa porcentagem foi similar entre julho e outubro/2001; foi aumentando de dezembro/2001 a maio/2002; diminuindo de junho a novembro/2002; e aumentando, novamente, de dezembro/2002 a junho/2003. Especialmente,

a tendência foi um leve aumento na porcentagem de fêmeas com gônadas desenvolvidas com o aumento da profundidade. Entre os machos, a porcentagem de indivíduos com gônadas desenvolvidas variou de 22 (janeiro/2002) a 94% (julho/2002) (63 ± 20). Essa porcentagem foi diminuindo de julho/2001 a janeiro/2002; aumentando de fevereiro/2002 a julho/2002, atingindo nesse mês a porcentagem máxima; diminuindo de agosto/2002 a abril/2003; e aumentando de maio a junho/2003. Entre as profundidades, as porcentagens de machos nos diferentes estágios gonadais foram similares, com exceção dos 35 m (Figura 3).

No geral, a atividade reprodutiva de *C. ornatus*, baseada na proporção de fêmeas ovígeras, foi maior em Caraguatatuba quando comparada a Ubatuba. Em ambas as regiões, o segundo ano de amostragem representou maior atividade reprodutiva (Figura 4).

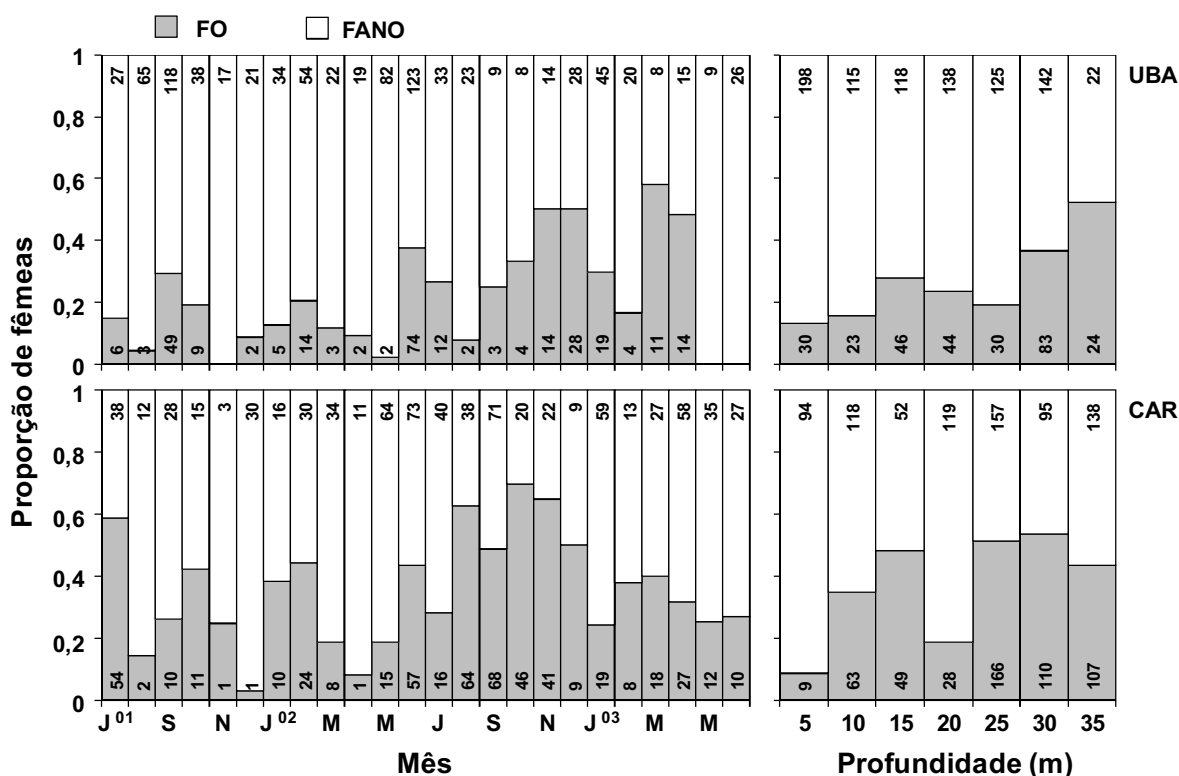


Figura 4 – Proporções de fêmeas adultas não ovígeras (FANO) e ovígeras (FO) de *C. ornatus* de acordo com os meses e as profundidades nas regiões de Ubatuba (UBA) e Caraguatatuba (CAR), durante o período de julho/2001 a junho/2003. Os números representados dentro das barras brancas e cinzas correspondem ao número de FANO e FO analisado, respectivamente.

Em Ubatuba, as maiores proporções de fêmeas ovígeras ($> 30\%$) ocorreram em setembro/2001, junho/2002, e nos períodos de outubro/2002 a janeiro/2003 e de março a abril/2003, e em Caraguatatuba em julho/2001, outubro/2001, e nos períodos de janeiro a fevereiro/2002, de junho a dezembro/2002 e de fevereiro a abril/2003. Espacialmente, a proporção de fêmeas ovígeras aumentou com o aumento da profundidade na região de Ubatuba, sendo os 30 e 35 m os transectos com as maiores proporções. Em Caraguatatuba, as maiores proporções ocorreram nas profundidades de 10, 15, 25, 30 e 35 m (Figura 4).

Apesar da falta de um padrão temporal bem definido na proporção de fêmeas ovígeras de *C. ornatus*, ao analisar essas fêmeas entre as profundidades, de acordo com os meses, foi possível verificar um padrão de deslocamento em Ubatuba e Caraguatatuba. No geral, as fêmeas ovígeras se estenderam para maiores profundidades durante o outono (abril – junho) e o inverno (julho – setembro) e retornaram para profundidades menores durante o verão (janeiro – março) e a primavera (outubro – dezembro) (Figura 5).

As porcentagens mensais de jovens foram maiores em Ubatuba quando comparadas a Caraguatatuba. Em relação à variação mensal nas porcentagens, não verificou-se um padrão bem definido de ocorrência dos indivíduos. As menores ($< 30\%$) ocorreram em setembro/2001, de maio a julho/2002 e em outubro/2002 na região de Ubatuba, e de setembro a dezembro/2001, em fevereiro/2002, de maio a novembro/2002, em janeiro/2003 e de maio a junho/2003 na região de Caraguatatuba (Figura 6). Verificou-se relação inversa entre a abundância de jovens e as profundidades. Os jovens se concentraram preferencialmente até os 15 m de Ubatuba, contudo, em Caraguatatuba, a porcentagem de jovens foi menos discrepante, apesar da porcentagem diminuir com o aumento da profundidade (Figura 6).

As amplitudes e os valores médios dos fatores ambientais analisados durante o estudo estão representados na Tabela I.

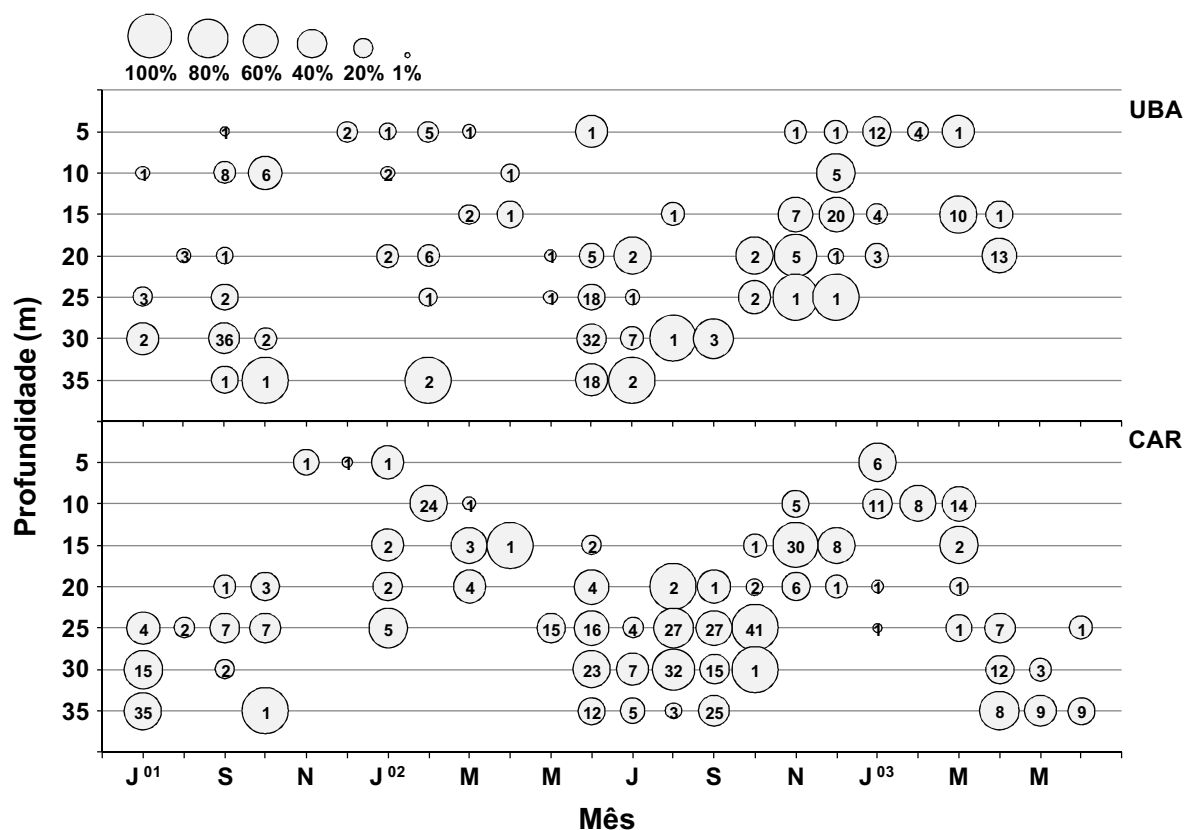


Figura 5 – Porcentagens de fêmeas ovígeras de *C. ornatus* de acordo com as profundidades e estações do ano nas regiões de Ubatuba (UBA) e Caraguatatuba (CAR), durante o período de julho/2001 a junho/2003. Os números representados dentro dos círculos correspondem à abundância de fêmeas ovígeras.

Tabela I – Valores mínimo (Mín), máximo (Máx), médio e de desvio padrão (dp) de cada fator ambiental amostrado nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba, durante o período de julho/2001 a junho/2003. TF: temperatura de fundo; SF: salinidade de fundo; MO: matéria orgânica.

Fatores ambientais	Ubatuba				Caraguatatuba			
	Mín	Máx	Média	dp	Mín	Máx	Média	dp
TF	15,0	29,5	22,0	2,7	16,2	28,2	22,0	2,3
SF	32,0	37,0	35,1	1,0	30,0	37,0	35,3	1,3
PHI	0,2	6,1	3,5	1,5	0,5	6,4	3,8	1,4
MO	0,8	17,9	4,4	3,8	1,1	12,8	3,6	2,0

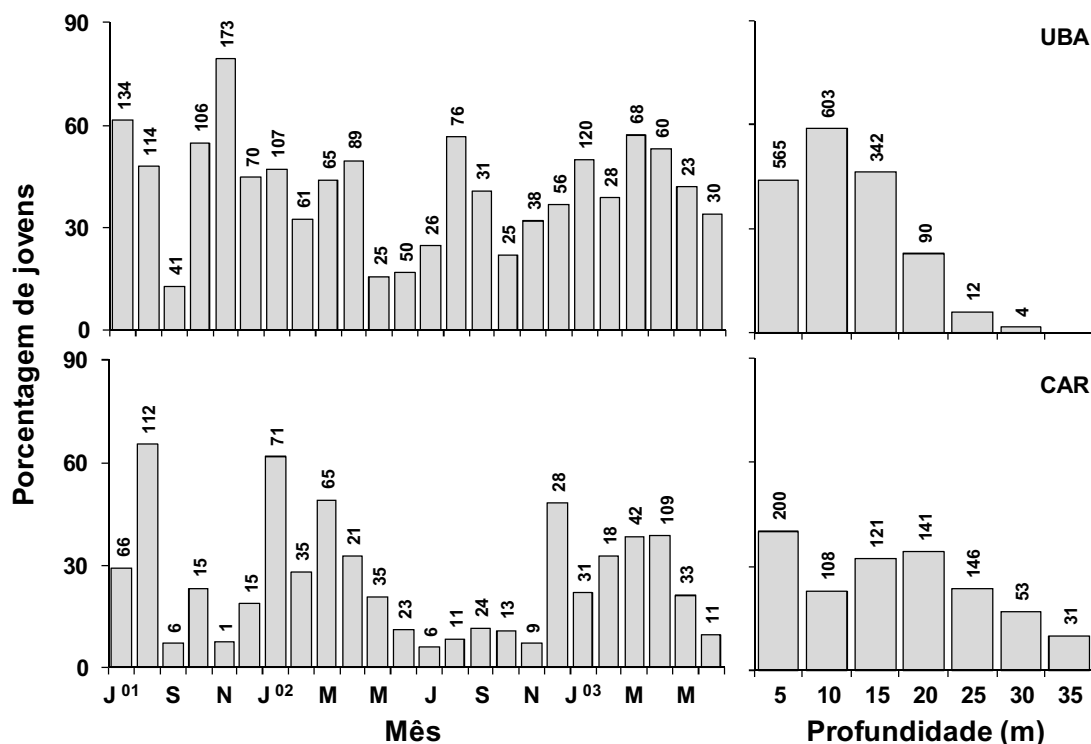


Figura 6 – Porcentagens de jovens de *C. ornatus* de acordo com os meses e as profundidades nas regiões de Ubatuba (UBA) e Caraguatatuba (CAR), durante o período de julho/2001 a junho/2003. Os números representados sobre as barras correspondem ao número de indivíduos jovens analisados.

Em Ubatuba, todas as variáveis ambientais analisadas foram significantes na ACC (Tabela II). Os dois primeiros eixos canônicos explicaram 77% da variância dos dados. Considerando o eixo 1, os grupos demográficos *J*, *F-1*, *M-1* e *M-2* se associaram positivamente com temperatura de fundo, phi e matéria orgânica, e negativamente com profundidade e salinidade de fundo. Ao contrário, os grupos *F-2* e *FO-2* se associaram negativamente com temperatura de fundo, phi e matéria orgânica, e positivamente com profundidade e salinidade de fundo (Figura 7).

Tabela II – Resultado da análise de correspondência canônica, considerando os dois primeiros eixos canônicos, entre a abundância dos grupos de diferentes estágios gonadais e as variáveis ambientais nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba, durante o período de julho/2001 a junho/2003. *J*: jovens; *F-1*: fêmeas com gônadas rudimentares (RU); *F-2*: fêmeas com gônadas em desenvolvimento + desenvolvidas (ED + DE); *FO-1*: fêmeas ovígeras RU; *FO-2*: fêmeas ovígeras ED + DE; *M-1*: machos RU; *M-2*: machos ED + DE; TF: temperatura de fundo; SF: salinidade de fundo; MO: matéria orgânica; PROF: profundidade.

Grupos	Ubatuba				Caraguatatuba			
	Coeficientes canônicos				Coeficientes canônicos			
	Eixo 1	Eixo 2	R ²	P	Eixo 1	Eixo 2	R ²	P
<i>J</i>	-0,97	0,25	0,44	0,001	0,92	0,40	0,25	0,002
<i>F-1</i>	-0,97	0,25	0,16	0,03	0,99	0,01	0,08	0,14
<i>F-2</i>	0,75	-0,66	0,11	0,06	-0,93	-0,37	0,25	0,002
<i>FO-1</i>	0,90	-0,44	0,02	0,70	-0,89	0,45	0,09	0,10
<i>FO-2</i>	0,99	-0,04	0,11	0,08	-0,98	0,21	0,52	0,001
<i>M-1</i>	-0,98	0,19	0,25	0,005	0,99	-0,06	0,14	0,03
<i>M-2</i>	-0,99	-0,06	0,35	0,001	0,99	0,14	0,19	0,001
Fatores ambientais								
TF	-0,99	-0,04	0,20	0,007	0,99	0,11	0,17	0,01
SF	0,96	-0,29	0,15	0,02	-0,99	-0,14	0,04	0,37
PHI	-0,99	0,05	0,54	0,001	0,99	0,10	0,26	0,001
MO	-0,99	0,01	0,17	0,01	0,93	0,37	0,01	0,87
PROF	0,99	-0,03	0,71	0,001	-0,99	-0,01	0,42	0,001

p: probabilidade de significância ($\alpha = 10\%$).

Em Caraguatatuba, os valores de temperatura de fundo, phi e profundidade foram significantes na ACC (Tabela II). Os dois primeiros eixos canônicos explicaram 68% da variância dos dados. Analisando o eixo 1, os grupos demográficos *J*, *M-1* e *M-2* se associaram positivamente com temperatura de fundo e phi, e negativamente com profundidade. O oposto ocorreu com os grupos *F-2* e *FO-2*, que se associaram negativamente com temperatura de fundo e phi, e positivamente com profundidade (Figura 8).

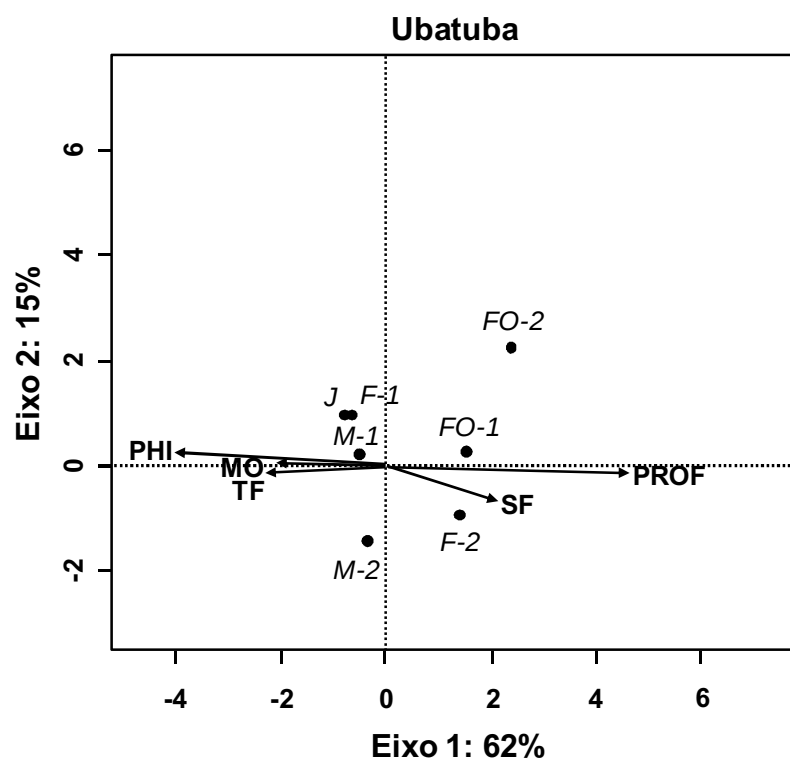


Figura 7 – Resultado da análise de correspondência canônica mostrando a correlação entre a abundância dos grupos de diferentes estágios gonadais e as variáveis ambientais na região de Ubatuba, durante o período de julho/2001 a junho/2003. J: jovens; F-1: fêmeas com gônadas rudimentares (RU); F-2: fêmeas com gônadas em desenvolvimento + desenvolvidas (ED + DE); FO-1: fêmeas ovígeras RU; FO-2: fêmeas ovígeras ED + DE; M-1: machos RU; M-2: machos ED + DE; TF: temperatura de fundo; SF: salinidade de fundo; MO: matéria orgânica; PROF: profundidade.

Considerando o número total de indivíduos analisados durante o período de estudo, a razão sexual foi de 1:0,9 em favor dos machos em Ubatuba (proporção $\sigma^7 = 0,52$; intervalo de confiança de 95% = 0,51 – 0,54; teste Binomial, $p < 0,01$) e 1:1,4 em favor das fêmeas em Caraguatatuba (proporção $\sigma^7 = 0,42$; intervalo de confiança de 95% = 0,41 – 0,44; teste Binomial, $p < 0,001$).

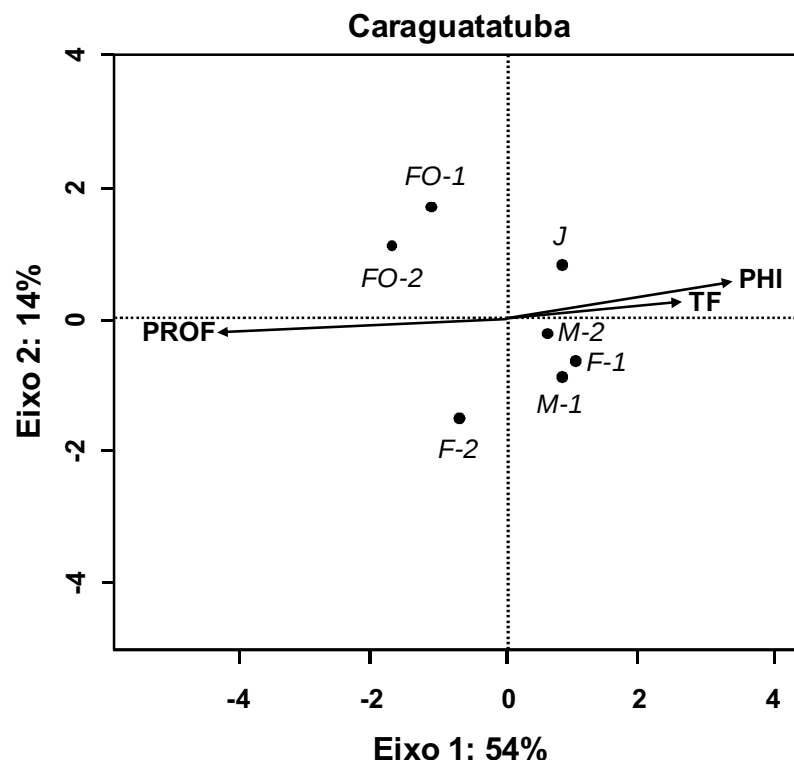


Figura 8 – Resultado da análise de correspondência canônica mostrando a correlação entre a abundância dos grupos de diferentes estágios gonadais e as variáveis ambientais na região de Caraguatatuba, durante o período de julho/2001 a junho/2003. *J*: jovens; *F-1*: fêmeas com gônadas rudimentares (RU); *F-2*: fêmeas com gônadas em desenvolvimento + desenvolvidas (ED + DE); *FO-1*: fêmeas ovígeras RU; *FO-2*: fêmeas ovígeras ED + DE; *M-1*: machos RU; *M-2*: machos ED + DE; TF: temperatura de fundo, PROF: profundidade.

Com relação à proporção sexual analisada por mês, verificou-se que a maioria das diferenças significantes ocorreu em favor dos machos em Ubatuba e em favor das fêmeas em Caraguatatuba. Especialmente, as diferenças significativas nas proporções sexuais ocorreram na maioria das profundidades de Ubatuba e Caraguatatuba, com maiores proporções de machos até os 15 m e, a partir dessa profundidade, gradual substituição por maiores proporções de fêmeas (Figura 9).

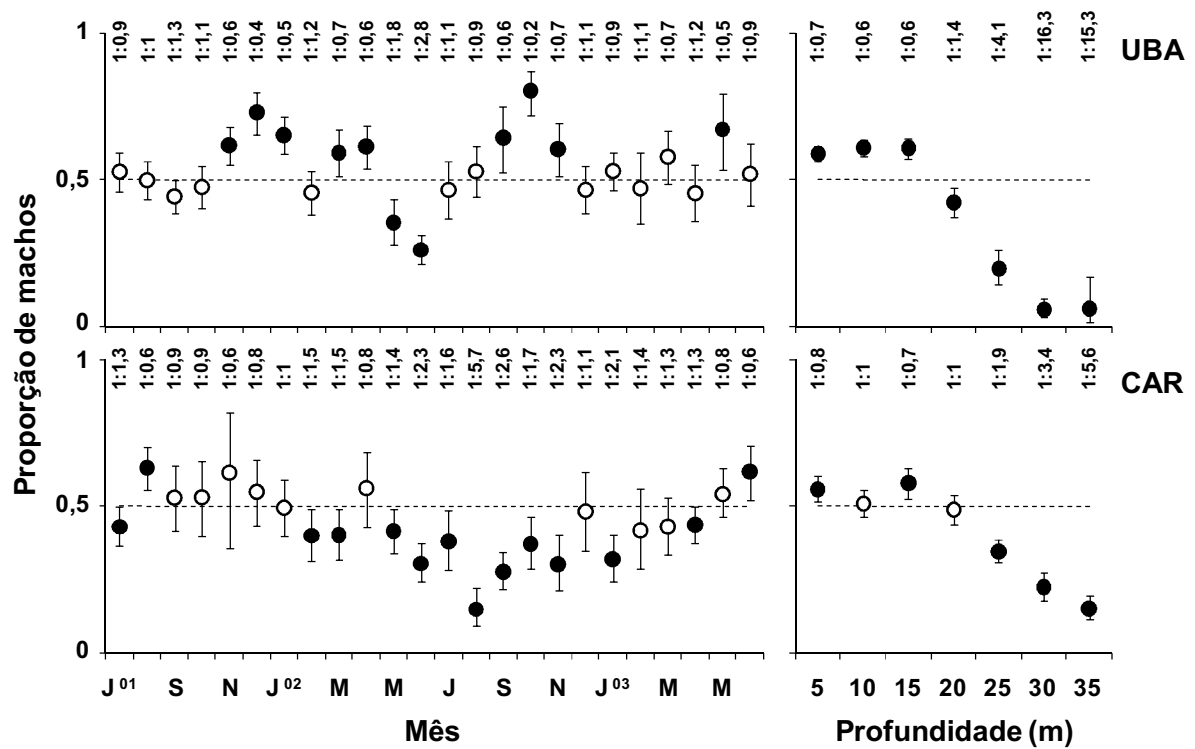


Figura 9 – Proporções de machos e razão sexual em relação aos meses e profundidades de Ubatuba (UBA) e Caraguatatuba (CAR), durante o período de julho/2001 a junho/2003. ●: razão sexual diferente estatisticamente de 1:1 (teste Binomial, $\alpha = 5\%$), $\perp$ intervalo de confiança de 95%.

4. DISCUSSÃO

Durante todo o período estudado houve presença constante de todos os estágios gonadais em ambos os sexos, contudo poucas foram as fêmeas com gônadas em estágio rudimentar. De acordo com Mantelatto & Fransozo (1999a), as fêmeas de *C. ornatus* podem exteriorizar mais de uma massa de ovos dentro do mesmo período reprodutivo, a chamada desova múltipla, sem que ocorra necessariamente nova muda e/ou cópula. Essa conclusão tem suporte nos resultados do presente estudo, uma vez que a grande maioria das fêmeas ovígeras analisadas (UBA: 88% e CAR: 95%) já apresentava as gônadas em desenvolvimento e até mesmo desenvolvidas. Esse fato demonstra que a atividade reprodutiva de *C. ornatus* é contínua e intensa no litoral norte paulista, sendo poucas as fêmeas com gônadas rudimentares.

Bauer & Lin (1994), estudando os padrões reprodutivos de duas espécies congêneres de camarões, *Trachypenaeus similis* (Smith, 1885) e *T. constrictus* (Stimpson, 1871), na Ilha Horn, Mississippi, EUA, discutiram que se a temperatura da água realmente é o fator proximal que estimula a maturação ovariana, aumentos e diminuições nesse fator podem atuar de forma relativamente rápida (um mês ou menos) sobre o desenvolvimento ovariano, promovendo ou inibindo-o. Kim *et al.* (2010), realizando alguns experimentos a fim de testar os possíveis efeitos de alguns fatores ambientais sobre a maturação gonadal de fêmeas do siri *Portunus trituberculatus* (Miers, 1876), manipularam, além da temperatura da água, o fotoperíodo. Os autores testaram em temperaturas de 10 e 20°C e com fotoperíodo de 15h e 9h, e verificaram que a maior temperatura e o fotoperíodo mais longo induziram a maturação e desova das fêmeas. As regiões de estudo, por se localizarem na região tropical/subtropical (23°S), apresentam menor variação no fotoperíodo entre as estações do ano quando comparadas às regiões de maior latitude. Contudo, Flores & Negreiros-Fransozo (1998), analisando os fatores externos que determinam o período reprodutivo do caranguejo *Pachygrapsus transversus* (Gibbes, 1850) em Ubatuba (23°S), verificaram que o fotoperíodo

foi o fator determinante para a reprodução da espécie. Desse modo, as flutuações observadas no presente estudo entre os diferentes estágios gonadais de machos e fêmeas, de acordo com os meses do ano, podem estar relacionadas, principalmente, às variações de temperatura e de fotoperíodo, não excluindo outros possíveis fatores ambientais.

A relação positiva encontrada na análise multivariada entre machos e fêmeas com gônadas rudimentares e maiores valores de temperatura da água, permite sugerir que esses indivíduos selecionam tais temperaturas, uma vez que necessitam desse estímulo para a indução à maturação gonadal. Ao contrário, fêmeas ovígeras e não ovígeras com gônadas em desenvolvimento e desenvolvidas se relacionaram negativamente com a temperatura, sugerindo que tais fêmeas, por já estarem com as gônadas em processo de maturação ou mesmo maduras, são direcionadas a selecionarem as maiores profundidades para dar continuidade ao processo reprodutivo.

Hill (1994), estudando os possíveis locais de desova, entre 10 e 60 m de profundidade, do portunídeo *Scylla serrata* (Forskål, 1775) na costa norte da Austrália, verificou que as fêmeas migram para maiores profundidades, provavelmente, para proporcionar um mecanismo de dispersão larval que permita que o estágio de megalopa se estabeleça em hábitat distante daquele de origem. Negreiros-Fransozo & Fransozo (1995) e Andrade *et al.* (2013a), estudando a distribuição de *C. ornatus* até aproximadamente 15 e 20 m de profundidade, respectivamente, de diferentes enseadas de Ubatuba, verificaram que as fêmeas ovígeras são encontradas em maiores profundidades. De acordo com Mantelatto (2000), fêmeas ovígeras dessa espécie se deslocam para áreas específicas da Enseada de Ubatuba, a fim de tornar a dispersão larval mais eficiente. No presente estudo, houve uma tendência de aumento de fêmeas ovígeras com o aumento da profundidade, sugerindo que essa distribuição facilite a dispersão larval no momento da eclosão das larvas. Contudo, essa tendência não foi observada durante todos os períodos do ano, sendo a distribuição das fêmeas ovígeras

modulada pela ação das massas d'água que ocorrem no litoral norte paulista. Castilho *et al.* (2008b), estudando a distribuição do camarão pedra *Sicyonia dorsalis* Kingsley, 1878 durante o mesmo período e nas mesmas profundidades de Ubatuba e Caraguatatuba utilizados neste estudo, verificaram que a influência da massa d'água fria ACAS nas duas regiões ocorreu durante a primavera e o verão, nas maiores profundidades. Furlan *et al.* (2013) verificaram que a espécie *C. ornatus* se correlaciona com maiores temperaturas na região de Ubatuba, evitando áreas sob influência dessa massa d'água fria. Desse modo, o deslocamento das fêmeas ovígeras verificado neste estudo ocorreu, provavelmente, em consequência da ação da ACAS, uma vez que essas fêmeas, presentes nas maiores profundidades durante o outono e o inverno, se deslocam para menores profundidades durante a primavera e o verão, estações que apresentam grande diminuição na temperatura de fundo com intrusão da ACAS.

A presença de fêmeas com gônadas desenvolvidas e de fêmeas ovígeras durante todo o período de estudo indica que a reprodução de *C. ornatus* é contínua, padrão esperado para espécies que habitam regiões tropicais/subtropicais. Contudo, a abundância das fêmeas ovígeras ocorreu de forma variável durante todo o estudo, sem um padrão temporal definido. De acordo com Sastry (1983), as espécies encontradas em regiões tropicais/subtropicais tendem a se reproduzir continuamente, pois as condições ambientais, geralmente, são permanentemente favoráveis para a reprodução, o desenvolvimento gonadal e a liberação larval. Apesar de as regiões de estudo pertencerem à região tropical/subtropical, ocorre variação nos fatores ambientais durante o ano, principalmente nos valores de temperatura, uma vez que a região sofre influência de três massas d'água (AC, AT e ACAS) durante diferentes estações do ano, com diferentes características físicas (Castro Filho *et al.* 1987). Essa influência hidrográfica pode ter moldado um padrão contínuo, porém irregular, de reprodução para *C. ornatus* nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba. Além disso, outras áreas de ocorrência de fêmeas ovígeras podem não ter sido amostradas durante o estudo.

Assim como a atividade reprodutiva, baseada na proporção de fêmeas ovígeras, o recrutamento de *C. ornatus* foi contínuo, porém com porcentagem de jovens variando durante todo o período de estudo, evidenciando aumentos e decréscimos sem um padrão temporal definido. De acordo com Bauer (1989), vários fatores podem ser responsáveis pelo recrutamento contínuo, porém altamente variável, incluindo alta variação temporal na produção de embriões pela população parental, variação temporal na mortalidade de larvas planctônicas ou de juvenis recém-recrutados, e a influência de correntes d'água. O padrão de recrutamento variável observado entre os jovens de *C. ornatus* em Ubatuba e Caraguatatuba pode ter ocorrido como consequência de todos os fatores citados, destacando-se a variação temporal na produção de embriões, já que o padrão de ocorrência das fêmeas ovígeras também não foi bem definido, e o fato de que nas regiões estudadas há ocorrência de massas d'água, as quais podem ter influenciado no deslocamento das larvas planctônicas de *C. ornatus* para regiões adjacentes.

A atividade reprodutiva, considerando a proporção de fêmeas ovígeras, foi maior em Caraguatatuba, contudo, o recrutamento de jovens foi maior em Ubatuba. A região de Caraguatatuba, por estar sujeita a um hidrodinamismo menos intenso, devido às várias ilhas em sua proximidade, como Vitória, Búzios e São Sebastião, pode favorecer a maior presença de fêmeas ovígeras, por proporcionar uma área mais protegida. Por outro lado, a região de Ubatuba está mais próxima da região de Cabo Frio, litoral do Rio de Janeiro, onde ocorre o fenômeno de ressurgência costeira da ACAS, principalmente no verão (De Léo & Pires-Vanin 2006). Durante esse fenômeno, a ACAS ascende de 300 m de profundidade e alcança a superfície em uma faixa costeira de 5 km de extensão, trazendo grande quantidade de nutrientes até a zona eufótica (Mascarenhas *et al.* 1971, Valentin *et al.* 1987). Essa água rica em nutrientes, agora na superfície, favorece o desenvolvimento de fitoplâncton (Carbonel 1998). De acordo com De Léo & Pires-Vanin (2006), o aumento na produtividade primária

promove, conseqüentemente, um transporte de alta energia para os níveis tróficos superiores. Desse modo, sugere-se que a maior ocorrência de jovens em Ubatuba seja decorrente de uma possível migração desses indivíduos, ainda em estágio larval, das regiões mais ao sul até as regiões mais próximas de Cabo Frio, onde a quantidade de fitoplâncton tende a ser maior em alguns períodos do ano.

De acordo com os resultados encontrados neste estudo, verificou-se segregação espacial entre os sexos e o estágio de desenvolvimento gonadal. A população de *C. ornatus* ocorre, preferencialmente, nas menores profundidades; contudo, as fêmeas, com exceção daquelas com gônadas rudimentares, alcançam maiores profundidades, devido ao comportamento reprodutivo já discutido anteriormente. Desse modo, as fêmeas ovígeras e as fêmeas não ovígeras com gônadas em desenvolvimento e desenvolvidas se correlacionaram positivamente com a profundidade, enquanto os jovens, os machos e as fêmeas com gônadas rudimentares se correlacionaram negativamente com tal fator. Além da profundidade, outras condições ambientais apresentaram correlação significativa com a abundância dos grupos de diferentes estágios de desenvolvimento gonadal, principalmente a temperatura e o phi. De acordo com Bertini *et al.* (2010), os limites de distribuição da maioria dos animais marinhos bentônicos são determinados por um complexo conjunto de fatores ambientais que agem durante todo seu ciclo de vida. As correlações negativa de fêmeas ovígeras e de fêmeas com gônadas em desenvolvimento e desenvolvidas com a temperatura, e positiva com a salinidade, apenas em Ubatuba, ocorreram por tais fêmeas selecionarem maiores profundidades. Castilho *et al.* (2008b), desenvolvendo outra pesquisa nos mesmos locais de coleta do presente estudo, verificaram que a temperatura diminui com o aumento da profundidade em Ubatuba e Caraguatatuba. Por outro lado, a salinidade tende a aumentar com o aumento da profundidade, uma vez que a influência de água doce vinda do continente diminui.

Com exceção das fêmeas ovígeras e não ovígeras com gônadas em desenvolvimento e desenvolvidas, os demais grupos se relacionaram com sedimentos mais finos (maiores valores de ϕ). Autores citam a importância do sedimento em diversos comportamentos apresentados pelos portunídeos, destacando o hábito de se enterrar (McLay & Osborne 1985, Schweitzer & Feldmann 2006), a alimentação (Branco & Verani 1997, Mantelatto & Christofolletti 2001, Branco & Lunardon-Branco 2002, Carmona-Suárez & Conde 2005), e o período de incubação dos ovos (Pinheiro *et al.* 1996). Pinheiro *et al.* (1996) propuseram que o sedimento age como uma incubadora artificial, servindo como suporte e molde durante o período de incubação pelas fêmeas do portunídeo *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Desse modo, o sedimento mais fino, composto principalmente por silte + argila, pode facilitar o hábito de se enterrar dos indivíduos, com exceção das fêmeas ovígeras, as quais provavelmente utilizam o substrato como uma incubadora artificial, como proposto por Pinheiro *et al.* (1996).

Desvios temporais na proporção sexual de 1:1 são comuns em populações de portunídeos (ver Abelló 1989, Branco & Masunari 1992, Branco *et al.* 2002, Carmona-Suárez & Conde 2002, Baptista-Metri *et al.* 2005, Ripoli *et al.* 2007, Pereira *et al.* 2009, Sforza *et al.* 2010, Tudesco *et al.* 2012). De acordo com Wenner (1972), os desvios na razão sexual envolvem, geralmente, diferenças entre os sexos em relação à longevidade, migração, mortalidade, taxa de crescimento e reversão sexual. Vários estudos mencionam sobre a migração diferencial entre os sexos relacionada à reprodução de portunídeos (ver Hill 1994, Forward Jr *et al.* 2003, Ramach *et al.* 2009, Andrade *et al.* 2013a). Provavelmente, as fêmeas ovígeras foram responsáveis pelas flutuações nas proporções sexuais de *C. ornatus* entre as regiões e as profundidades no presente estudo. O maior número de fêmeas ovígeras verificado em Caraguatatuba favoreceu a maior proporção de fêmeas em relação aos machos na maioria dos meses em que houve desvio na razão sexual de 1:1 nessa região, e o contrário na região de Ubatuba. Em relação às profundidades, a grande diferença na proporção sexual em favor das

fêmeas a partir dos 15 m está, provavelmente, relacionada às migrações de fêmeas ovígeras associadas à desova da espécie, a qual pode se deslocar para as maiores profundidades a fim de favorecer a dispersão larval. Contudo, essas suposições não excluem a hipótese de que outros fatores influenciem a proporção sexual de *C. ornatus* nas regiões estudadas.

5. REFERÊNCIAS

- Abelló P. 1989. Reproduction and moulting in *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758) (Brachyura: Portunidae) in the Northwestern Mediterranean sea. *Scientia Marina* 53 (1): 127-134.
- Almeida AC, Fransozo V, Teixeira GM, Furlan M, Hiroki KAN & Fransozo A. 2011. Population structure and reproductive period of whitebelly prawn *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis 1950) (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) on the southeastern coast of Brazil. *Invertebrate Reproduction and Development* 55 (1): 30-39.
- Alverson DL, Freeberg MH, Pope JG & Murawski JA. 1994. A global assessment of fisheries bycatch and discards. *FAO Fisheries Technical Paper* 339: 1-233.
- Andrade LS, Bertini G, Fransozo V, Teixeira GM, Barros-Alves SP & Fransozo A. 2013a. Differential occupation of habitat as a reproductive strategy of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1968 (Crustacea: Decapoda). *Marine Biodiversity*, DOI 10.1007/s12526-013-0179-y.
- Andrade LS, Fransozo V, Bertini G, Negreiros-Fransozo ML & López-Greco LS. 2013b. Reproductive plasticity in the speckled crab *Arenaeus cribrarius* (Decapoda, Brachyura, Portunidae) associated with a population decline. *Journal of Coastal Research* (in-press), DOI <http://dx.doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-13-00066.1>
- Bakir WMA & Healy B. 1995. Reproductive cycle of the velvet swimming crab *Necora puber* (L.) (Decapoda, Brachyura, Portunidae) on the east coast of Ireland. *Irish Fisheries Investigations, Series B (Marine)* 43: 3-13.
- Baptista-Metri C, Pinheiro MAA, Blankensteyn A & Borzone CA. 2005. Biologia populacional e reprodutiva de *Callinectes danae* Smith (Crustacea, Portunidae), no Balneário Shangri-lá, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22 (2): 446-453.
- Bauer RT & Lin J. 1994. Temporal patterns of reproduction and recruitment in populations of the penaeid shrimps *Trachypenaeus similis* (Smith) and *T. constrictus* (Stimpson) (Crustacea: Decapoda) from the Northcentral Gulf of Mexico. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 182: 205-222.

- Bauer RT & Rivera Vega LW. 1992. Pattern of reproduction and recruitment in two sicyoniid shrimp species (Decapoda: Penaeoidea) from a tropical seagrass habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 161: 223-240.
- Bauer RT. 1989. Continuous reproduction and episodic recruitment in nine shrimp species inhabiting a tropical seagrass meadow. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 127: 175-187.
- Bauer RT. 1992. Testing generalizations about latitudinal variation in reproduction and recruitment patterns with sicyoniid and caridean shrimp species. *Invertebrate Reproduction and Development* 22 (1-3): 193-202.
- Bertini G, Fransozo A & Negreiros-Fransozo ML. 2010. Brachyuran soft-bottom assemblage from marine shallow waters in the southeastern Brazilian littoral. *Marine Biodiversity* 40: 277-291.
- Branco JO & Fracasso HAA. 2004. Biologia populacional de *Callinectes ornatus* (Ordway) na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21 (1): 91-96.
- Branco JO & Lunardon-Branco MJ. 2002. Ecologia trófica de *Portunus spinimanus* Latreille, 1819, na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina. *Revista Brasileira de Zoologia* 19 (3): 723-729.
- Branco JO & Masunari S. 1992. Estrutura populacional de *Callinectes danae* (Decapoda, Portunidae) da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC, Brasil. *Acta Biológica Paranaense* 21: 37-56.
- Branco JO & Verani JR. 1997. Dinâmica da alimentação natural de *Callinectes danae* Smith (Decapoda, Portunidae) na Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 14 (4): 1003-1018.
- Branco JO, Lunardon-Branco MJ & Souto FX. 2002. Estrutura populacional de *Portunus spinimanus* Latreille (Crustacea, Portunidae) na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 19 (3): 731-738.
- Carbonel C. 1998. Modelling of upwelling in the coastal area of Cabo Frio (Rio de Janeiro – Brazil). *Revista Brasileira de Oceanografia* 46 (1): 1-17.
- Carmona-Suárez CA & Conde JE. 2002. Local distribution and abundance of swimming crabs (*Callinectes* spp. and *Arenaeus cribrarius*) on a tropical arid beach. *Fishery Bulletin* 100 (1): 11-25.

- Carmona-Suárez CA & Conde JE. 2005. The natural diet of *Arenaeus cribrarius* (Decapoda, Brachyura, Portunidae) on two arid beaches in western Venezuela. *Crustaceana* 78 (5): 525-541.
- Castilho AL, Costa RC, Fransozo A & Boschi EE. 2007. Reproductive pattern of the South American endemic shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea), off São Paulo State, Brazil. *Revista de Biología Tropical* 55 (1): 39-48.
- Castilho AL, Furlan M, Costa RC & Fransozo V. 2008a. Reproductive biology of the rock *Sicyonia dorsalis* (Decapoda: Penaeoidea) from the southeastern coast of Brazil. *Invertebrate Reproduction and Development* 52 (1-2): 59-68.
- Castilho AL, Furlan M, Costa RC & Fransozo V. 2008b. Abundance and temporal-spatial distribution of the shrimp *Sicyonia dorsalis* Kingsley, 1878 (Decapoda, Penaeoidea) from the northern coast of São Paulo state, Brazil. *Senckenbergiana Maritima* 38 (1): 75-83.
- Castro Filho BM, Miranda LB & Myao SY. 1987. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 35 (2): 135-151.
- Choy S. 1988. Reproductive biology of *Liocarcinus puber* and *L. holsatus* (Decapoda, Brachyura, Portunidae) from the Gower Peninsula, South Wales. *Marine Ecology* 9: 227-241.
- De Léo FC & Pires-Vanin AMS. 2006. Benthic megafauna communities under the influence of the South Atlantic Central Water intrusion onto the Brazilian SE shelf: a comparison between an upwelling and a non-upwelling ecosystem. *Journal of Marine Systems* 60: 268-284.
- Dineshbabu AP. 2011. Biology and exploitation of the crucifix crab, *Charybdis* (*Charybdis*) *feriata* (Linnaeus, 1758) (Brachyura: Portunidae) from Karnataka coast, India. *Indian Journal of Fisheries* 58 (1): 25-29.
- Flores AAV & Negreiros-Fransozo ML. 1998. External factors determining seasonal breeding in a subtropical population of the shore crab *Pachygrapsus transversus* (Gibbes, 1850) (Brachyura, Grapsidae). *Invertebrate Reproduction and Development* 34 (2-3): 149-155.
- Forward Jr RB, Tankersley RA & Pochelon PN. 2003. Circatidal activity rhythms in ovigerous blue crabs, *Callinectes sapidus*: implications for ebb-tide transport during the spawning migration. *Marine Biology* 142: 67-76.

- Furlan M, Castilho AL, Fernandes-Góes LC, Fransozo V, Bertini G & Costa RC. 2013. Effect of environmental factors on the abundance of decapods crustaceans from soft bottoms off southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 85 (4), DOI <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201394812>
- Graça-Lopes R, Tomás ARG, Tutui SLS, Severino-Rodrigues E & Puzzi A. 2002. Fauna acompanhante da pesca camaroeira no litoral do Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca* 28 (2): 173-188.
- Hill BJ. 1994. Offshore spawning by the portunid crab *Scylla serrata* (Crustacea: Decapoda). *Marine Biology* 120: 379-384.
- Hines AH, Lipcius RN & Haddon AM. 1987. Population dynamics and habitat partitioning by size, sex, and molt stage of blue crabs *Callinectes sapidus* in a subestuary of central Chesapeake Bay. *Marine Ecology Progress Series* 36: 55-64.
- Keunecke KA, D'Incao F, Verani JR & Vianna M. 2012. Reproductive strategies of two sympatric swimming crabs *Callinectes danae* and *Callinectes ornatus* (Crustacea: Portunidae) in an estuarine system, south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 92 (2): 343-347.
- Kim D-H, Kim S-K, Choi JH, Kim B-R, Seo H-C & Jang IK. 2010. The effects of manipulating water temperature, photoperiod, and eyestalk ablation on gonad maturation of the swimming crab, *Portunus trituberculatus*. *Crustaceana* 83 (2): 129-141.
- Lai JCY, Ng PKL & Davie PJF. 2010. A revision of the *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) species complex (Crustacea: Brachyura: Portunidae), with the recognition of four species. *The Raffles Bulletin of Zoology* 58 (2): 199-237.
- Lawal-Are AO. 2010. Reproductive biology of the blue crab, *Callinectes amnicola* (De Rocheburne) in the Lagos Lagoon, Nigeria. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 10: 1-7.
- Mantelatto FLM. 2000. Allocation of the portunid crab *Callinectes ornatus* (Decapoda: Brachyura) in Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo State, Brazil. *Crustacean Issues* 12: 431-443.

- Mantelatto FLM & Christofolletti RA. 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 FLM & Fransozo A. 1996. Size at sexual maturity in *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba region (SP), Brazil. *Nauplius* 4: 29-38.
- Mantelatto FLM & 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 FLM & Fransozo A. 1999a. Reproductive biology and moulting cycle of the crab *Callinectes ornatus* (Decapoda, Portunidae) from the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Crustaceana* 72: 63-76.
- Mantelatto FLM & Fransozo A. 1999b. Characterization of the physical and chemical parameters of Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo State, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 59 (1): 23-31.
- Mascarenhas Jr AS, Miranda LB & Rock NJ. 1971. A study of oceanographic conditions in the region of Cabo Frio. In: Costlow Jr JD (ed.), *Ferility of the sea*. Gordon & Breach Science Publishers, New York, p. 285-308.
- McLay CL & Osborne TA. 1985. Burrowing behaviour of the paddle crab *Ovalipes catharus* (White, 1843) (Brachyura: Portunidae). *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 19: 125-130.
- Melo GAS. 1996. *Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro*. Plêiade/FAPESP, São Paulo, 604 p.
- Negreiros-Fransozo ML & 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 ML, Mantelatto FLM & Fransozo A. 1999. Populational biology of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Crustacea, Decapoda, Portunidae) from Ubatuba (SP) region, Brazil. *Scientia Marina* 63 (2): 157-163.

- Nevis AB, Martinelli JM, Carvalho ASS & Nahum VJI. 2009. Abundance and spatial-temporal distribution of the family Portunidae (Crustacea, Decapoda) in the Curuçá Estuary on the northern coast of Brazil. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology* 13 (1): 71-79.
- Norman CP & Jones MB. 1993. Reproductive ecology of the velvet swimming crab, *Necora puber* (Brachyura: Portunidae), at Plymouth. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 73: 379-389.
- Orton JH. 1920. Sea-temperature, breeding and distribution in marine animals. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 12 (2): 339-366.
- Panikkar NK & Aiyar RG. 1939. Observations on breeding in brackish-water animals of Madras. *Proceedings of the Indian Academy of Sciences (Section B)* 9 (6): 343-364.
- Paul RKG. 1982. Abundance, breeding and growth of *Callinectes arcuatus* Ordway and *Callinectes toxotes* Ordway (Decapoda, Brachyura, Portunidae) in a lagoon system on the Mexican Pacific coast. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 14 (1): 13-26.
- Pereira MJ, Branco JO, Christoffersen ML, Freitas Jr F, Fracasso HAA & Pinheiro TC. 2009. Population biology of *Callinectes danae* and *Callinectes sapidus* (Crustacea: Brachyura: Portunidae) in the south-western Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 89 (7): 1341-1351.
- Pinheiro MAA & Terceiro OSL. 2000. Fecundity and reproductive output of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Brachyura, Portunidae). *Crustaceana* 73 (9): 1121-1137.
- Pinheiro MAA, Fransozo A & Negreiros-Fransozo ML. 1996. Distribution patterns of *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba (SP), Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 56: 705-716.
- Pires AMS 1992. Structure and dynamics of benthic megafauna on the continental shelf offshore of Ubatuba, southeastern Brazil. *Marine Ecology Progress Series* 86: 63-76.
- Pires-Vanin AMS, Rossi-Wongtschowski CLB, Aidar E, Mesquita SL, Soares LSH, Katsuragawa M & Matsuura Y. 1993. Estrutura e função do ecossistema de plataforma continental do Atlântico Sul brasileiro: síntese e dos resultados. *Publicação Especial do Instituto Oceanográfico* 10: 217-231.

- Pires-Vanin AMS & Matsuura Y. 1993. Estrutura e função do ecossistema de plataforma continental da região de Ubatuba, Estado de São Paulo: uma introdução. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 10: 1-8.
- R Development Core Team. 2006. *R: A language and environment for statistical computing*. Viena-Austria, R Foundation for Statistical Computing ISBN 3-900051-07-0, URL. Disponível em: <http://www.R-project.org>
- Ramach S, Darnell MZ, Avissar N & Rittschof D. 2009. Habitat use and population dynamics of blue crabs, *Callinectes sapidus*, in a high-salinity embayment. *Journal of Shellfish Research* 28 (3): 635-640.
- Ripoli LV, Fernandes JM, Rosa DM & Araujo CCV. 2007. Dinâmica populacional de *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Portunidae) em um trecho litorâneo da Ilha do Frade, Vitória – ES. *Boletim do Instituto de Pesca* 33 (2): 205-212.
- Roman-Contreras R. 1986. Análisis de la población de *Callinectes* spp. (Decapoda: Portunidae) en el sector occidental de la Laguna de Terminos, Campeche, Mexico. *Anales del Instituto Ciencias del Mar y Limnología* 13: 315-32.
- Santos S & Negreiros-Fransozo ML. 1999. Reproductive cycle of the swimming crab *Portunus spinimanus* Latreille (Crustacea, Decapoda, Brachyura) from Ubatuba, São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 16 (4): 1183-1193.
- Sastry AN. 1983. *Ecological aspects of reproduction*. In: Vernberg FJ & Vernberg WB (eds.), *The biology of Crustacea: environmental adaptations*. Academic Press, New York, p. 179–270.
- Sastry AN. 1966. Temperature effects in reproduction of the bay scallop, *Aequipecten irradians* Lamarck. *The Biological Bulletin* 130: 118-134.
- Schweitzer CE & Feldmann RM. 2006. *Are paddle-like pereiopods a phylogenetically appropriate character within the Brachyura?* Paper presented at the 40th Annual Meeting, Akron, Ohio. The Geological Society of America. Recuperado de https://gsa.confex.com/gsa/2006NC/finalprogram/abstract_102742.htm

- Severino-Rodrigues E, Musiello-Fernandes J, Moura AAS, Branco GMP & Canéo VOC. 2012. Biologia reprodutiva de fêmeas de *Callinectes danae* (Decapoda, Portunidae) no complexo estuarino-lagunar de Iguape e Cananéia (SP). *Boletim do Instituto de Pesca* 38 (1): 31-41.
- Severino-Rodrigues E, Pita JB & Graça-Lopes R. 2001. Pesca artesanal de siris (Crustacea, Decapoda, Portunidae) na região estuarina de Santos e São Vicente (SP), Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca* 27 (1): 7-19.
- Sforza R, Nalesso RC & Joyeux JC. 2010. Distribution and population structure of *Callinectes danae* (Decapoda: Portunidae) in a tropical Brazilian estuary. *Journal of Crustacean Biology* 30 (4): 597-606.
- Sukumaran KK & Neelakantan B. 1997. Age and growth in two marine portunid crabs, *Portunus* (*Portunus*) *sanguinolentus* (Herbst) and *Portunus* (*Portunus*) *pelagicus* (Linnaeus) along the southwest coast of India. *Indian Journal of Fisheries* 44 (2): 111-131.
- Thorson G. 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 25: 1-45
- Tudesco CC, Fernandes LP & Di Benedetto APM. 2012. Population structure of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Brachyura: Portunidae) bycatch in shrimp fishery in northern Rio de Janeiro State, Brazil. *Biota Neotropica* 12 (1): 93-98.
- Valentin J, Andre DL & Jacobs SA. 1987. Hydrobiology in the Cabo Frio (Brazil) upwelling: two-dimensional structure and variability during a wind cycle. *Continental Shelf Research* 7 (1): 77-88.
- Wenner AM. 1972. Sex ratio as a function of size in marine Crustacea. *The American Naturalist* 106: 321-350.
- Williams AB. 1974. The swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda: Portunidae). *Fishery Bulletin* 72 (3): 685-798.
- Wilson K & Hardy ICW. 2002. *Statistical analysis of sex ratios: an introduction*. In: Hardy ICW (ed.), Sex ratios: concepts and research methods. Cambridge Univ Press, Cambridge, p. 48-92.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados sobre diversidade e distribuição de siris, assim como sobre a dinâmica populacional de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 encontrados na presente tese, certamente, ampliam o conhecimento científico sobre a família Portunidae.

As regiões estudadas, Ubatuba e Caraguatatuba, apresentaram alta riqueza de portunídeos, considerando o total de 21 espécies registradas no extenso litoral brasileiro. Essas regiões, além de serem formadas por várias enseadas, pertencem a uma área de transição entre províncias, com mistura de faunas de origem tropical e temperada, sugerindo que essas características favoreçam a ocorrência de espécies. Os índices de diversidade variaram, entre as profundidades e as estações do ano, em função da variação na abundância das espécies dominantes durante o estudo, *C. ornatus* e *Portunus spinicarpus* (Stimpson, 1871).

A distribuição de portunídeos em Ubatuba e Caraguatatuba evidenciou uma segregação de hábitat entre as espécies, embora tenham ocorrido sutis sobreposições em algumas profundidades. Essa segregação pode ter ocorrido devido à influência dos fatores físicos do ambiente, como tipo de sedimento e temperatura. Além disso, é possível que a segregação também ocorra como uma estratégia das espécies diminuírem a competição por recursos, diminuindo, assim, as interações interespecíficas. Estudos que enfoquem as preferências alimentares dos portunídeos, as relações desses com suas presas e predadores, além de suas interações interespecíficas, são necessários para o esclarecimento da influência dos fatores bióticos sobre a segregação de hábitat das espécies.

Os resultados encontrados nesta tese sobre a dinâmica populacional de *C. ornatus* sugere que essa espécie é bem adaptada nas regiões estudadas, pois (1) a população se mostrou estável, com presença constante de todos os grupos demográficos, (2) a longevidade de machos e fêmeas foi maior que dois anos, com a maturidade ocorrendo precocemente,

entre os cinco primeiros anos de vida, (3) a reprodução e recrutamento foram contínuos, e (4) as fêmeas ovígeras selecionam locais de desova que favoreçam a dispersão das larvas. Esses resultados, além da alta abundância de indivíduos, demonstram a grande importância de *C. ornatus* para as regiões de estudo, assim como, a importância dessas regiões no ciclo de vida da espécie.