

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – CAMPUS DE BOTUCATU

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - ZOOLOGIA

*ECOLOGIA E BIOLOGIA POPULACIONAL DO CARANGUEJO*

*Hepatus pudibundus (HERBST, 1785) (CRUSTACEA,*

*DECAPODA, AETHROIDEA) NA REGIÃO DE UBATUBA,*

*SÃO PAULO, BRASIL*



**MESTRADO**

PALOMA APARECIDA DE LIMA

ORIENTADOR: PROF. DR. ADILSON FRANSOZO

BOTUCATU, 2012

**Ecologia e Biologia Populacional do caranguejo  
*Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea,  
Decapoda, Aethroidea) na região de Ubatuba, São  
Paulo, Brasil**

**PALOMA APARECIDA DE LIMA**

**ORIENTADOR: PROF. DR. ADILSON FRANSOZO**

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

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO DE AQUIS. E TRAT. DA INFORMAÇÃO  
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: **ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE**

Lima, Paloma Aparecida de.

Ecologia e biologia populacional do caranguejo *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea, Decapoda, Aethroidea), na região de Ubatuba, São Paulo, Brasil / Paloma Aparecida de Lima. – Botucatu : [s.n.], 2012

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Adilson Fransozo

Capes: 20400004

1. Caranguejo – População. 2. Decápode (Crustaceo) - Distribuição sazonal.  
3. Ubatuba (SP)

Palavras-chave: Brachyura; Bycatch; Distribuição ecológica; Reprodução.



**NEBECC**

**Núcleo de Estudos em Biologia,  
Ecologia e Cultivo de Crustáceos**

*“Bem aventurado o homem que acha sabedoria, e o homem que adquire conhecimento; Porque é melhor a sua mercadoria do que artigos de prata, e maior o seu lucro que o ouro mais fino; Mais preciosa é do que os rubís, e tudo o que mais possas desejar não se pode comparar a ela”.*

***Provérbios 3, 13-15.***

# DEDICATÓRIA

*Dedico este estudo à minha querida família...*

*... Aos meus pais, Luiz e Isabel, que sempre estiveram ao meu lado, incentivando-me a não desistir!*

*Obrigada*

*pelos exemplos de vida que são...*

*por compartilhar comigo alegrias e tristezas...*

*por acreditarem no meu esforço e por possibilitarem a realização de um sonho...*

*Obrigada pelo amor incondicional em todos os momentos da minha vida!*

# AGRADECIMENTOS

*Agradeço primeiramente a Deus, que sempre iluminou meu caminho. Obrigada por alimentar minha fé, não permitindo que eu desistisse frente aos obstáculos existentes durante essa caminhada. Sem Ti, nada disso seria possível!*

*Aos meus pais, por me proporcionarem as condições necessárias para vencer mais essa etapa em minha vida, sempre compartilhando palavras de incentivo.*

*Ao meu orientador e amigo, Professor Dr. Adílson Fransozo, primeiramente pela oportunidade de ingressar na área da Zoologia. Obrigada pela orientação e apoio, credibilidade e confiança depositadas. Agradeço, além dos ensinamentos profissionais, pelos inúmeros conselhos e por sempre estar disposto a ouvir. Sempre serei grata por tudo que fez e faz por mim.*

*À Professora. Dr<sup>a</sup>. Maria Lúcia Negreiros-Fransozo, por todos os ensinamentos e auxílios prestados, pelo exemplo de profissionalismo, competência e dedicação na área da pesquisa. Obrigada por ter sido sempre tão atenciosa em todos os momentos em que precisei.*

*À Coordenação de Desenvolvimento do Ensino Superior (CAPES) pela bolsa concedida, à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento do projeto e veículos utilizados (proc.: 94/4878-8 e 98/031134-6), e ao Núcleo de Estudos em Biologia, Ecologia e Cultivo de Crustáceos (NEBECC), pela infraestrutura dos laboratórios e materiais disponíveis.*

*Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e à Polícia Federal pela concessão da licença para a coleta do material biológico, sem o qual esse trabalho não seria realizado.*

*Aos pescadores Djalma Rosa (Passarinho) e Edson (Dedinho) comandantes da embarcação “Progresso”, a qual foi utilizada para as coletas em 1998 e 1999, pela dedicação e competência. Aos integrantes do NEBECC que trabalharam nas coletas dos materiais utilizados neste estudo (Proc.: 97/12106-3 e 97/12107-0), em especial à Professora Dr<sup>a</sup>. Giovana Bertini.*

*Aos funcionários do Departamento de Zoologia: Flávio da Silva, Hamilton A. Rodrigues, Juliana Ramos, Sílvio César de Almeida e à Seção de Pós-Graduação: Davi Müller, Herivaldo M. Santos, Luciene J. Tobias e Luciana Campos. Agradeço também as meninas da limpeza, em especial à D. Socorro. Muito obrigada a todos, pela grande paciência, competência e profissionalismo.*

*Aos amigos Professores Drs. Gustavo M. Teixeira e Rafael A. Gregati, pela paciência e disposição, sempre dispostos a ajudar. Agradeço também à Profa. Dra. Vivian Fransozo Cunha por todas as correções e sugestões pertinentes aos trabalhos apresentados nesta dissertação.*

*Aos Professores Drs. Antônio L. Castilho, Rogério C. da Costa e Valter J. Cobo, por transmitirem seus conhecimentos e aos colegas do LABCAM (Laboratório de Biologia de camarões Marinhos e de Água Doce) e da UNITAU (Universidade de Taubaté), pela agradável companhia durante as disciplinas e congressos participados.*

*Ao Prof Dr. Fúlvio A. M. Freire, por sempre ser tão solícito em esclarecer minhas dúvidas estatísticas, mesmo estando tão longe. Obrigada pela paciência, até pelo MSN!*

*Aos companheiros de laboratório: Alessandra P. Carneiro (Pato Branco), Ariadine C. Almeida, Daniela Pimenta (Valderrama), Douglas F. Rodrigues Alves (Kuririn), Eduardo A. Bolla Jr. (Frio), Eduardo Degani, Gustavo M. Teixeira (Guga), Gustavo S. Sancinetti (Gari), Israel F. F. de Lima, Isabelle L. B. Perez, Janete Silva, Katia A. N. Hiroki, Luciana S. Andrade (Lú), Marciano A. Venancio, Mariana A. da Silva (Bezinha é má!), Micheli Furlan, Rafael A. Gregatti (Xuxa), Samara B. Alves, e Thiago Piassa (Xuxulete), pelas diversas caronas, o agradável convívio diário e por inúmeras vezes poder ter contado com vocês.*

*Às pessoas especiais que compartilharam ocasiões tão difíceis e inesquecíveis, Ana Sílvia G. Garcia, Andréa A. F. Mourão, Jamilé Q. de Souza, e Mariana A. da Silva.*

*À grande amiga Andréa A. F. Mourão, pela amizade construída e retomada. Por todas as conversas, científicas ou não. Obrigada por ter se tornado uma amiga-irmã e por fazer parte desse momento tão importante na minha vida e espero que de outros mais.*

*À uma pessoa muito importante para mim, Wellington A. Stringuetta. Obrigada por todo carinho, atenção, tolerância, companheirismo e principalmente pela paciência que teve comigo sempre que necessário.*

*Às amigas Alessandra P. Carneiro e Renata Rodrigues, por todas as conversas, pelos momentos de descontração e por “aguentarem” todas as minhas crises existenciais! Ao amigo Thiago Piassa, pois esteve disposto a me ouvir em todas as ocasiões que precisei desabafar.*

*Ao meu filhote canino Léo, que sem dúvida fez com que todos os momentos que vivi em Botucatu não fossem tão difíceis, pelo contrário, alegrou minha vida. Obrigada pela paz que sempre senti com a sua presença.*

*Por fim, agradeço mais uma vez à minha querida família e amigos que participaram da minha vida e fizeram com que essa caminhada fosse tão prazerosa. Desculpem se eu me esqueci de alguém... Muito Obrigada!*

# SUMÁRIO

Considerações Iniciais.....	1
Referências.....	7
Capítulo I: Distribuição e estrutura populacional do caranguejo <i>Hepatus pudibundus</i> (Herbst, 1785) (Crustacea, Decapoda, Aethroidea) no sublitoral não consolidado do Sudeste do Brasil	
Resumo.....	10
Introdução.....	11
Material e Métodos.....	13
Resultados.....	17
Discussão.....	30
Referências.....	35
Capítulo II: Maturidade sexual e período reprodutivo do caranguejo <i>Hepatus pudibundus</i> (Herbst, 1785) (Crustacea, Decapoda, Aethroidea) no sublitoral não consolidado do Sudeste do Brasil	
Resumo.....	42
Introdução.....	43
Material e Métodos.....	45
Resultados.....	48
Discussão.....	57
Referências.....	61
Considerações Finais.....	67



# CONSIDERAÇÕES INICIAIS



**CARACTERIZAÇÃO DO SUBFILO CRUSTACEA, ORDEM DECAPODA, INFRAORDEM BRACHYURA**

*“NENHUM GRUPO DE PLANTAS OU DE ANIMAIS NO PLANETA*

*APRESENTA A AMPLITUDE DE DIVERSIDADE MORFOLÓGICA OBSERVADA ENTRE OS CRUSTACEA ATUAIS”.*

**(MARTIN & DAVIS, 2001)**

O subfilo Crustacea constitui um dos maiores grupos, com cerca de 67.000 espécies descritas, e provavelmente um número 5 ou 10 vezes maior de espécies estão ainda para serem descobertas. Esses invertebrados são encontrados em todas as profundidades nos diversos ambientes marinhos, salobros e de água doce sobre a Terra e são os animais mais abundantes, diversificados e com maior distribuição nos oceanos do mundo (Brusca & Brusca, 2007).

Os crustáceos estão distribuídos em seis classes, 13 subclasses e 47 ordens, sendo a Ordem Decapoda a mais conhecida e diversificada, com cerca de 14.756 espécies descritas (De Grave *et al.*, 2009) e incluem os camarões, siris, lagostas e caranguejos que representam itens importantes em atividades pesqueiras (Ruppert *et al.*, 2005).

Os estudiosos reconhecem duas subordens para os crustáceos decápodos: Dendrobranquiata, que inclui cerca de 450 espécies, sendo a maioria formada por camarões peneídeos e sergestídeos. Alguns representantes dessa subordem apresentam importância comercial significativa na pesca de camarões no mundo inteiro, e a maioria é atualmente explorada em níveis acima da sustentabilidade. A subordem Pleocyemata inclui todos os crustáceos remanescentes, como outras espécies de camarões, além dos caranguejos, lagostins e lagostas. As principais diferenças entre as duas subordens são a presença de dendrobrânquias, fêmeas que não incubam ovos e a fertilização externa com os embriões eclodindo como larva náuplio (Subordem Dendrobranquiata). Já os representantes da subordem Pleocyemata, nunca possuem dendrobrânquias, os embriões são incubados nos pleópodos das fêmeas e eclodem em algum estágio posterior à larva náuplio (Brusca & Brusca, 2007).

Pertencente à subordem Pleocyemata, a Infra-ordem Brachyura inclui os siris e caranguejos que representam os decápodos mais bem sucedidos e podem ser encontrados na maioria dos habitats bentônicos marinhos, existindo ainda poucas

espécies de água doce e terrestres (Ruppert *et al.*, 2005). Dentre os habitas marinhos, os braquiúros são encontrados 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).

Com 39 Superfamílias descritas em todo o mundo (De Grave *et al.*, 2009), a Infraordem Brachyura, reúne cerca de 1.270 gêneros e subgêneros e 6.800 espécies e subespécies (Ng *et al.*, 2008), destas, pelo menos 300 espécies de 170 gêneros e 24 famílias já foram descritas com distribuição para a costa brasileira (Melo, 1998; Pohle *et al.*, 1999, Bertini *et al.*, 2004).

## **O AMBIENTE**

O litoral norte do Estado de São Paulo pode ser caracterizado pela presença de uma linha de costa bastante recortada, encerrando várias enseadas que apresentam características de semi-confinamento, contribuindo para a existência de faunas particulares (Ab'Saber, 1955; Mahiques, 1995). Fisiograficamente, a presença da Serra do Mar que se projeta diretamente sobre o Oceano Atlântico propicia planícies costeiras restritas, quando comparadas com as do litoral sul paulista (Mahiques, 1995).

Este estudo abrangeu três enseadas, localizadas na região de Ubatuba, litoral Norte do Estado de São Paulo, denominadas, do norte para o sul, por Ubatumirim, Ubatuba e Mar Virado, que apresentam características fisiográficas distintas, tanto em relação à forma, como na orientação de suas desembocaduras. A enseada de Ubatumirim apresenta a desembocadura voltada para sudoeste, com muitas ilhas e lajes, sendo que as ilhas do Prumirim e dos Porcos Pequenos estão situadas na entrada da enseada, e mais ao norte, encontra-se a Ilha das Couves, com maior extensão. A enseada de Ubatuba está voltada para o leste e apresenta grande estrangulamento, que a divide em duas regiões, a mais externa, com profundidades acima de 10 metros e a interna, marcadamente mais rasa. Já enseada do Mar Virado possui desembocadura larga e voltada para sudoeste, com a Ilha do Mar Virado situada no lado esquerdo da sua entrada (Mahiques, 1995; Bertini *et al.*, 2001).

## JUSTIFICATIVA

As ações antrópicas como a pesca, por exemplo, podem acarretar em modificações na biodiversidade, especialmente em áreas litorâneas (Norse, 1993; Ellingsen, 2001). Através desta atividade, o homem retira sistematicamente organismos de populações naturais para fins comerciais e de subsistência (Yodzis, 2001), sendo a consequência mais óbvia da pesca excessiva, o declínio dos estoques pesqueiros (Lewison *et al.*, 2004).

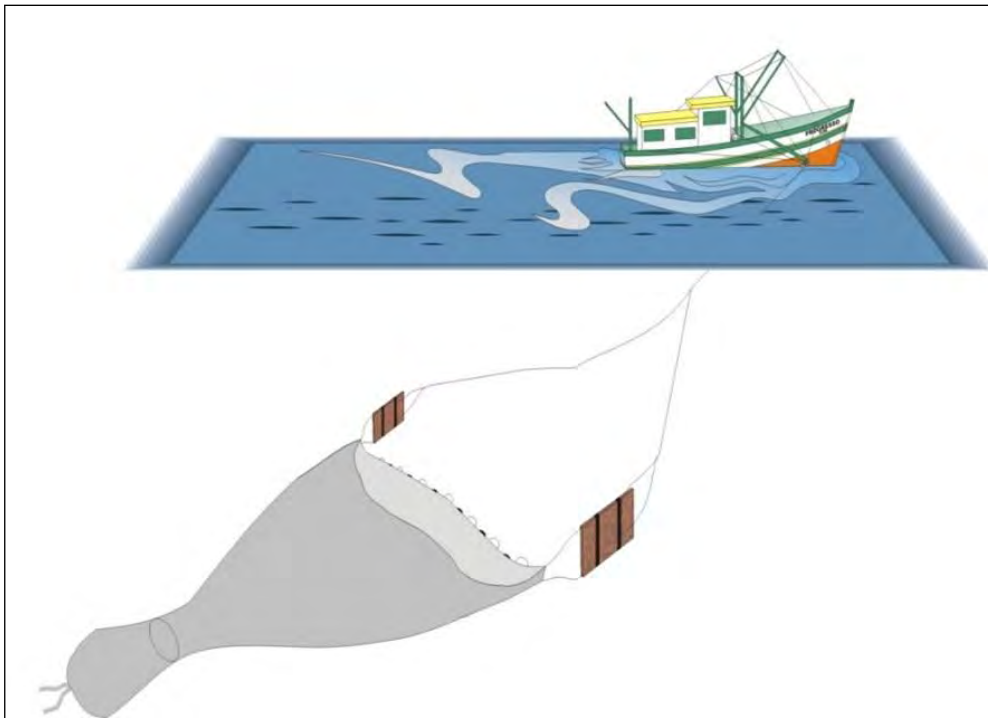
O camarão (sete-barbas) *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) é uma espécie capturada em grande escala no litoral brasileiro apresentando ampla importância econômica (Paiva-Filho & Schmiegelow, 1986). Esta e outras espécies alvo são capturadas com barcos equipados com rede de arrasto (Figura 1), sendo este método considerado predatório e desestabilizador das comunidades bentônicas (Ruffino & Castello, 1992; Branco & Fracasso, 2004). Além da espécie alvo, a pesca de arrasto recolhe uma grande parcela de fauna acompanhante (*bycatch*), de indivíduos pequenos ou sem valor comercial que é devolvida ao mar, o que pode acarretar um decréscimo dos estoques pesqueiros (Branco & Verani, 1998; Dumont & D'Incao, 2004).

Esses exemplares que são devolvidos mortos ou debilitados são denominados rejeito ou descarte (Lewison *et al.*, 2004). O rejeito da pesca do camarão apresenta uma fauna com elevada riqueza específica, composta principalmente por crustáceos, moluscos, peixes, equinodermos e cnidários. O montante de espécies capturadas pode ser até onze vezes maior do que o próprio alvo da pesca, implicando na rejeição de toneladas anuais de material biológico ao redor do mundo (Rothschild & Gulland, 1982).

O declínio na abundância de crustáceos prejudica as demais comunidades marinhas, pois estes animais viabilizam uma importante concentração de energia para os demais níveis tróficos, ao extraírem uma variedade de recursos alimentares (bactérias, protozoários, diatomáceas, fungos, meiofauna, e matéria orgânica), quando processam o sedimento (Bertness, 1999). Assim, atividades antrópicas que alteram as características do ambiente prejudicam a relação deste com a riqueza de espécies locais (Ricklefs & Miller, 1999).

A espécie alvo deste estudo, o caranguejo *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Figura 2) não apresenta interesse econômico, mas desempenha importante papel ecológico no ambiente marinho de substrato não consolidado, uma vez que na área estudada, é considerada espécie dominante (Bertini *et al.*, 2010).

Faz-se necessário, então, a realização de estudos de cunho biológico e ecológico com a fauna regional, para um melhor entendimento da estrutura, distribuição e reprodução desta população. Estes estudos são requisitos fundamentais para a análise de áreas sujeitas às perturbações ambientais e para o estabelecimento de programas de monitoramento costeiro (Morgado & Amaral, 1989). Apenas assim será possível preservar o equilíbrio da comunidade como um todo, tanto dos caranguejos marinhos quanto dos demais integrantes da cadeia trófica marinha.



**Figura 1.** Barco camaroneiro equipado com rede de arrasto.



**Figura 2.** *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785).

# REFERÊNCIAS

Ab'Saber, A.N. 1955. Contribuições a geomorfologia do litoral paulista. **Revista Brasileira de Geografia**, **17(1)**: 3-37.

Bertini, G.; A. Fransozo & Costa, R.C. 2001. Ecological distribution of three species of *Persephona* (Brachyura: Leucosiidae) in the Ubatuba region. São Paulo, Brazil. **Nauplius**. **9 (1)**: 31-42.

Bertini, G.; Fransozo, A.; Melo, G.A.S. 2004. Biodiversity of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from non-consolidated sublittoral bottom on the northern coast of São Paulo State, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, **13**: 2185-2207.

Bertini, G. Fransozo, A. & Negreiros-Fransozo, M. L. 2010. Brachyuran soft-bottom assemblage from marine shallow waters in the southeastern Brazilian littoral. **Marine Biodiversity**. **40**: 277-291.

Bertness, M.D. 1999. **The ecology of atlantic shorelines**. 1 st Ed., Sinauer Associates, Inc. Publishers Sunderland, 417.

Bowman, T.E.; Abele, L.G. 1982. Classification of the Recent Crustacea. In: BLISS, D.E. (Ed.) **The Biology of Crustacea**, Academic Press, 1-25.

Branco, J.O. & Verani, J.R. 1998. Estudo populacional do camarão-rosa *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante (Natantia, Penaeidae) na Lagoa da Conceição, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, **15 (2)**: 353-364.

Branco, J.O. & Fracasso, H.A.A. 2004. 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.

Brusca, R. & Brusca, G. 2007. **Invertebrados**. 2ª Ed., Sinauer Associates, Guanabara Koogan S.A., 968.

De Grave, S.; Pentcheff, N.D.; Ahyong, S.T.; Chan, T.-Y.; Crandall, K.A.; Dworschak, P.C.; Felder, D.L.; Feldmann, R.M.; Fransen, C.H.J.M.; Goulding,

L.Y.D.; Lemaitre, R.; Low, M.E.Y.; Martin, J.W.; Ng, P.K.L.; Schweitzer, C.E.; Tan, S.H.; Tshudy, D. & Wetzer, R. 2009. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. **Raffles Bulletin of Zoology** **21**: 1-109.

Dumont, L.F.C. & D'incao, F. 2004. Estágios de desenvolvimento gonadal de fêmeas do camarão barba-ruça (*Artemesia longinaris* – Decapoda, Penaeidae). **Iheringia, Série Zoologia** **94** (4): 389-393.

Ellingsen, K. E. 2001. Biodiversity of a continental shelf soft-sediment macrobenthos community. **Marine Ecology Progress Series**, 218: 1-15.

Lewison, R.L.; Crowder, L.B.; Read, A.J. & Freeman, S.A. 2004. Understanding impacts of fisheries bycatch on marine megafauna. **Trends in Ecology & Evolution** **19** (11): 598-604.

Mahiques, M. M. 1995. Sedimentary dynamics of the bays of Ubatuba, State of São Paulo. **Boletim do Instituto Oceanográfico**. **43**: 111-122.

Martin, J.W. & Davis, G.E. 2001. **An updated classification of the recent Crustacea**. Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series 39, 123.

Melo, G.A.S. 1996. Manual de Identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro. Plêiade/FAPESP, 604.

Melo, G.A.S. 1998. Malacostraca-Eucarida. Brachyura. Oxyrhyncha and Brachyrhyncha. In: YOUNG, P. S. (Ed.). **Catalogue of Crustacea of Brazil**. Museu Nacional (Série Livros nº6), 455-515.

Melo, G.A.S. 2003. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil. Loyola, 429.

Morgado, E.H. & Amaral, A.C.Z. 1989. Anelideos poliquetos da região de Ubatuba (SP) – padrões de distribuição geográfica. **Revista Brasileira de Zoologia** **6** (3): 535-568.

Ng, P.K.L.; Guinot, D. & Davie, P.J.F. 2008. Systema brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. **The Raffles Bulletin of Zoology** **17**: 1- 286.

Norse, E. A. 1993. Global marine biological diversity: a strategy for building conservation into decision making. **Island Press**, 383.

Paiva-Filho, A.M.; Schmiegelow, J.M.M. 1986. Estudo sobre a Ictiofauna acompanhante da pesca do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) nas

proximidades da Baía de Santos – SP. Aspectos quantitativos. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, **34**: 79-85.

Pohle, G. *et al.* 1999. Larval Decapoda (Brachyura). In: Boltovskoy, D. (Ed.). **South Atlantic Zooplankton**. Leiden: Brackhuys Publishers, 1281-1351.

Ricklefs, R.E. & Miller, G.L. 1999. **Ecology**. 4th Ed. W.H. Freeman and Company New York, 822.

Rothschild, B.J. & Gulland, J.A. 1982 Interim report of the workshop on the Scientific basis for the management of penaeid shrimp. NOAA, **Technical Memorandum, NMFS-SEFC. 98**, 1982.

Ruffino, M.L. & Castello, J.P. 1992. Alterações na Ictiofauna acompanhante da pesca do camarão-barba-ruça (*Artemesia longinaris*) nas imediações da Barra de Rio Grande, Rio Grande do Sul – Brasil. **Nerítica**, **7 (1-2)**: 43-55.

Ruppert, E.E.; Fox, R.S. & Barnes, R.D. 2005. **Zoologia dos Invertebrados**. 7<sup>a</sup> Ed. Roca, 1145.

Yodzis, P. Must top predators be culled for the sake of fisheries? **Trends in Ecology & Evolution** **2 (16)**, 78-84.

# CAPÍTULO I

## DISTRIBUIÇÃO E ESTRUTURA POPULACIONAL DO CARANGUEJO *Hepatus pudibundus* (CRUSTACEA, DECAPODA, AETHROIDEA) NO SUBLITORAL NÃO CONSOLIDADO DO SUDESTE DO BRASIL



## RESUMO

O caranguejo *Hepatus pudibundus* é uma espécie abundante, com importante papel na cadeia trófica marinha, pertencente à carcinofauna acompanhante da pesca de camarões na costa brasileira. Este estudo investigou a distribuição e a estrutura populacional frente aos fatores ambientais mensurados, a razão sexual e o recrutamento juvenil da espécie em três enseadas do litoral norte do Estado de São Paulo. Os caranguejos foram coletados mensalmente com um barco de pesca comercial equipado com redes do tipo “double rig”, no período de janeiro de 1998 a dezembro de 1999. Cada região foi separada em área protegida (transectos de 5, 7,5 e 10 m de profundidade) e área exposta (10, 15 e 20 m). Amostras de água e de sedimento foram coletadas para análise dos fatores ambientais. Um total de 8.674 indivíduos foi capturado, sendo 33,2% em Ubatumirim, 31,1% em Ubatuba e 35,7% em Mar Virado. No geral, os indivíduos de *H. pudibundus* foram encontrados em maior número na área exposta e nos meses correspondentes ao verão (janeiro, fevereiro e março). Em relação às classes de fatores ambientais analisados, não foi possível verificar uma discrepância na abundância conforme as classes. Do total de animais, 6.239 eram fêmeas (490 jovens, 5.031 adultas não ovígeras e 718 ovígeras) e 2.435 machos (343 jovens e 2.092 adultos). O tamanho médio da população foi de  $46,1 \pm 9,2$  mm de largura de carapaça em Ubatumirim,  $47,3 \pm 9,4$  em Ubatuba e  $46,1 \pm 8,4$  em Mar Virado, sendo os machos maiores do que as fêmeas. Em relação à proporção de machos e fêmeas, observou-se desvio no padrão de 1:1 em favor das fêmeas, em todas as áreas amostradas. Indivíduos jovens foram coletados nas três enseadas e durante os dois anos, em praticamente todos os meses, demonstrando que a espécie apresenta um recrutamento contínuo na região. Apesar de não ter sido constatada estatisticamente a normalidade, a distribuição de *H. pudibundus* pode ser considerada estável nas três enseadas, pois foi possível observar a presença de jovens e adultos de ambos os sexos na maioria dos meses e transectos amostrados.

**Palavras-chave:** Brachyura; Bycatch; Distribuição ecológica.

## INTRODUÇÃO

Os crustáceos braquiúros constituem um grupo de grande importância, tanto em biomassa, quanto em diversidade de espécies, que compõem a fauna acompanhante da pesca de camarões no estado de São Paulo, sendo muitas vezes a parcela mais volumosa que é rejeitada, ocasionando a mortalidade (Severino-Rodrigues *et al.*, 2002) e afetando assim, a dinâmica populacional desses organismos (Alverson *et al.*, 1994).

*Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) pertence à superfamília Aethroidea, juntamente com mais 6 gêneros viventes (Ng *et al.*, 2008). Dentre estes, apenas os gêneros *Hepatus* (*H. pudibundus*, *H. scaber* Holthuis, 1959 e *H. gronovii* Holthuis, 1959) e *Osachila* (*O. antillensis* Rathbun, 1916 e *O. tuberosa* Stimpson, 1871) ocorrem no litoral brasileiro (Melo, 1996). A espécie estudada não é comercializada, mas desempenha importante papel ecológico no ambiente marinho de substrato não consolidado, por ser um caranguejo braquiúro dominante da carcinofauna acompanhante na região de Ubatuba (Bertini *et al.*, 2010).

Os padrões distribucionais tornam-se de difícil compreensão devido à vasta extensão oceânica e à complexa interação dos fatores ambientais e bióticos (Shirley *et al.*, 1990). De acordo com Mantelatto *et al.* (1995a) e Braga *et al.* (2007), pesquisas em áreas restritas, como baías e enseadas, podem contribuir para o entendimento de tais interações.

Vários fatores ambientais estão associados às variações na abundância e na distribuição dos caranguejos, tanto no tempo quanto no espaço. Estes fatores podem determinar a ocupação de uma espécie em ambientes variados, ou então, restringi-la em áreas mais localizadas. O entendimento das causas destas variações é fundamental para que se conheça o padrão de distribuição da espécie (Mantelatto *et al.*, 1995a; Mantelatto & Fransozo, 1999).

O conhecimento sobre a estrutura de uma população permite entender como ocorrem estas interações entre os seus componentes, além de auxiliar a compreensão dos padrões de distribuição dos diferentes grupos demográficos. Essas informações são de grande importância na determinação da vulnerabilidade da população à fragmentação, que pode ser resultado de um distúrbio natural ou antrópico (Ricklefs & Miller, 1999).

Nos últimos vinte anos, estudos sobre a biologia e a ecologia de *H. pudibundus* foram realizados na região norte do Estado de São Paulo, por Mantelatto & Fransozo (1992, 1994), que analisaram a relação peso/largura da carapaça e o crescimento relativo, respectivamente; Reigada *et al.* (1994), avaliaram o tamanho dos quelípodos em relação ao sexo e maturidade; Mantelatto *et al.* (1995a,b), verificaram a distribuição e a estrutura populacional, e Reigada & Negreiros-Fransozo (1995, 1999, 2000), analisaram a fecundidade, a maturidade sexual e o ciclo reprodutivo, respectivamente. Apesar do número expressivo de estudos relacionados à *H. pudibundus*, estudos comparativos inexistem.

Assim, o presente estudo comparou três enseadas em relação ao padrão de distribuição ecológica em função de fatores ambientais, como temperatura e salinidade da água e granulometria e teor de matéria orgânica dissolvida no sedimento, e à estrutura populacional, razão sexual e recrutamento juvenil de *H. pudibundus*. Esses dados sobre o conhecimento da biologia da espécie nos locais estudados contribuirão para a sustentabilidade desse recurso abundante e importante na cadeia trófica da região.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Amostragem dos braquiúros e fatores ambientais

Os caranguejos foram coletados mensalmente de janeiro de 1998 a dezembro de 1999, nas enseadas de Ubatumirim, Ubatuba e Mar Virado, litoral norte do Estado de São Paulo. Cada enseada foi separada em duas áreas denominadas protegida (transectos de 5, 7,5 e 10 m de profundidade) e exposta (10, 15 e 20 m) em relação à ação de correntes e ondas, como indicado na figura 1.

Cada transecto foi amostrado no período da manhã utilizando-se um barco camaroneiro equipado com redes de arrasto do tipo “double rig”, que possuíam abertura de aproximadamente 4,5 m, cujas distâncias entre-nós na panagem e no saco da rede eram de 20 e 15 mm, respectivamente. A distância percorrida em cada transecto foi de aproximadamente 2 km (30 minutos de arrasto), abrangendo uma área de 18000 m<sup>2</sup>.

Um ecobatímetro acoplado ao GPS (*Global Positioning System*) foi utilizado para registrar a profundidade. Amostras de água de fundo e superfície foram coletadas mensalmente em cada transecto, utilizando uma garrafa de Nansen, a fim de verificar a temperatura e a salinidade. Os valores de temperatura foram mensurados em °C, com termômetro de coluna de mercúrio, e os valores de salinidade, utilizando refratômetro óptico específico. Amostras do sedimento foram coletadas por estação do ano com um pegador de fundo do tipo Van Veen (0,063 m<sup>2</sup>), para as análises da composição granulométrica e o teor de matéria orgânica.

Por *H. pudibundus* ser uma espécie bentônica, apenas as mensurações de temperatura de fundo foram utilizadas nas análises de distribuição e abundância. Porém, as mensurações de temperatura de superfície e de fundo foram empregadas para caracterizar a região de estudo.

### Procedimentos laboratoriais

Os indivíduos obtidos foram identificados segundo Melo (1996), determinados quanto ao sexo e medidos em relação à maior largura da carapaça (LC) com um paquímetro. Todos os caranguejos foram determinados quanto à fase de

desenvolvimento: jovens e adultos separados pelo formato e aderência do abdome aos esternitos torácicos (Taissoun, 1969) e agrupados em grupos demográficos (machos e fêmeas jovens, machos adultos, fêmeas adultas não ovíferas e fêmeas ovíferas).

Para análises da textura do sedimento de cada transecto, duas subamostras de 50 g cada foram secas em estufa a 70°C por 72 h. Posteriormente, 250 ml da solução de 0,2 N de hidróxido de sódio foram adicionados em cada subamostra e agitadas por 5 minutos para suspensão da fração silte + argila aderida às demais partículas do sedimento. Em seguida, estas subamostras foram lavadas em peneira de malha 0,063 mm. O restante do sedimento foi novamente seco em estufa a 60°C por 24 h e submetido ao peneiramento diferencial, seguindo a escala proposta por Wentworth (1992). Esta escala leva em consideração o diâmetro das partículas e é 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). Com isto, obteve-se a separação das partículas de diferentes tamanhos do sedimento em cada peneira, cujos conteúdos foram novamente pesados, estimando-se assim, a porcentagem média retida em cada uma.

Posteriormente, foram calculados os valores de phi, que é o logaritmo negativo na base 2 do diâmetro dos grãos (mm), com a transformação logarítmica:  $\phi = -\log_2 d$ , onde  $d$  = diâmetro do grão, obtendo deste 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. Estes valores foram calculados com base em dados extraídos graficamente de curvas acumulativas de distribuição de frequência das amostras do sedimento mediante a fórmula  $M = \phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}/3$  (Suguio, 1973).

Três classes granulométricas principais foram definidas segundo Magliocca & Kutner (1965): Classe A – corresponde a mais de 70% de areia média (AM), areia grossa (AG), areia muito grossa (AMG) e cascalho (C); Classe B – mais de 70% de areia fina (AF) e areia muito fina (AMF); Classe C – mais de 70% de silte+argila (S+A). Através destas 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; PCB = prevalência de C sobre B.

A porcentagem do teor de matéria orgânica presente no substrato foi obtida pelo peso livre das cinzas: três subamostras de 10 g de substrato de cada profundidade foram colocadas em cadinhos de porcelana e incineradas em mufla a 500°C, por um período de três horas.

### **Análise dos dados**

Análises não paramétricas foram utilizadas, pois os dados analisados não corresponderam quanto à normalidade (Teste de Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Teste de Levene).

Os valores da temperatura de fundo, de superfície e salinidade de fundo da água foram comparados entre as enseadas, transectos e as estações do ano: verão (janeiro, fevereiro e março); outono (abril, maio e junho); inverno (julho, agosto e setembro) e primavera (outubro, novembro e dezembro), através do teste de Kruskal-Wallis, e entre as áreas e os anos, por meio do teste Mann-Whitney.

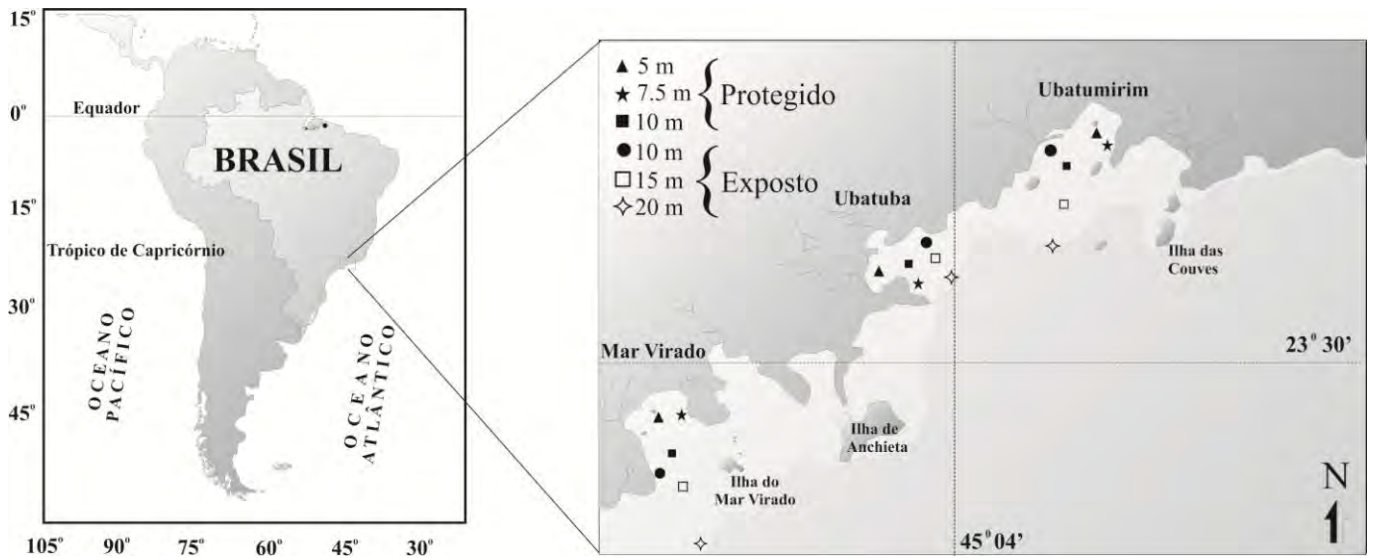
Comparou-se também, a abundância geral da espécie entre as enseadas, transectos e as estações do ano, utilizando a análise de Kruskal-Wallis e o teste *a posteriori* de Dunn's, identificando, assim, os níveis de tratamento que diferiram entre si. O teste de Mann-Whitney foi utilizado para avaliar a abundância total dos indivíduos em relação aos anos de cada enseada.

A associação das variáveis ambientais (profundidade, temperatura e salinidade de fundo, textura e teor de matéria orgânica do sedimento) com a abundância da espécie, por grupo demográfico, foi analisada separadamente para cada enseada, através da Análise de Correspondência Canônica (ACC).

O teste Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a normalidade da distribuição dos indivíduos nas regiões estudadas (Zar, 1999). Grupos modais para cada enseada foram determinados em distribuições de frequência utilizando o software de ajuste Peak-fit.

A comparação entre os tamanhos de machos e fêmeas para cada enseada foi realizada através do teste de Mann-Whitney e para testar se a proporção entre machos e fêmeas segue o padrão teórico de 1:1, utilizou-se o teste binomial (Wilson & Hard, 2002).

O nível de significância utilizado em todas as análises foi de  $\alpha= 0,05$  (Zar, 1999).



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

## RESULTADOS

### Variáveis Ambientais

Analisando-se as estações observou-se que, os valores mais elevados da temperatura de fundo e de superfície foram verificados no verão de 1998 e 1999 nas três enseadas, e os valores mais baixos durante a primavera. Estas estações também apresentaram a maior amplitude entre os valores mínimo e máximo da temperatura de fundo e de superfície. (Figura 2). Os menores valores da temperatura de fundo ocorreram geralmente nas maiores profundidades de Ubatumirim, Ubatuba e Mar Virado. Graficamente não foi possível observar uma discrepância entre os valores medianos da temperatura de superfície nos transectos amostrados (Figura 3). Foram registradas diferenças significativas para a temperatura de fundo entre as áreas, os transectos e as estações do ano de 1998 e 1999; e para a temperatura de superfície entre as estações de ambos os anos e entre as áreas (1998) (Tabela I).

Em relação à salinidade de fundo, as maiores variações nos valores medianos foram na primavera (1998 e 1999) em Ubatumirim, na primavera (1998) em Ubatuba e no inverno (1998 e 1999) em Mar Virado (Figura 2). As menores variações nos valores de salinidade foram encontradas no transecto de 10 e 15 m (1998) em Ubatumirim, 10 m (1998) em Ubatuba e Mar Virado (Figura 3). Diferenças significativas para a salinidade de fundo foram observadas entre as áreas, transectos e estações dos dois anos amostrados e entre as enseadas em 1999 (Tabela I).

Na figura 4, observa-se que a composição granulométrica do sedimento variou entre os transectos das enseadas amostradas, evidenciando um predomínio de areia fina e muito fina e silte + argila em toda região de estudo, exceto no transecto de 20 m da enseada de Ubatumirim (PA). Houve um aumento na porcentagem de silte+argila de Ubatumirim em direção ao Mar Virado (sentido norte-sul). Nesta última enseada, a fração granulométrica que prevaleceu em todos os transectos foi silte+argila. Em Ubatumirim e Ubatuba houve o predomínio de areia fina e muito fina associada ao silte+argila, exceto nos 20 m (PA) de Ubatumirim e nos 5 m (PC) e 7,5 m (PCA) de Ubatuba.

A enseada de Ubatuba apresentou as maiores porcentagens de matéria orgânica nas áreas exposta e protegida ( $5,9 \pm 3,3$ ), seguida do Mar Virado ( $4,5 \pm 3,3$ ) e Ubatumirim ( $3,6 \pm 3,3$ ). Em relação aos transectos, foi possível observar que nas profundidades de 20 m e 10 m foram registradas a menor (2,9%) e a maior (6,2%) média de conteúdo de matéria orgânica, respectivamente. Os maiores valores de phi foram encontrados na enseada do Mar Virado e, em relação aos transectos, a área protegida apresentou os valores mais altos.

### **Distribuição espaço-temporal e Estrutura populacional**

Durante o período de estudo foram realizados 432 arrastos. Destes, um total de 8.674 indivíduos de *H. pudibundus* foi coletado, sendo 2.885 (33,2%) em Ubatumirim, 2.695 (31,1%) em Ubatuba e 3.094 (35,7%) no Mar Virado. A abundância não diferiu entre as enseadas (Kruskal-Wallis,  $p=0,91$ ;  $H=0,18$ ) e entre os anos, já que em 1998 foram capturados 4.228 caranguejos e em 1999, 4.446 (Mann-Whitney,  $p=0,99$ ;  $T=46,77$ ).

Os indivíduos estiveram mais presentes na área exposta de ambos os anos amostrados, havendo diferença significativa apenas em Mar Virado (Mann-Whitney,  $p= 0,02$ ;  $T=4,66$ ). No geral, os transectos mais abundantes e diferentes significativamente dos demais foram os 10 m (área protegida), 15 m e 20 m (área exposta) (Dunn's,  $p<0,05$ ), totalizando 70,6% de todos os caranguejos capturados.

O grupo mais abundante em todos os transectos e enseadas amostradas foi o das fêmeas adultas não ovígeras. Os machos adultos foram observados em maior número na enseada do Mar Virado, no entanto, essa enseada apresentou a menor abundância de jovens. O maior número destes indivíduos foi verificado nos 7,5 m de profundidade em Ubatuba (Figura 5).

A abundância geral dos indivíduos diferiu entre as estações do ano (Kruskal-Wallis,  $p=0,02$ ;  $H=9,77$ ), sendo que os caranguejos foram capturados em todos os meses, principalmente os correspondentes ao verão, que foi significativamente diferente das demais estações (Dunn's,  $p<0,05$ ).

Em relação aos grupos demográficos foi possível observar que as fêmeas adultas não ovígeras e os machos adultos foram mais abundantes no outono (1998) e verão (1999) em Ubatumirim. Na enseada de Ubatuba e Mar Virado, o verão foi a

estação que apresentou o maior número de fêmeas adultas não ovíferas. Os jovens foram mais abundantes no verão (1999) em Ubatumirim e Mar Virado e no outono (1998) em Ubatuba (Figura 6).

Os caranguejos foram agrupados em 11 classes de tamanho com uma amplitude de 7 mm. O tamanho médio da população foi de  $46,1 \pm 9,2$  mm de largura de carapaça (LC) em Ubatumirim,  $47,3 \pm 9,4$  em Ubatuba e  $46,1 \pm 8,4$  em Mar Virado.

O número de indivíduos por categoria demográfica e enseadas, valores mínimos e máximos, média e desvio padrão da largura da carapaça (mm) estão representados na Tabela II. Os machos apresentaram-se maiores que as fêmeas em todas as enseadas amostradas, mas apenas no Mar Virado houve diferença significativa (Mann-Whitney;  $p < 0,001$ ;  $T = 1,75$ ). O menor e o maior indivíduos capturados apresentaram 5,4 (macho) e 81,4 mm LC (fêmea ovígera), respectivamente, ambos capturados em Ubatumirim.

Na figura 7 encontra-se a distribuição dos indivíduos em categorias demográficas por classes de tamanho, na qual é possível observar que as fêmeas adultas não ovíferas se concentraram nas classes que variaram de 40 a 54 mm de LC. Já os machos adultos estiveram presentes em maior número somente na classe de 61 a 68 mm e ocorreram até os 75 mm, fato não encontrado para as fêmeas adultas não ovíferas. As fêmeas ovíferas foram mais abundantes na classe de 47 a 54 mm.

A frequência total dos indivíduos não apresentou distribuição normal (Shapiro-Wilk,  $p < 0,001$ ) e o padrão obtido foi a bimodalidade para as enseadas de Ubatumirim e Ubatuba e unimodalidade para o Mar Virado.

Em relação à proporção de machos e fêmeas entre as áreas protegida e exposta, foi possível observar que o padrão de 1:1 não foi encontrado na maioria dos transectos das três enseadas estudadas, existindo a prevalência de fêmeas (Tabela III).

### **Abundância X Fatores ambientais**

Considerando a abundância geral dos indivíduos de *H. pudibundus*, observou-se que tais foram encontrados em todas as classes de fatores ambientais analisados (Figura 8), não sendo possível verificar uma discrepância na abundância conforme as classes. Os indivíduos foram ligeiramente mais abundantes em locais que a temperatura de fundo variou de 25 a 28°C, exceto em Ubatuba (16 a 19°C), e menos abundantes na

classe correspondente às maiores porcentagens de matéria orgânica. Em relação ao tipo de substrato, os indivíduos das três enseadas foram mais numerosos em locais com sedimento fino.

A ACC, usada para testar a associação entre os fatores ambientais e a abundância de *H. pudibundus*, foi efetuada para cada enseada. As duas primeiras variáveis canônicas, quando somadas, explicaram 98,4% da variância dos dados em Ubatumirim, 100% em Ubatuba e 98,3% em Mar Virado.

Em Ubatumirim, apenas a temperatura de fundo apresentou relação significativa ( $p=0,002$ ;  $F=7,99$ ) com a abundância dos grupos demográficos. Considerando o primeiro eixo, as fêmeas ovígeras (FO) e os jovens (JO) se associaram positivamente com a temperatura de fundo, e as fêmeas adultas não ovígeras (FANO) e os machos adultos (MA), negativamente com tal fator (Figura 9 A). Em Ubatuba, a temperatura de fundo ( $p=0,002$ ;  $F=6,02$ ), o phi ( $p=0,002$ ;  $F=17,66$ ) e a profundidade ( $p=0,008$ ;  $F=4,65$ ;) se correlacionaram com os indivíduos. No primeiro eixo, FO, MA e FANO se associaram positivamente com a profundidade e o phi; e considerando o segundo eixo, FO se relacionaram positivamente com a temperatura de fundo, e FANO e MA negativamente com tal fator (Figura 9 B). Em Mar Virado, nenhum fator ambiental apresentou relação significativa com a abundância dos indivíduos, porém observou-se uma tendência de relação positiva entre FO e temperatura de fundo e phi, relação negativa entre FO e profundidade, e relação positiva entre JO e matéria orgânica (Figura 9 C).

**Tabela I.** Resultados do teste de Kruskal-Wallis para os fatores ambientais em relação às enseadas, os transectos e as estações do ano e do teste de Mann-Whitney para as áreas (H e T: valores dos testes; gl: grau de liberdade. \*p<0,05).

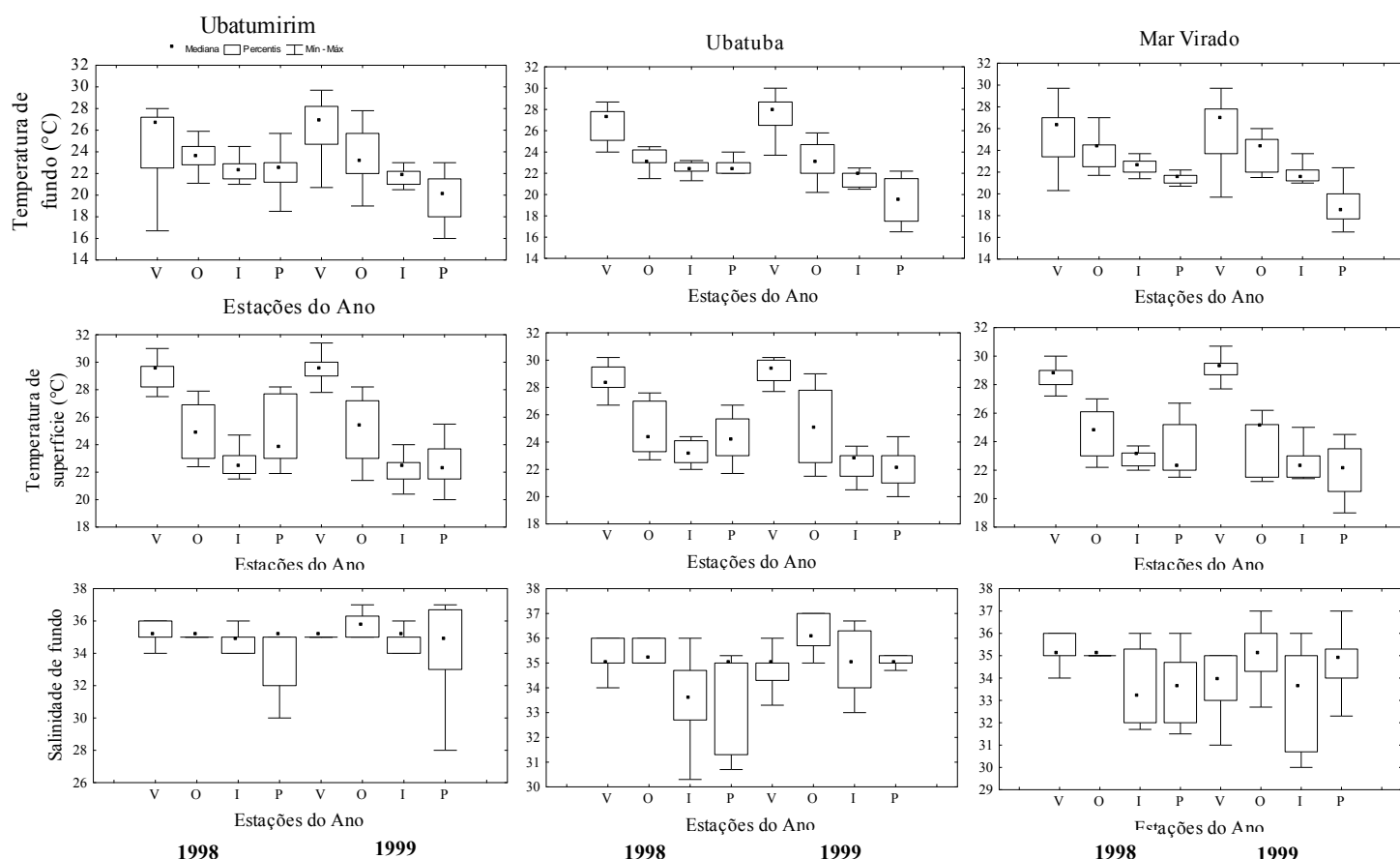
Fonte	Anos	Temperatura de fundo	Temperatura de superfície	Salinidade de fundo
		gl / valor do teste	gl / valor do teste	gl / valor do teste
Enseadas	1998	2 / H= 1,45	2 / H= 1,82	2 / H= 0,60
	1999	2 / H= 0,39	2 / H= 0,71	2 / H= 22,53*
Áreas	1998	1 / T= 13,59*	1 / T= 12,62*	1 / T= 10,72*
	1999	1 / T= 13,26*	1 / T=12,58	1 / T=10,20*
Transectos	1998	5 / H= 47,45*	5 / H= 6,55	5 / H= 8,86
	1999	5 / H= 24,25*	5 / H= 5,95	5 / H= 18,55*
Estações do Ano	1998	3 / H= 65,47*	3 / H= 133,55*	3 / H= 58,62*
	1999	3 / H= 135,42*	3 / H= 140,76*	3 / H= 36,23*

**Tabela II:** *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785). Número de indivíduos (N), valores mínimo e máximo, média e desvio padrão (DP) da largura da carapaça (mm), para cada grupo demográfico (MJ: machos jovens; MA: machos adultos; FJ: fêmeas jovens; FANO: fêmeas adultas não ovígeras e FO: fêmeas ovígeras), nas enseadas de Ubatumirim (UBM), Ubatuba (UBA) e Mar Virado (MV).

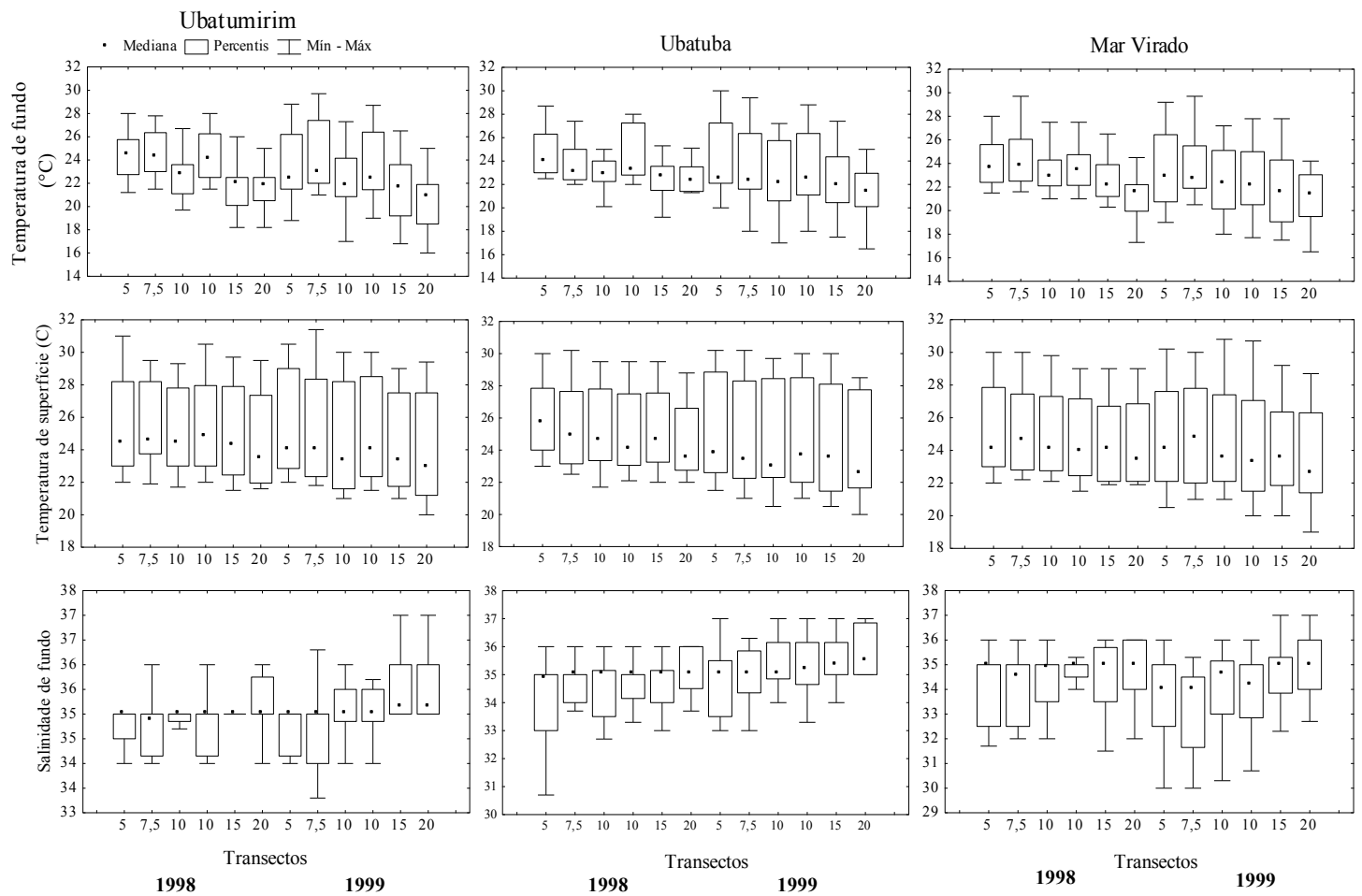
Enseadas	Categoria demográfica	N	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Média ± DP
UBM N= 2.885	MJ	145	5,4	39,4	28,9 ± 4,9
	MA	684	29,7	72	49,9 ± 8,9
	FJ	155	13,3	36,9	29 ± 3,7
	FANO	1635	28,8	66,2	47,2 ± 6,6
	FO	266	36,6	81,4	49,1 ± 6,3
UBA N= 2.695	MJ	130	7,0	40,6	28,9 ± 5,0
	MA	543	27,8	75,2	51,9 ± 9,1
	FJ	205	9,7	54,0	30,2 ± 5,4
	FANO	1599	32,0	66,0	48,9 ± 5,8
	FO	218	22,6	64,0	50,4 ± 5,8
MV N= 3.094	MJ	68	19,3	37,8	29,2 ± 4,1
	MA	865	28,5	72,6	50,7 ± 8,5
	FJ	130	16,5	38,0	29,5 ± 3,9
	FANO	1797	28,4	65,6	45,4 ± 6,3
	FO	234	33,1	63,6	48,1 ± 6,2

**Tabela III:** *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785). Proporção sexual e resultado do teste binomial nas áreas protegida e exposta de Ubatumirim, Ubatuba e Mar Virado.

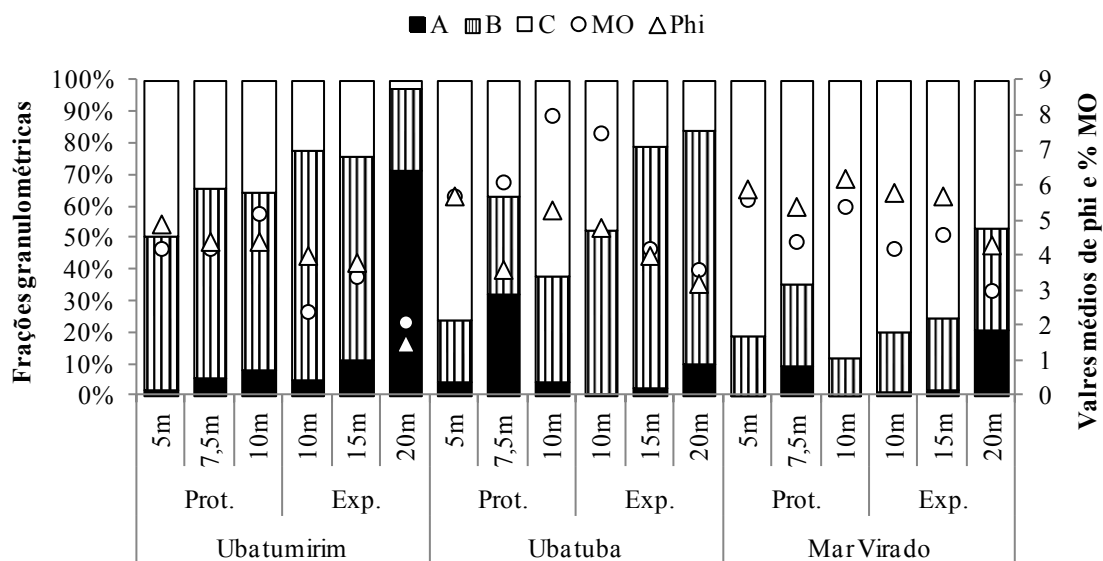
Área	Transecto	Ubatumirim		Ubatuba		Mar Virado	
		Razão Sexual (M:F)	P	Razão Sexual (M:F)	P	Razão Sexual (M:F)	P
Protegida	5m	1,0:5,1	0,00	1,0:3,2	0,00	1,0:1,9	0,00
	7,5m	1,0:1,9	0,00	1,0:2,0	0,00	1,0:2,0	0,00
	10m	1,0:1,6	0,00	1,0:2,2	0,00	1,0:2,4	0,00
Exposta	10m	1,0:3,3	0,00	1,0:2,1	0,00	1,0:1,3	0,09
	15m	1,0:2,7	0,00	1,0:3,7	0,00	1,0:2,4	0,00
	20m	1,0:4,8	0,00	1,0:3,9	0,00	1,0:2,9	0,00



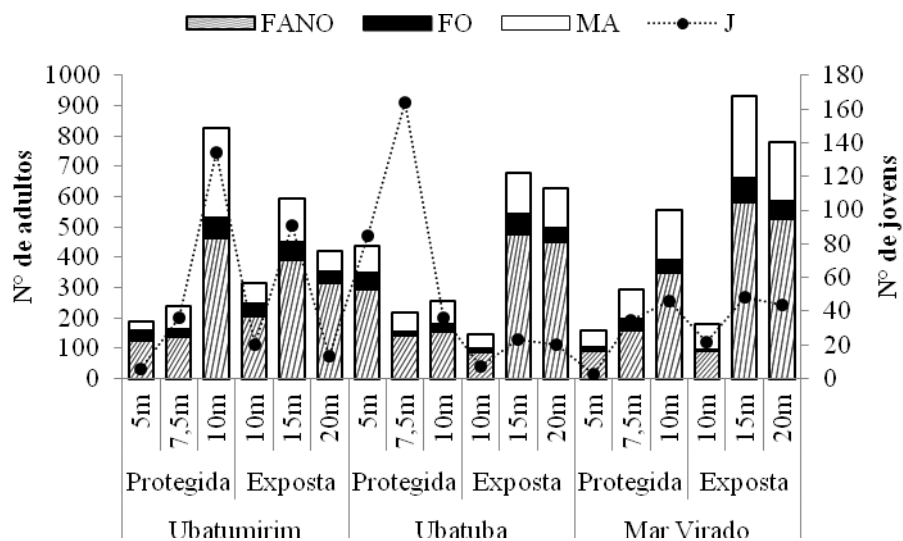
**Figura 2.** Variações dos valores medianos, percentis, mínimo e máximo da temperatura de fundo, superfície e salinidade de fundo da água, por estação do ano nas enseadas de Ubatumirim, Ubatuba e Mar Virado.



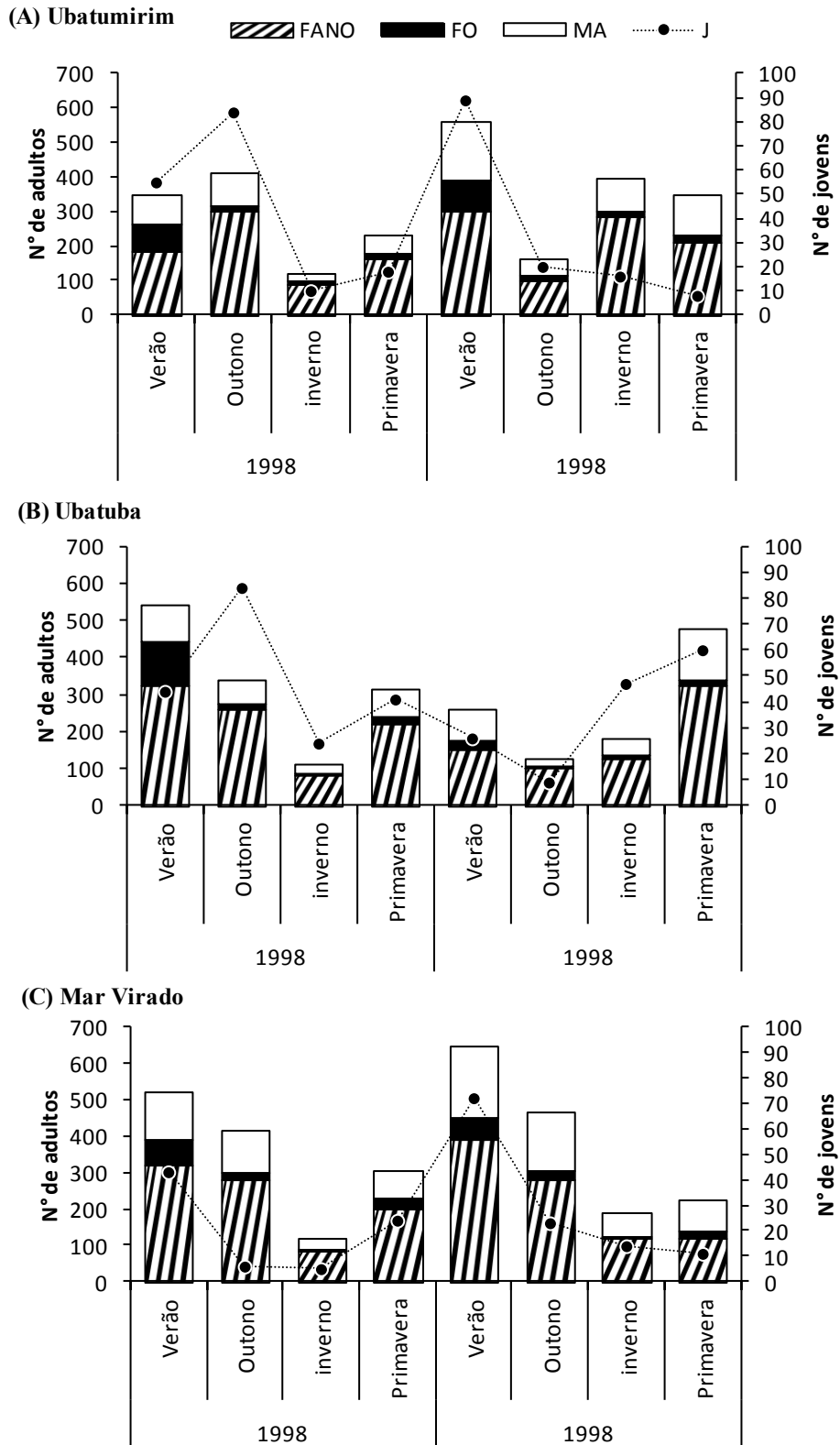
**Figura 3.** Variações dos valores medianos, percentis, mínimo e máximo da temperatura de fundo, superfície e salinidade de fundo da água, por transecto das enseadas de Ubatumirim, Ubatuba e Mar Virado.



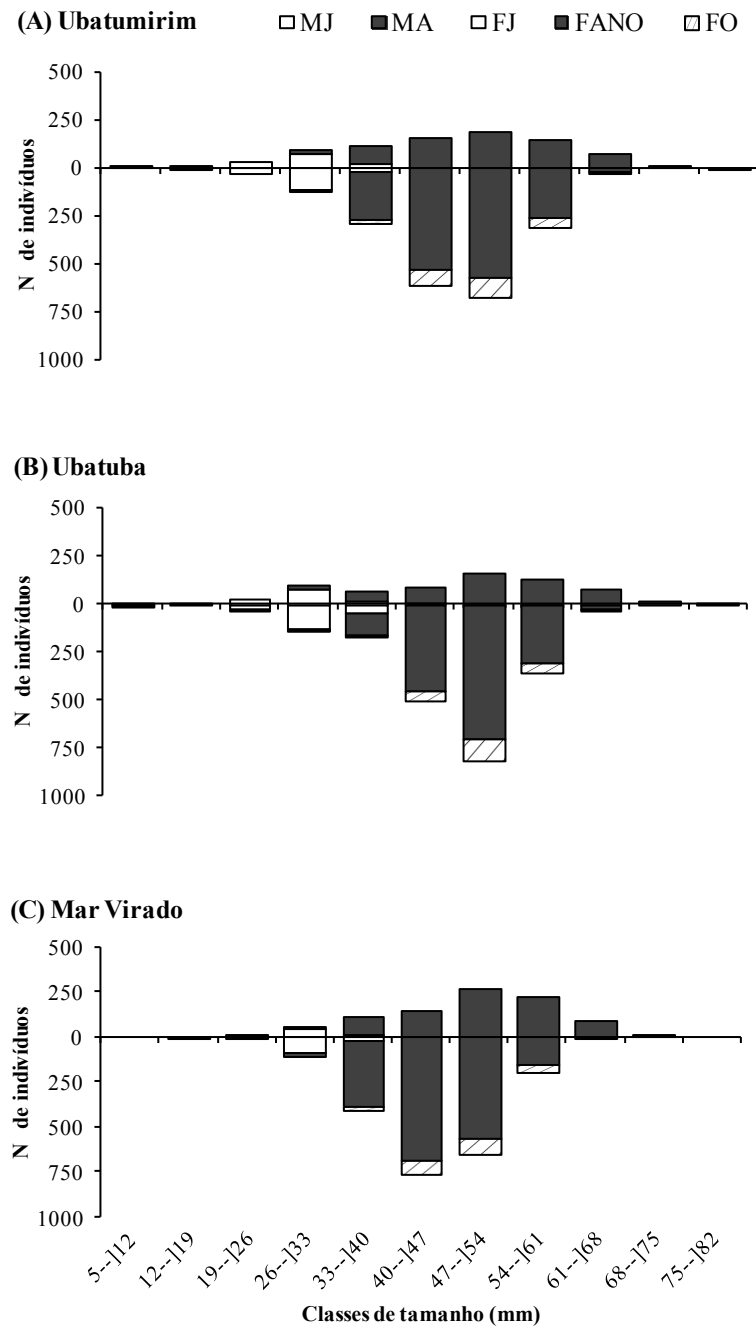
**Figura 4.** Porcentagem das frações granulométricas, valores médios de phi e porcentagem de matéria orgânica (%MO), em cada transecto das áreas protegida (Prot.) e exposta (Exp.), nas enseadas de Ubatumirim, Ubatuba e Mar Virado. Classe A: areia média, areia grossa, areia muito grossa e cascalho; Classe B: areia fina e areia muito fina; Classe C: silte+argila.



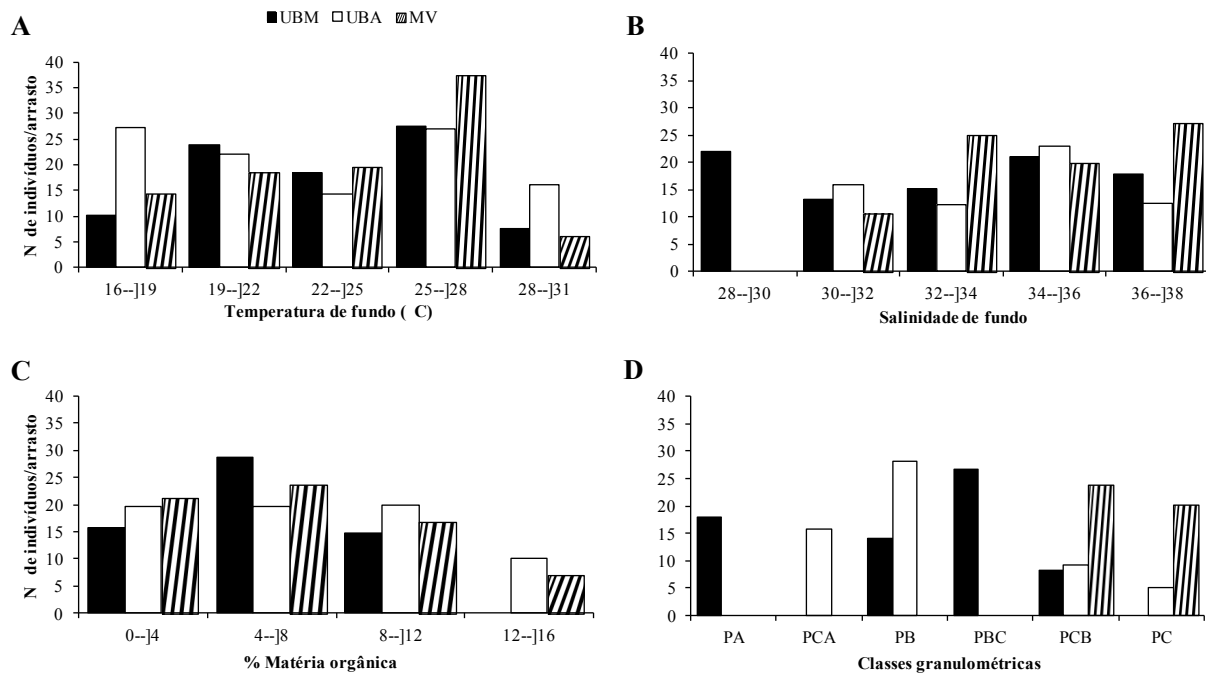
**Figura 5:** *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785). Número de fêmeas adultas não ovíferas (FANO), fêmeas ovíferas (FO), machos adultos (MA) e jovens (J) obtidos por transecto das áreas protegida e exposta, nas enseadas de Ubatumirim, Ubatuba e Mar Virado.



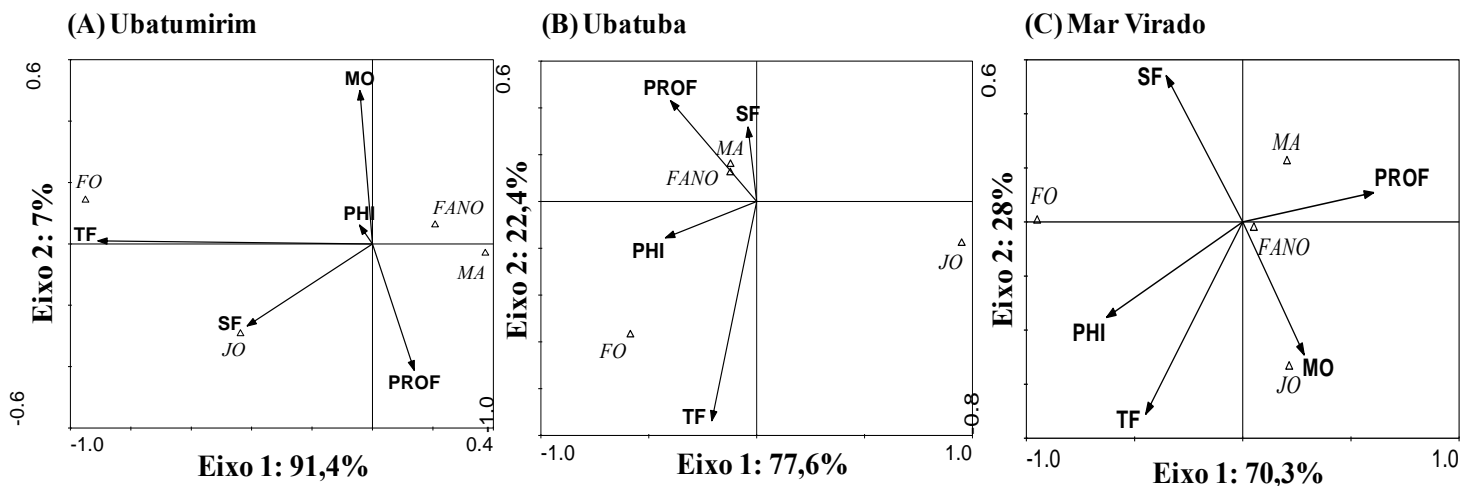
**Figura 6.** *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785). Número de fêmeas adultas não ovígeras (FANO), fêmeas ovígeras (FO), machos adultos (MA) e jovens (J) obtidos por mês nas enseadas de Ubatumirim, Ubatuba e Mar Virado.



**Figura 7:** *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785). Distribuição de machos ( ) e fêmeas ( ) em classes de tamanho (mm) nas enseadas de Ubatumirim (A), Ubatuba (B) e Mar Virado (C). (MJ: machos jovens; MA: machos adultos; FJ: fêmeas jovens; FANO: fêmeas adultas não ovígeras e FO: fêmeas ovígeras).



**Figura 8.** *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785). Número de indivíduos por arrasto em cada classe de fator abiótico, nas enseadas de Ubatumirim (UBM), Ubatuba (UBA) e Mar Virado (MV). Classes granulométricas: A = areia média, areia grossa, areia muito grossa e cascalho; B = areia fina e areia muito fina e C = silte + argila. Ver detalhes no Material & Métodos.



**Figura 9.** *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785). Análise de correspondência canônica: correlação entre a abundância dos machos jovens (MJ), fêmeas jovens (FJ), fêmeas adultas não ovígeras (FANO), fêmeas ovígeras (FO) e machos adultos (MA) e os fatores ambientais (TF: temperatura de fundo, SF: salinidade de fundo; MO: matéria orgânica; Prof: profundidade e PHI: sedimento).

## DISCUSSÃO

Segundo Townsend *et al.* (2006), as condições ambientais limitam o comportamento e a distribuição dos organismos, além de atuarem, primeiramente, na regulação das taxas dos processos fisiológicos e de serem estímulos importantes para o crescimento e o desenvolvimento dos mesmos.

O conhecimento sobre a hidrologia e circulação das massas de água torna-se indispensável para um melhor entendimento da variação temporal da abundância de diversas espécies de braquiúros.

De acordo com Melo (1990), o litoral do Estado de São Paulo pertence a uma região de transição hidrológica e faunística. Na região de Ubatuba ocorre a influência de três tipos de massas de água ao longo do ano: a ACAS (Água Central do Atlântico Sul) com baixa temperatura e salinidade ( $T < 18^{\circ}\text{C}$ ,  $S < 36\text{‰}$ ), a AT (Água Tropical) com altas temperatura e salinidade ( $T > 20^{\circ}\text{C}$ ,  $S > 36\text{‰}$ ), e a AC (Água Costeira) com alta temperatura associada à baixa salinidade ( $T > 20^{\circ}\text{C}$ ,  $S < 36\text{‰}$ ) (Castro-Filho *et al.*, 1987).

As variações nos valores de temperatura e salinidade de fundo observadas neste estudo podem estar relacionadas com o hidrodinamismo das massas de água atuante na região de Ubatuba. A ACAS, durante determinadas épocas do ano, dependendo da intensidade e da influência das correntes e dos ventos (Castro-Filho *et al.*, 1987), pode influenciar as regiões costeiras promovendo modificações horizontais, verticais e um processo sazonal de mistura entre as diferentes massas de água (Odebrecht & Castello, 2001).

A ACAS entre outros fatores, é responsável pela principal fonte transportadora de nutrientes na região de estudo, tendo uma razão de N:P (nitrogênio e fósforo) aproximada de 16:1 a favor da produtividade primária (Odebrecht & Castello, 2001). A maior abundância dos indivíduos de forma geral no período do verão é possivelmente explicada pela maior disponibilidade de alimento, proporcionando condições favoráveis para o estabelecimento dos adultos e das larvas da espécie em estudo. Esta estação também apresentou uma maior variação da temperatura de fundo, indicando que *H. pudibundus* tolera todos os valores de temperatura amostrados na região estudada. Uma maior abundância nos meses que correspondem ao verão

também foi verificada para outras espécies, como *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) e *Callinectes danae* Smith, 1869, estudados por Santos *et al.* (1994) e Chacur *et al.* (2000), respectivamente.

Neste estudo, as fêmeas ovígeras encontradas durante todo o período amostrado nas enseadas de Ubatumirim, Ubatuba e Mar Virado apresentaram correlação positiva com a temperatura de fundo da água. Segundo Bauer (1992), altos valores de temperaturas durante o ano, são as causas da reprodução contínua em uma variedade de populações de invertebrados marinhos.

Com relação à salinidade, a amplitude amostrada (28 a 38) não foi suficiente para determinar a distribuição da espécie. Os caranguejos estiveram presentes em menor número na classe de 30 a 32, fato que corrobora com o encontrado para *H. pudibundus* na enseada da Fortaleza, no qual Mantelatto *et al.* (1995a), registraram o menor número de indivíduos no transecto de menor salinidade.

A região de Ubatuba caracteriza-se pela presença marcante da Serra do Mar e planícies costeiras bastante restritas, conferindo ao litoral um contorno recortado, o que possibilita a formação de inúmeras enseadas (Ab'Saber, 1955). Estas, por sua configuração, apresentam características de semiconfinamento, sugerindo que os processos de troca de água e de material sedimentar entre a região costeira e a plataforma adjacente sejam bastante restritos (Mahiques, 1995). Tais aspectos contribuem para a formação de ambientes propícios ao estabelecimento e desenvolvimento de uma variedade de organismos (Negreiros-Franozo *et al.*, 1991).

Particularmente para as espécies bentônicas, vários estudos têm considerado a textura do sedimento e o seu conteúdo orgânico como os principais fatores determinantes da distribuição (Ishikawa, 1989; Franozo *et al.*, 1992 e Costa *et al.*, 2005). Tais evidências são condizentes pelo fato de que o tamanho dos grãos do sedimento deve atuar nessa fauna direta ou indiretamente, mantendo determinadas condições químicas de fundo e na água imediatamente adjacente, proporcionando a permanência destes organismos bentônicos (Magliocca & Kutner, 1965).

O substrato das enseadas de Ubatumirim, Ubatuba e Mar Virado é caracterizado, principalmente, pelo predomínio de areia fina e muito fina e silte+argila. Tais características resultam do baixo hidrodinamismo dentro das enseadas, o qual leva à deposição de sedimentos mais finos nestas áreas (Mahiques *et al.*, 1998).

A maior abundância dos indivíduos na enseada do Mar Virado pode estar relacionada com a preferência da espécie pela granulometria fina do sedimento e, provavelmente, com a localização geográfica desta enseada. De acordo com Pires (1992), devido à presença do canal e da Ilha de São Sebastião, assim como outras ilhas, a região sul do interior da plataforma é mais protegida, porém, é fortemente influenciada pelo continente. Desse modo, o aporte de fragmentos de plantas oriundos da vegetação continental na enseada do Mar Virado contribui para a maior ocorrência da espécie nesta região.

A seleção por sedimento mais fino também foi observada para outras espécies estudadas, como por exemplo, *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818); *Callinectes danae* Smith, 1869 e *Libinia spinosa* H. Milne Edwards 1834, averiguadas no litoral norte do estado de São Paulo por Pinheiro *et al.* (1996), Chacur & Negreiros-Fransozo (2001) e Braga *et al.* (2007), respectivamente. Um estudo realizado por Bertini & Fransozo (2004), sobre distribuição batimétrica de caranguejos braquiúros, aponta a escassez de *H. pudibundus* em locais caracterizados por apresentarem sedimentos grossos, dificultando assim, o hábito dessa espécie em se enterrar no substrato.

A matéria orgânica depositada no sedimento é acumulada entre as partículas, constituindo-se fonte de alimento para os organismos bentônicos ou então, servindo de alimento para faunas complementares (infauna e meio-fauna), as quais serão utilizadas pelos decápodos predadores (Sanders, 1960; Amaral, 1980). Mantelatto *et al.* (1995a), ao estudarem a distribuição de *H. pudibundus* na enseada da Fortaleza, verificaram que os indivíduos selecionaram transectos que apresentaram maiores porcentagens de matéria orgânica. Nesse estudo, entretanto, não foi possível constatar correlação positiva entre o número de indivíduos em geral e este fator, não sendo os valores amostrados (0 a 16%) fortemente determinantes na distribuição deste caranguejo nas enseadas estudadas.

Em relação à estrutura populacional, apesar de não ter sido verificada normalidade, a distribuição de *H. pudibundus* pode ser considerada estável nas três enseadas, durante os anos de 1998 e 1999, pois foi possível observar a presença de adultos de ambos os sexos e indivíduos jovens na maioria dos meses e transectos amostrados.

Distribuição unimodal, que foi verificada em Mar Virado, é comum para as espécies de decápodos tropicais (Goodbody, 1965; Warner, 1967; Ansell *et al.*, 1972; Ahmed & Mustaqim, 1974; Gibbs, 1974; Ahmed, 1976; Hails & Yaziz, 1982, entre outros). Segundo Diaz & Conde (1989), a unimodalidade geralmente reflete um recrutamento contínuo e com taxas constantes de mortalidade. Já a bimodalidade, ou polimodalidade, reflete pulsos de recrutamento, mortalidade diferencial e comportamento diferencial. No entanto, a presença de bimodalidade nas enseadas de Ubatumirim e Ubatuba, aparentemente não influencia o recrutamento de jovens da espécie, visto que estes não possuem distribuição em apenas uma época dos dois anos amostrados, mas sim na maioria dos meses.

Para as espécies que possuem reprodução contínua, como é o caso de *H. pudibundus* (Reigada & Negreiros-Fransozo, 2000), pode-se dizer que o recrutamento juvenil também é contínuo. De acordo com Sastry (1983), a época reprodutiva ocorre quando as condições ambientais estão favoráveis, tanto para os adultos quanto para as larvas, pois estas, ao eclodirem, necessitam de alimento adequado junto ao plâncton.

Os machos apresentaram-se maiores que as fêmeas na região estudada, assim como o encontrado por Mantelatto *et al.* (1995b) e Klôh & Di Benedetto (2010), para a mesma espécie, na enseada da Fortaleza (SP) e norte do Estado do Rio de Janeiro, respectivamente. Esse fato ocorre, provavelmente, porque os machos direcionam seu gasto energético para o crescimento somático, defesa de território e proteção das fêmeas (Mantelatto & Fransozo, 1996). Ao contrário, estas investem na reprodução a partir do início da fase adulta, como é normalmente encontrado em braquiúros (Hartnoll, 1985) e evidenciado nos resultados desse trabalho que aponta uma maior abundância de fêmeas adultas nas classes de tamanho intermediárias.

A proporção sexual de *H. pudibundus* foi a favor das fêmeas em todas as enseadas amostradas. Investigações sobre a população dessa espécie ao longo do litoral brasileiro, também demonstram o predomínio das fêmeas em relação aos machos, como verificado por Mantelatto *et al.* (1995b) na enseada da Fortaleza (SP), Fracasso & Branco (2005) na Armação do Itapocoroy (RJ) e Keunecke *et al.* (2007), da Ponta da Joatinga – RJ até a Ilha de São Sebastião - SP. Para algumas espécies de caranguejos, dificilmente foram encontradas populações em que a proporção entre machos e fêmeas seja 1:1 (Wenner, 1972). Após o nascimento, uma série de fatores

pode afetar esta relação, prevalecendo a ocorrência de um dos sexos (Leigh, 1970). Segundo Pile *et al.* (1996), as populações naturais estão sujeitas a flutuações que são diminuições ou aumento das mesmas, decorrentes dos fatores mortalidade, reprodução ou migrações.

Considerando-se os resultados deste estudo, é possível afirmar que o padrão de distribuição e estrutura populacional de *H. pudibundus* foi semelhante nas três enseadas do litoral norte do Estado de São Paulo e que somente pequenas variações nos fatores ambientais analisados não são decisivas para alterar a distribuição da espécie. Além das características físico-químicas do ambiente, outros fatores como a história geológica do local e as relações inter e intraespecíficas, podem atuar diretamente na composição e distribuição dos organismos bentônicos (Fransozo *et al.*, 1992).

Portanto, estudos experimentais que testem diversos fatores (substrato, temperatura, salinidade, e disponibilidade de alimento) sobre os diferentes grupos demográficos da espécie, poderiam esclarecer lacunas persistentes devido às complexas interações entre a espécie e o seu habitat.

## REFERÊNCIAS

- Ab'Saber, A.N. 1955. Contribuições a geomorfologia do litoral paulista. **Revista Brasileira de Geografia**, **17** (1): 3-37.
- Ahmed, M & Mustaquim, J. 1974. Population structure of four species of porcellanid crabs (Decapoda: Anomura) occurring on the coast of Karachi. **Marine Biology**, **26**: 173-182.
- Ahmed, M. 1976. A study of the normal and aberrant sexual types of the Venezuelan fiddler *Uca cumulanta* and *Uca rapax*. **Bulletin of Marine Science**. **26**: 499-505.
- Alverson, D.L., Freeberg, M.H., Pope, J.G. & Murawisk, S.A., 1994. A global assessment of fisheries bycatch and discards. **FAO Fisheries Technical Paper**, 339, 233.
- Amaral, A. C. Z. 1980. Anelídeos poliquetos do infralitoral em duas enseadas da região de Ubatuba. 1. Características abióticas das enseadas. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, **29** (1): 19-40.
- Ansell, A.D.; Silvadas, P.; Narayanan, B & Trevallion, A. 1972. The ecology of two beaches in south West India. Notes on *Emerita holthuisi*. **Marine Biology** **17**: 311-317.
- Bauer, R.T. 1992. Testing generalizations about latitudinal variation in reproduction and recruitment patterns with sicyoniid and caridean shrimp species. **Invertebrate Reproduction and Development**, **22** (1-3): 193-202.
- Bertini, G. & Fransozo, A. 2004. Biodiversity of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from non-consolidated sublittoral bottom on the northern coast of São Paulo State, Brazil. **Biodiversity and Conservation** **13**: 2185-2207.
- Bertini, G. Fransozo, A. & Negreiros-Fransozo, M. L. 2010. Brachyuran soft-bottom assemblage from marine shallow waters in the southeastern Brazilian littoral. **Marine Biodiversity**. **40**: 277-291.

Braga, A.A.; Fransozo, A.; Bertini, G. & Fumis, P.B. 2007. Bathymetric distribution and recruitment of the spider crab *Libinia spinosa* H. Milne Edwards 1834 in the Ubatuba and Caraguatatuba regions, northern coast of São Paulo, Brazil (Crustacea, Brachyura, Majoidea, Pisidae). **Senckenbergiana biologica**, **87** (1): 7-16.

Castro-Filho, B.M.; Miranda, L.B. & Myao, S.Y. 1987. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, **35** (2): 135-151.

Chacur, M.M.; Mansur, C.B. & Negreiros-Fransozo, M.L. 2000. Distributional patterns, seasonal abundance and moult cycle of *Callinectes danae* Smith, 1869 in the Ubatuba region, Brazil. **Nauplius**, **8** (2): 215-226.

Chacur, M. M. & Negreiros-Fransozo, M. L. 2001. Spatial and seasonal distribution of *Callinectes danae* (Decapoda, Portunidae) in Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, **21** (2): 414-425.

Costa, R.C.; Fransozo, A.; Castilho, A.L. & Freire, F.A.M. 2005. Annual, seasonal and spatial variation of abundance the shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeoidea) in south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, **85**: 107-112.

Díaz, H. & Conde, J.E. 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.

Fracasso, H.A.A. & Branco, J.O. 2005. Estrutura populacional do siri-baú, *Hepatus pudibundus* (Herbst 1785) no Norte do Estado do Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, **22** (2): 342-348.

Fransozo, A.; Negreiros-Fransozo, M.L.; Mantelatto, F.L.M.; Pinheiro, M.A.A. & Santos, S. 1992. Composição e distribuição dos Brachyura (Crustacea, Decapoda) do sublitoral não consolidado na Enseada da Fortaleza, Ubatuba (SP). **Revista Brasileira de Biologia**, **52** (4): 667-675.

Gibbs, P.E. 1974. Notes on *Uca burgesi* Holthuis (Decapoda, Ocypodidae) from Barbuda, Leewards Islands. **Crustaceana**, **27**: 84-91.

Goodbody, I. 1965. Continuous breeding in populations of the tropical crustaceans, *Mysidum columbiae* (Zimmer) and *Emerita portoricencis* Schmitt. **Ecology**, **46**: 195-197.

Hails, A.J. & Yaziz, S. 1982. Abundance, breeding and growth the ocypodid crab *Drotilla myctiroides* (Milne Edwards) on a West Malasyan beach. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. **15**: 229-239.

Hartnoll, R. G. 1985. Growth, sexual maturity and reproductive output, In: A. M. Wenner (Org.). **Crustacean Issues 3: factors in adult growth**, AA. Balkema, 101- 128.

Ishikawa, K., 1989. Relationship between bottom characteristics and benthic organisms in the shallow water of Oppa Bay, Miyagi. **Marine Biology**, **102**: 265-273.

Keunecke, K.J.A.; D'incão, F. & Fonseca, D.B. 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.

Klôh, A.S. & Di Benedetto, A.P.M. 2010. Estrutura populacional do siri-baú, *Hepatus pudibundus* (Herbst 1785) no Norte do Estado do Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, **10** (3): 463-467.

Leigh, E. G. 1970. Sex-ratio and different mortality between the sexes. **The American Naturalist**, **104**: 205–210.

Magliocca, A. & Kutner, A.S. 1965. Sedimentos de fundo da Enseada do Flamengo, Ubatuba, SP. **Contribuições do Instituto Oceanográfico**, **198**: 1-15.

Mahiques, M.M. 1995. Dinâmica sedimentar atual nas enseadas da região de Ubatuba, Estado de São Paulo. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, **43** (2): 111-122.

Mahiques, M.M; Tessler, M.G. & Furtado, V.V. 1998. Characterization of energy gradient in enclosed bays of Ubatuba region, South-eastern Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, **47**: 431-446.

Mantelatto, F.L.M. & Fransozo, A. 1992. Relação peso/largura da carapaça no caranguejo *Hepatus pudibundus* (Herbst,1785) (Crustacea, Decapoda, Calappidae) na região de Ubatuba, SP, Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, **35** (4): 719-724.

Mantelatto, F L.M. & Fransozo, A. 1994. Crescimento relativo e dimorfismo sexual de *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Decapoda, Brachyura) no litoral paulista. **Papéis Avulsos de Zoologia** **39**, (4): 33-48.

Mantelatto, F.L.M.; Fransozo, A. & Negreiros-Fransozo, M.L. 1995a. Distribuição do caranguejo *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea, Decapoda, Brachyura) na Enseada de Fortaleza, Ubatuba (SP), Brasil. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, **43** (1): 51-61.

Mantelatto, F.L.M.; Fransozo, A.; & Negreiros-Fransozo, M.L.1995b. Population structure of *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Decapoda, Brachyura, Calappidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba (SP), Brazil. **Revista de Biología Tropical**, **43**, (1): 259-264.

Mantelatto, F. L. M. & Fransozo, A. 1996. Size at sexual maturity in *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba region (SP), Brazil. **Nauplius**, **4**: 29-38.

Mantelatto, F.L.M. & 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.

Melo, G.A.S. 1990. A presença, no litoral sudeste brasileiro, de espécies de Brachyura (Crustacea: Decapoda) originárias das regiões biogeográficas Magelânica e Argentina do Atlântico Sul. **Atlântica**, **12**: 71-83.

Melo, G.A.S. 1996 **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro**. Plêiade/FAPESP.

Negreiros-Fransozo, M.L.; Fransozo, A.; Pinheiro, M.A.A.; Mantelatto, F.L.M. & Santos, S. 1991. Caracterização física e química da Enseada da Fortaleza, Ubatuba, SP. **Revista Brasileira de Geociências**, **21(2)**: 114-120.

Ng, P.K.L.; Guinot, D. & Davie, P.J.F. 2008. Systema brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. **The Raffles Bulletin of Zoology** **17**: 1- 286.

Odebretch, C. & Castello, J.P. 2001. The Convergence Ecosystem in the Southwest Atlantic. In: Seeliger, U & B Kerjve (ed). **Coastal Marine Ecosystems of Latin America**, Springer: 147-165.

Pile, A. J., Lipcius, R. N., Van Montfrans, J., Orth, R. J. 1996. Density-dependent settler-recruit-juvenile relationship in blue crabs. **Ecological Monographs**, **66 (3)**: 277-300.

Pinheiro, M.A.A.; Fransozo, A. & Negreiros-Fransozo, M.L. 1996. Distribution patterns of *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba (SP), Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, **56 (4)**: 705-716.

Pires, A.M.S. 1992. Structure and dynamics of benthic megafauna on the continental shelf offshore of Ubatuba, southeastern Brazil. **Marine Ecology Progress Series** **86**: 63-76.

Reigada, A.L.D., Negreiros-Fransozo, M.L. & Mantelatto, F.L.M. 1994. Avaliação do tamanho dos quelípodos de *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea, Decapoda, Calappidae), em relação ao sexo e à maturação. **Arquivos de Biologia e Tecnologia** **37 (4)**: 792-807.

Reigada, A.L.D. & Negreiros-Fransozo, M.L. 1995. Fecundidade do caranguejo *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea, Decapoda, Calapidae) em Ubatuba (SP), Brasil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, **38 (2)**: 661-668.

Reigada, A.L.D. & Negreiros-Fransozo, M.L. 1999. Maturidade sexual em *Hepatus pudibundus* (Decapoda, Brachyura, Calappidae). **Iheringia Série Zoologia**, **86**: 159–164.

Reigada, A.L.D. & Negreiros-Fransozo, M.L. 2000. Reproductive cycle of the *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea, Decapoda, Calapidae) in Ubatuba, SP, Brazi. **Revista Brasileira de Biologia**, **60** (3): 483-491.

Ricklefs, R.E. & Miller, G.L. 1999. **Ecology**. 4a Edição. W.H. Freeman and Company, 822.

Sanders, H.L. 1960. Benthic studies in Buzzards Bay. 3. The structure of the softbottom community. **Limnology and Oceanography** **5**: 138-153.

Santos, S.; Negreiros-Fransozo, M.L. & 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.

Sastry, A.N. 1983. **Ecological aspects of reproduction**. In: The Biology of the Crustacea environmental adaptations. **8**, F.J. & W.B. Vernberg (eds), Academic Press, New York, 179-270.

Severino-Rodrigues, E.; Guerra, D.S.F. & Graça-Lopes, R. 2002. Carcinofauna acompanhante da pesca dirigida ao camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) desembarcada na praia do Perequê, estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto da Pesca**, **28** (1): 33-48.

Shirley, M.A., Hines, A.H., & Wolcott, T.G. 1990. Adaptive significance of habitat selection by molting adult blue crabs *Callinectes sapidus* (Rathbun) within a subestuary of central Chesapeake Bay. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **140**: 107–119.

Suguio, K. 1973. **Introdução à Sedimentologia**. Edgard Blucher/EDUSP, 317.

Taissoun, E.N. 1984-1985. Los cangrejos, decápodos Brachyura, de las costas de Venezuela. II. Familia Calappidae Dana, 1896. **Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas**, **16**: 125-161.

Townsend, C.R.; Begon, M. & Harper, J.L. 2006. **Fundamentos em Ecologia**. 2ª Edição. Editora Artmed, 592.

Wentworth, 1992. C.K. Wentworth, A scale of grade and class terms for clastic sediments. **Journal of the Geology** **30**: 377–392.

Warner, G.F. 1967. The life story of the mangrove tree crab *Aratus pisonii* **Journal of Zoology**, **153**: 321-335.

Wenner, A.M. 1972. Sex ratio as a function of size in marine Crustacea. **The American Naturalist**, **106 (949)**: 321-350.

Wilson, K. & Hard, I.C.W. 2002. Statistical analysis of sex ratios: an introduction. In: Hardy ICW (ed) **Sex ratios: concepts and research methods**, 48-92.

Zar, J.H. 1999. **Biostatistical analysis**. Prentice Hall, NJ, USA, 663.

# CAPÍTULO II

MATURIDADE SEXUAL E PERÍODO REPRODUTIVO DO  
CARANGUEJO *Hepatus pudibundus* (HERBST, 1785)  
(CRUSTACEA, DECAPODA, AETHROIDEA) NO SUBLITORAL  
NÃO CONSOLIDADO DO SUDESTE DO BRASIL



## RESUMO

O caranguejo *Hepatus pudibundus* é uma espécie dominante da carcinofauna acompanhante na região de Ubatuba, São Paulo. O propósito deste trabalho foi determinar o tamanho da maturidade sexual e o período reprodutivo da espécie, proveniente de Ubatumirim, Ubatuba e Mar Virado, litoral norte paulista. Os caranguejos foram coletados mensalmente no período de janeiro de 1998 a dezembro de 1999, nas profundidades de 10, 15 e 20 metros. O sexo e o estágio gonadal dos animais foram determinados e cada indivíduo foi mensurado na largura da carapaça (LC). As gônadas foram analisadas macroscopicamente e classificadas para a determinação dos estágios de desenvolvimento. A temperatura de fundo da água foi registrada em cada ponto amostral. No total obteve-se 6.123 animais, (1.482 machos adultos, 3.697 fêmeas adultas não ovíferas, 489 fêmeas ovíferas e 455 jovens. A maior abundância foi observada nos 15 metros (2.368), seguido de 20 metros (1.902) e 10 metros de profundidade (1.853). O tamanho da largura da carapaça variou de 9,0 a 74,0 milímetros, sendo que a média de LC dos machos foi maior que a média obtida para as fêmeas. O tamanho da maturidade de ambos os sexos foi de 32,5 mm de LC. O período reprodutivo foi contínuo com picos, comprovado pela presença de fêmeas ovíferas e indivíduos com as gônadas desenvolvidas ocorrendo ao longo do ano, com um aumento no verão (janeiro, fevereiro e março) e na primavera (outubro, novembro e dezembro), fato que ocorre provavelmente por estas estações apresentarem uma maior oferta de alimento provida pela produtividade planctônica. Tal reprodução é típica de regiões de clima tropical e subtropical, nos quais os animais se reproduzem continuamente ou por um longo período do ano, diferente do que é encontrado para as regiões temperadas mais frias, que apresentam uma reprodução sazonal. Não houve correlação significativa entre a atividade reprodutiva dos indivíduos e os valores de temperatura de fundo da água. Observou-se a ocorrência de jovens e indivíduos em todos os estágios de desenvolvimento gonadal ao longo do período amostrado, provavelmente pelo fato da espécie completar todo seu ciclo reprodutivo na área estudada.

**Palavras-chave:** Biologia reprodutiva; Ciclo de vida; Maturidade.

## INTRODUÇÃO

Dentre os grupos que compõem a fauna acompanhante da pesca de camarões no estado de São Paulo, os crustáceos braquiúros constituem uma parcela de grande importância, tanto em biomassa, quanto em diversidade de espécies (Severino-Rodrigues *et al.*, 2002).

O conhecimento sobre a biologia reprodutiva deve ser visto como uma informação fundamental para o entendimento do ciclo de vida dos organismos marinhos. Tal conhecimento torna-se necessário para a administração de uma pesca controlada e sustentável, além da preservação das demais espécies que não apresentam interesse comercial, mas participam diretamente da cadeia trófica (Emmerson, 1994).

Entre os vários aspectos importantes para a biologia reprodutiva, a determinação do período em que o ciclo se inicia, se completa e a sua duração dentro de um intervalo sazonal, tem atraído a atenção de vários pesquisadores (Haefner, 1978; Choy, 1988; Yau, 1992; Costa & Fransozo, 2004; Castilho *et al.*, 2008a,b; Bertini *et al.*, 2010a).

Os fatores que atuam no período reprodutivo dos crustáceos marinhos podem ser de dois tipos: os fatores proximais (temperatura e outras variáveis ambientais), que influenciariam tanto no início quanto no término do período da incubação e desova; e os fatores finais (pressão seletiva), os quais determinariam a época reprodutiva, coincidindo com o período de maior disponibilidade de alimento planctônico (Sastry, 1983). Os fatores e condições ambientais que podem influenciar no padrão reprodutivo dos crustáceos marinhos são: temperatura, salinidade, luminosidade e disponibilidade de alimento (Bauer & Vega, 1992 e Bauer & Lin, 1994).

Outro aspecto que pode ser abordado para fornecer subsídios ao entendimento do processo reprodutivo é a determinação do tamanho da maturidade sexual, que pode ser verificada por meio da morfologia externa, da forma e da condição de desenvolvimento e funcionamento das gônadas dos caranguejos Brachyura (Reigada & Negreiros-Fransozo, 1999). Este assunto é de grande interesse, pois o tamanho da maturidade é um fator importante para determinar a capacidade de reprodução de uma determinada espécie (Hartnoll & Gould, 1988; Hines, 1989).

Os aspectos da biologia dos Aethridae ainda são escassos, embora existam inúmeros trabalhos relacionados com a reprodução dos caranguejos braquiúros, como

aqueles com a finalidade de investigar, por exemplo, o ciclo reprodutivo de *Callinectes danae* (Costa & Negreiros-Fransozo, 1998); a fecundidade e reprodução de *Arenaeus cribrarius* (Pinheiro & Terceiro, 2000); maturidade sexual e funcional de *Chaceon affinis* (Fernandes-Vergaz *et al.*, 2000); crescimento e reprodução de *Charybdis bimaculata* (Doi *et al.*, 2008); maturidade fisiológica e relação do crescimento e reprodução de *Goniopsis cruentata* (Cobo & Fransozo, 2005) e o período reprodutivo e o tamanho da maturidade sexual de *Persephona mediterranea* (Bertini *et al.*, 2010a).

Segundo Ng *et al.* (2008), *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) pertence à Superfamília Aethroidea juntamente com mais 6 gêneros viventes, dos quais apenas *Hepatus* (*H. pudibundus*, *H. scaber* Holthuis, 1959 e *H. gronovii* Holthuis, 1959) e *Osachila* (*O. antillensis* Rathbun, 1916 e *O. tuberosa* Stimpson, 1871) ocorrem no litoral brasileiro (Melo, 1996). A espécie em estudo distribui-se no Atlântico ocidental, Geórgia, Golfo do México, Antilhas, Venezuela, Guianas e Brasil (do Amapá ao Rio Grande do Sul); e no Atlântico oriental, da Guiné à África do Sul (Melo, 1996).

O caranguejo *H. pudibundus* não é comercializado, mas desempenha importante papel ecológico no ambiente marinho de substrato não consolidado. É um braquiúro dominante da carcinofauna acompanhante (bycatch) na região de Ubatuba (Bertini *et al.*, 2010b), além de ser submetido aos mesmos impactos que afetam os crustáceos explorados comercialmente pela pesca não seletiva de arrasto.

Em decorrência de sua grande abundância na região costeira do litoral norte do Estado de São Paulo (Bertini & Fransozo, 2004), *H. pudibundus* pode ser utilizado como material de estudo que contribuirá não somente para um melhor conhecimento da espécie, mas também para a avaliação de alguns parâmetros ambientais em regiões onde o impacto antrópico é muito acentuado.

O presente trabalho tem por objetivo determinar o tamanho em que machos e fêmeas de *H. pudibundus* atingem a maturidade sexual e investigar o período reprodutivo da espécie, por meio da análise das gônadas e da presença de fêmeas ovígeras ao longo de dois anos, em três regiões de Ubatuba, São Paulo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de Estudo e Amostragem**

Os caranguejos foram coletados mensalmente de janeiro de 1998 a dezembro de 1999, nas enseadas de Ubatumirim, Ubatuba e Mar Virado, litoral norte do Estado de São Paulo. Cada enseada foi separada em 3 profundidades: 10, 15 e 20 metros como indicado na figura 1.

Cada profundidade foi amostrada no período da manhã utilizando-se um barco camaroneiro equipado com redes de arrasto do tipo “double rig”, com abertura aproximada de 4,5m, cujas distâncias entre-nós na panagem e no saco da rede apresentam de 20 e 15 mm, respectivamente. A distância percorrida em cada profundidade foi de aproximadamente 2 km (30 minutos de arrasto), abrangendo uma área de 18000 m<sup>2</sup>.

Um ecobatímetro acoplado ao GPS (Global Positioning System) foi utilizado para registrar a profundidade. Amostras de água de fundo foram coletadas mensalmente, utilizando uma garrafa de Nansen, a fim de verificar a temperatura, sendo os valores mensurados em °C, com um termômetro de coluna de mercúrio.

### **Material biológico**

Os indivíduos de *H. pudibundus* obtidos foram identificados, segundo Melo (1996), determinados quanto ao sexo e medidos em relação à maior largura da carapaça (LC) com um paquímetro. Todos os caranguejos foram dissecados para a análise macroscópica das gônadas e classificados em quatro fases (imaturo, rudimentar, em desenvolvimento e desenvolvido) em função da forma, cor e volume das gônadas na cavidade do cefalotórax, seguindo a metodologia proposta por Reigada & Negreiros-Fransozo (2000).

### **Análise dos dados**

As amostras obtidas nos transectos equivalentes de Ubatumirim, Ubatuba e Mar Virado foram utilizadas como réplicas, de modo que, de cada transecto fossem obtidas três réplicas em cada um dos 24 meses amostrados.

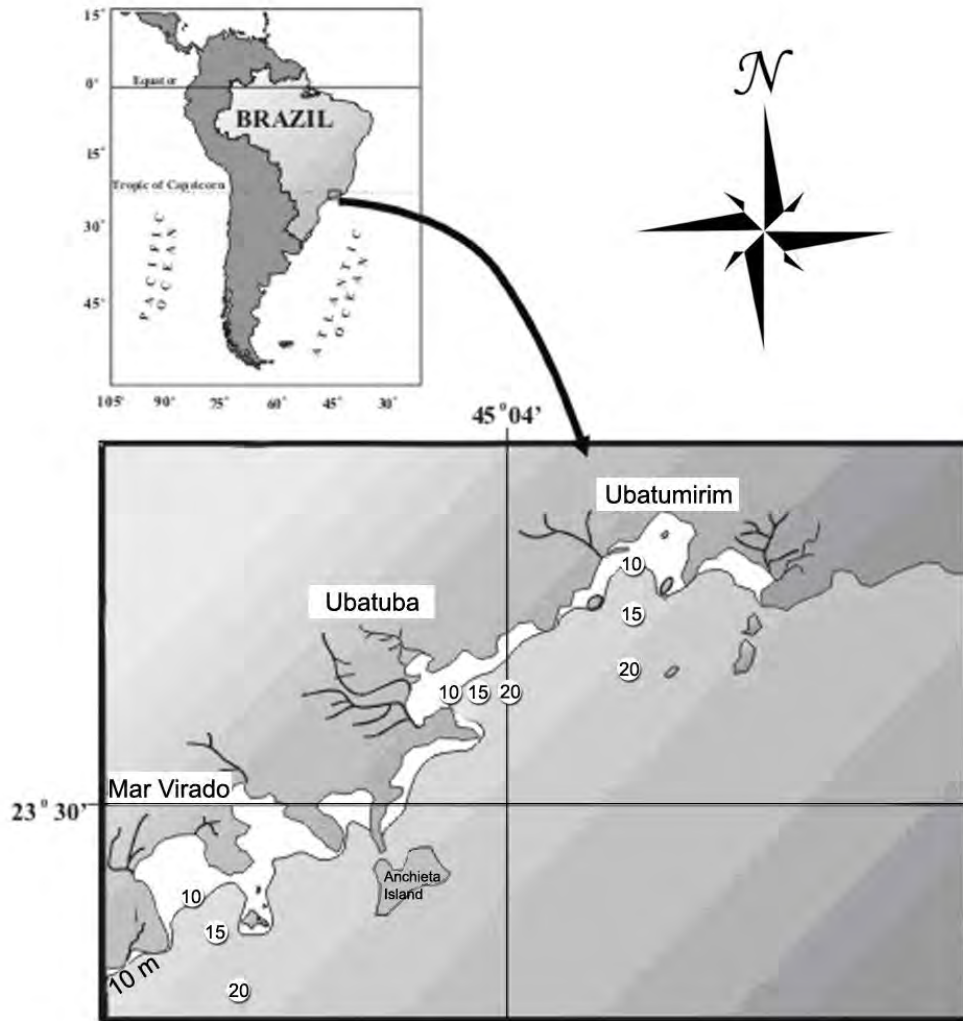
Análises não paramétricas foram utilizadas, pois os dados não corresponderam quanto à normalidade (Teste de Shapiro-Wilk's) e homocedasticidade (Teste de Levene's) (Zar, 1999).

A abundância da espécie foi comparada quanto à sua distribuição entre os anos aplicando-se o teste de Mann-Whitney e entre as enseadas e os transectos, utilizando o teste Kruskal-Wallis. A largura da carapaça dos indivíduos (mm) para cada um dos sexos foi comparada por meio do teste de Mann-Whitney. A análise de correlação de Spearman foi realizada a fim de comparar a proporção de indivíduos com as gônadas desenvolvidas e fêmeas ovígeras, com valores médios mensais de temperatura de fundo (Zar, 1999).

O período reprodutivo foi analisado utilizando proporções de fêmeas ovígeras e animais com as gônadas desenvolvidas (DE), ao longo dos 2 anos de coleta. A Análise de Correspondência (AC) (Leps & Smilauer, 2003) foi realizada com o propósito de verificar a relação entre os diferentes estágios de desenvolvimento gonadal e as estações dos dois anos amostrados.

Para a determinação da curva da maturidade sexual, os machos e as fêmeas foram analisados separadamente e os exemplares subdivididos em jovens e adultos. A frequência relativa (%) dos indivíduos em classes de tamanho foi plotada em gráfico, sendo ajustada uma curva do tipo sigmóide seguindo o resultado da equação logística  $Y = 1 / 1 + e^{-r(LC-LC50)}$ , na qual LC50= largura da carapaça em que 50% dos indivíduos atingem a maturidade sexual e o  $r$ = inclinação da curva. O ajuste de equação foi efetuado pelo método de mínimos quadrados (Aguillar *et al.*, 1995 e Vazzoler, 1996).

O nível de significância utilizado para os testes foi de  $\alpha = 0,05$ .



**Figura 1** – Mapa do litoral da região de Ubatuba, norte do Estado de São Paulo, indicando a localização dos transectos nas regiões amostradas.

## RESULTADOS

Durante o período de estudo foram realizados 216 arrastos. Destes, um total de 6.123 caranguejos foi coletado, sendo 1.482 machos adultos, 3.697 fêmeas adultas não ovígeras, 489 fêmeas ovígeras e 455 jovens (193 machos e 262 fêmeas). Do total, 2.846 foram capturados em 1998 e 3.277 em 1999 (Mann-Whitney,  $p=0,561$ ). Em relação às enseadas nos dois anos de estudo, Ubatumirim, Ubatuba e Mar Virado apresentaram 2.078, 1.638 e 2.407 indivíduos, respectivamente, não havendo diferença significativa (Kruskal-Wallis,  $p=0,296$ ).

A maior abundância foi observada na profundidade de 15 metros (2.368), seguido de 20 metros (1.902) e 10 metros (1.853), apesar de não ter sido verificada diferença significativa entre os transectos (Kruskal-Wallis,  $p=0,171$ ) (Figura 2).

O tamanho da largura da carapaça variou de 9,0 a 74,0 milímetros (Tabela I) e o tamanho médio de LC de machos (47,9 mm) foi maior que a média obtida para as fêmeas (45,6mm) (Mann-Whitney,  $p=0,001$ ).

A distribuição dos indivíduos nos diferentes estágios de desenvolvimento gonadal (RU, ED e DE) e a variação percentual de machos e fêmeas adultas com as gônadas desenvolvidas e fêmeas ovígeras nos três transectos pode ser verificada na tabela II. Em todos os transectos foram encontradas fêmeas ovígeras e indivíduos nos estágios rudimentar, em desenvolvimento e desenvolvido. Comparando os estágios de desenvolvimento gonadal de ambos os sexos, entre os transectos amostrados, observou-se que, para as fêmeas, não houve diferença significativa (Kruskal-Wallis,  $p>0,05$ ). Já entre os machos houve diferença (Kruskal-Wallis,  $p<0,05$ ) somente para aqueles com as gônadas no estágio DE, entre os transectos de 10 e 20 metros com 293 e 176 indivíduos, respectivamente (Dunn's,  $p<0,05$ ).

As fêmeas apresentaram grande atividade reprodutiva em todos os meses, com picos naqueles que correspondem ao verão e a primavera dos dois anos de estudo. Em relação aos machos, a intensidade reprodutiva foi alta e constante em todo o período amostral (Figura 3 A e B).

A análise de correspondência (AC) para os machos e as fêmeas obtidas no verão, outono, inverno e primavera de 1998 e 1999, pode ser verificada na figura 4 (A e B). Para as fêmeas, o eixo 1 explicou 74,48%, no qual foi possível observar as

seguintes relações positivas: as fêmeas ovígeras (FO) estiveram relacionadas com o verão; as fêmeas com o estágio de desenvolvimento gonadal DE (desenvolvida), com a primavera; as fêmeas RU (rudimentares) com o outono e as fêmeas com as gônadas ED (em desenvolvimento) com o inverno. Em relação aos machos, o eixo 1 explicou 85,81%, e as relações positivas foram: machos com as gônadas DE relacionados com o inverno, primavera e outono; os machos RU e ED com o verão.

O tamanho em que 50% dos indivíduos tornaram-se maduros está representado na figura 5 (A e B). Os machos e as fêmeas de *H. pudibundus* atingiram a maturidade numa mesma faixa de tamanho, ou seja, 32,46 mm de largura de carapaça para os machos e 32,51 mm, para as fêmeas.

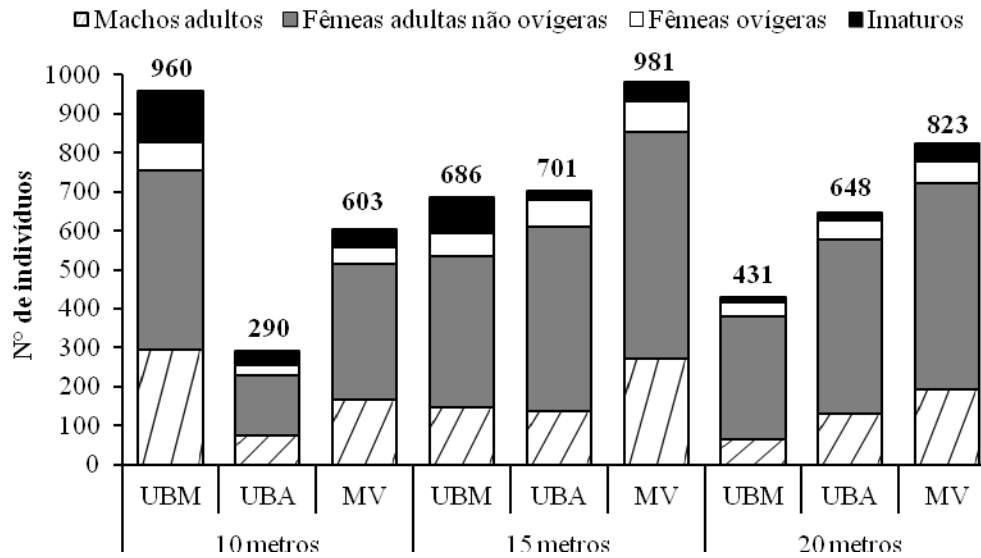
Valores médios de temperatura de fundo, abaixo dos 20°C, foram verificados na primavera de ambos os anos e em todos os transectos. No verão dos períodos amostrados o transecto de 10 metros apresentou valores médios de temperatura de fundo superiores aos outros transectos. Os machos com as gônadas desenvolvidas estiveram em maior número na primavera de 1998 e verão de 1999, nos transectos de 10 e 15 metros, enquanto que no transecto de 20 metros, as estações mais abundantes foram o outono de 1998 e primavera de 1999 (Figura 6 A, B e C). Já as fêmeas ovígeras e as fêmeas com as gônadas desenvolvidas foram mais frequentes nos meses que correspondem ao verão de 1998 e 1999 nos transectos de 10 e 15 metros, e nos meses da primavera de 1999 nos 20 metros (Figura 7 A, B e C). As análises de correlação de Spearman, utilizando a proporção de machos e fêmeas com as gônadas desenvolvidas e fêmeas ovígeras em relação às variações na média da temperatura de fundo para cada transecto, não indicaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) (Figura 7 A, B e C).

**Tabela I** – *Hepatus pudibundus*. Número de indivíduos (N), média e desvio padrão (DP), tamanhos mínimo e máximo da largura da carapaça (mm) em cada grupo demográfico.

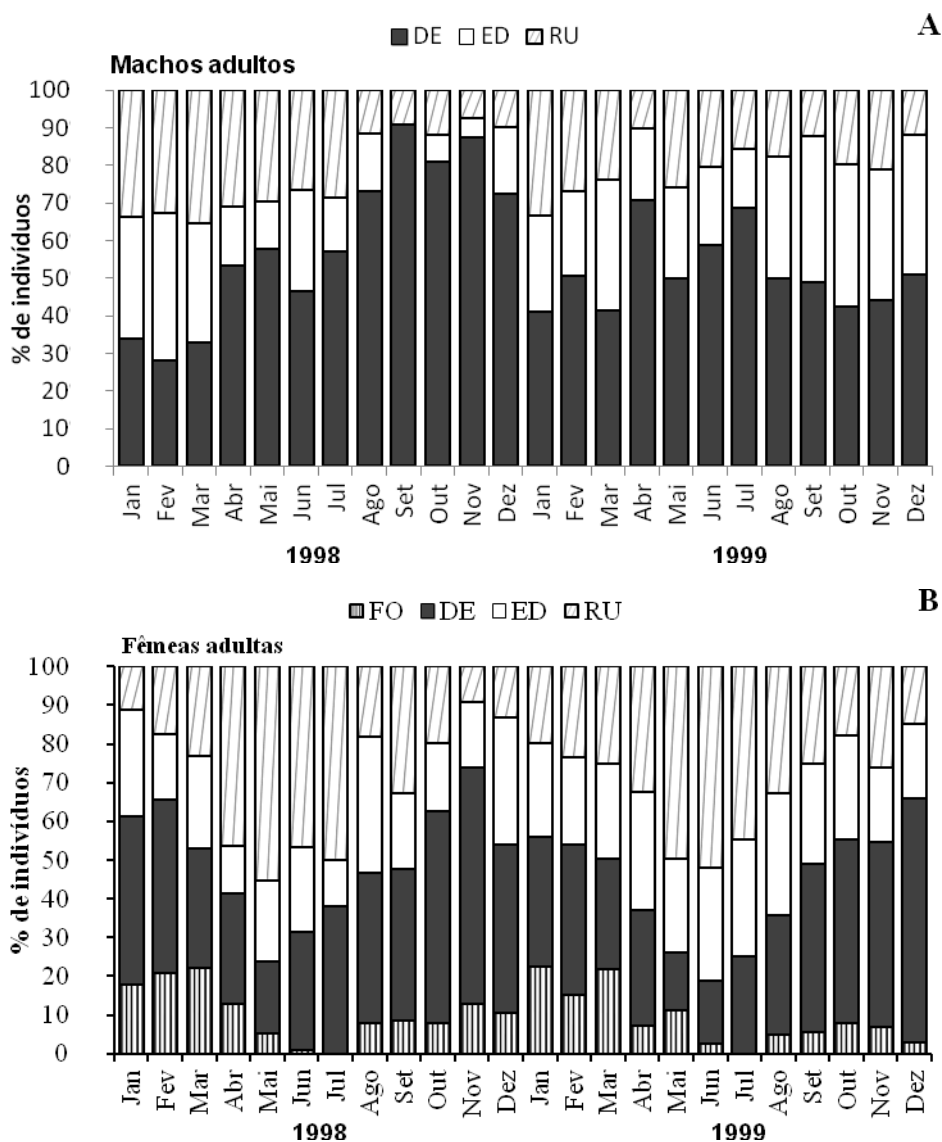
Grupo demográfico	N	LC(mm) média ± DP	Mínimo	Máximo
Machos jovens	193	28,9 ± 4,5	9,0	39,4
Machos adultos	1.482	50,3 ± 8,9	28,0	74,0
Fêmeas jovens	262	29,5 ± 4,1	13,3	39,0
Fêmeas adultas não ovígeras	3,697	46,4 ± 6,2	28,8	66,0
Fêmeas ovígeras	489	48,5 ± 5,9	33,1	64,0

**Tabela II** – *Hepatus pudibundus*. Distribuição dos indivíduos nos diferentes estágios de desenvolvimento gonadal (RU: rudimentar, ED: em desenvolvimento, DE: desenvolvido, FO: fêmea ovígera, %DE: porcentagem de machos com as gônadas desenvolvidas e %DE + FO: porcentagem de fêmeas com as gônadas desenvolvidas e ovígeras) nos transectos e nas enseadas de janeiro/1998 a dezembro/1999.

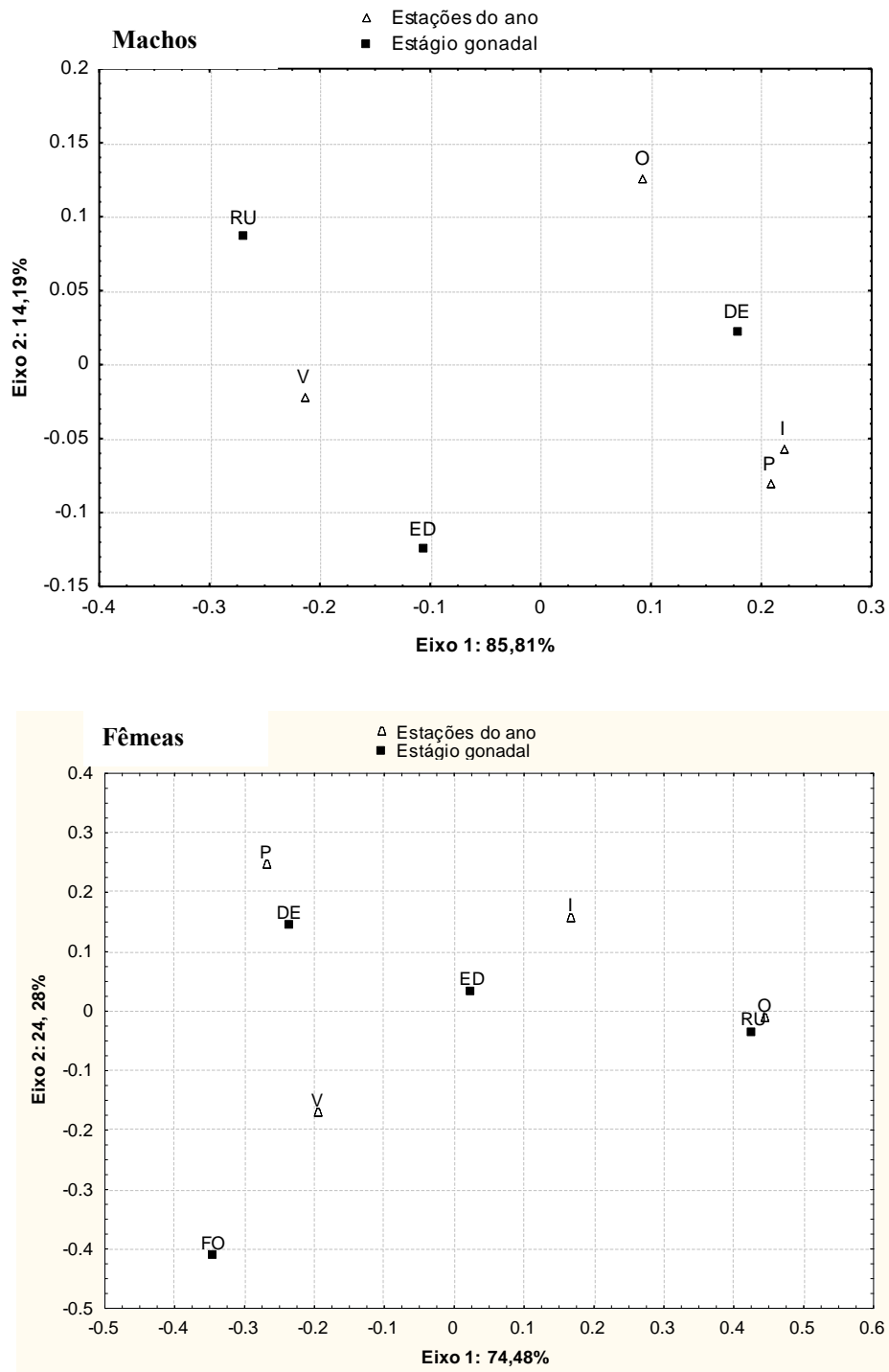
Transectos	Enseadas	MACHOS					FÊMEAS					
		RU	ED	DE	TOTA L	%DE	RU	ED	DE	FO	TOTA L	%DE+F O
10 metros	UBM	73	65	156	294	53,06	168	104	190	70	532	48,87
	UBA	17	10	48	75	64,00	42	48	63	26	179	49,72
	MV	32	46	89	167	53,29	105	101	141	43	390	47,18
<b>TOTAL</b>		<b>122</b>	<b>121</b>	<b>293</b>	<b>536</b>		<b>315</b>	<b>253</b>	<b>394</b>	<b>139</b>	<b>1101</b>	
15 metros	UBM	46	32	69	147	46,94	114	111	164	59	448	49,78
	UBA	30	44	63	137	45,99	120	146	209	66	541	50,83
	MV	56	63	153	272	56,25	236	145	199	81	661	42,36
<b>TOTAL</b>		<b>132</b>	<b>139</b>	<b>285</b>	<b>556</b>		<b>470</b>	<b>402</b>	<b>572</b>	<b>206</b>	<b>1650</b>	
20 metros	UBM	13	20	33	66	50,00	80	78	158	37	353	55,24
	UBA	33	45	52	130	40,00	116	129	203	49	497	50,70
	MV	47	56	91	194	46,91	192	113	222	58	585	47,86
<b>TOTAL</b>		<b>93</b>	<b>121</b>	<b>176</b>	<b>390</b>		<b>388</b>	<b>320</b>	<b>583</b>	<b>144</b>	<b>1435</b>	



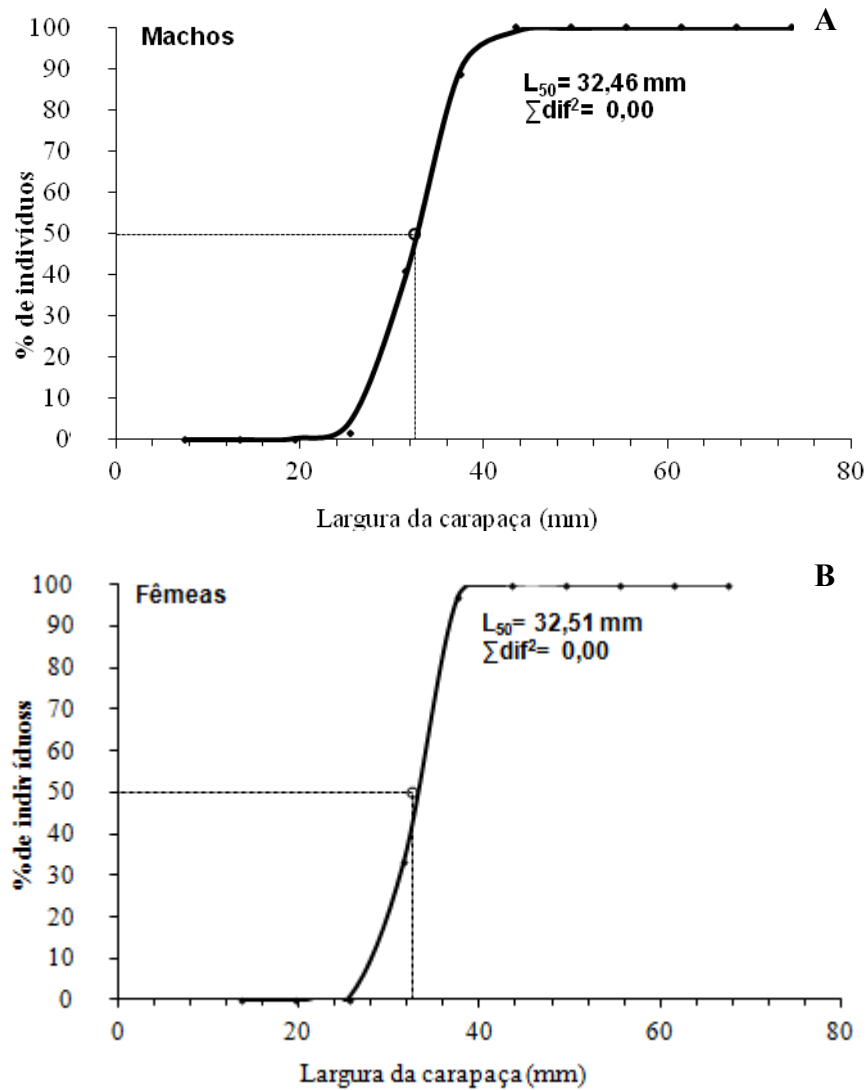
**Figura 2** – *Hepatus pudibundus*. Abundância total dos indivíduos nos transectos de 10, 15 e 20 metros, nas enseadas de Ubatumirim, Ubatuba e Mar Virado de janeiro/1998 a dezembro/1999.



**Figura 3** – *Hepatus pudibundus*. Variação mensal na proporção de machos (A) e fêmeas (B) adultas de acordo com os estágios de desenvolvimento gonadal (RU= rudimentar; ED= em desenvolvimento; DE= desenvolvido e FO: fêmea ovígera) nos transectos de 10, 15 e 20 metros, nas enseadas de Ubatumirim, Ubatuba e Mar Virado de janeiro/1998 a dezembro/1999.

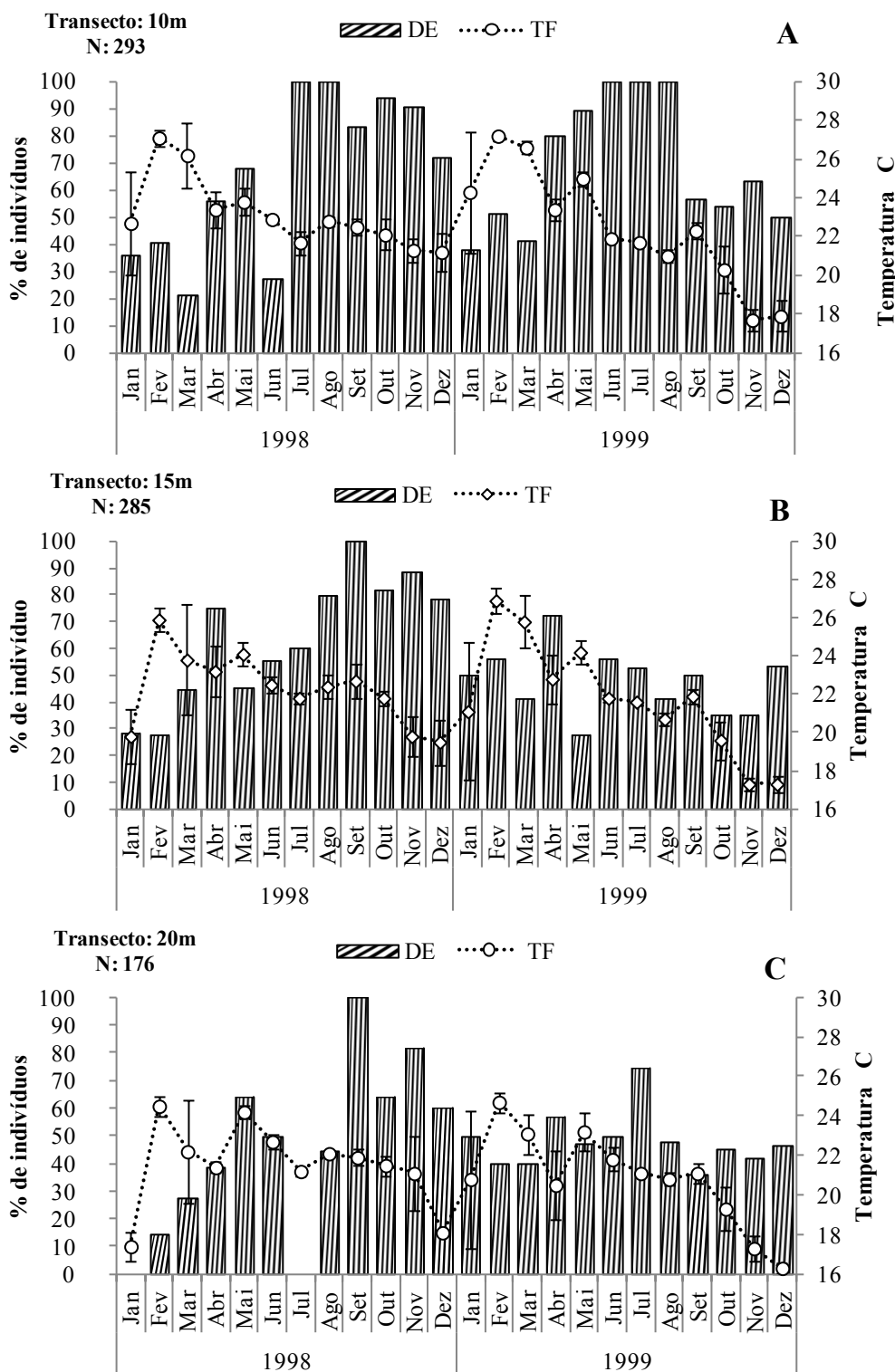


**Figura 4** – *Hepatus pudibundus*. Análise de correspondência (AC) referente ao número de machos (A) e fêmeas (B) nos diferentes estágios de desenvolvimento gonadal (RU: rudimentar; ED: em desenvolvimento; DE: desenvolvido; FO: fêmea ovígera) em relação às estações dos anos de 1998 e 1999 (V: verão; O: outono; I: inverno e P: primavera).



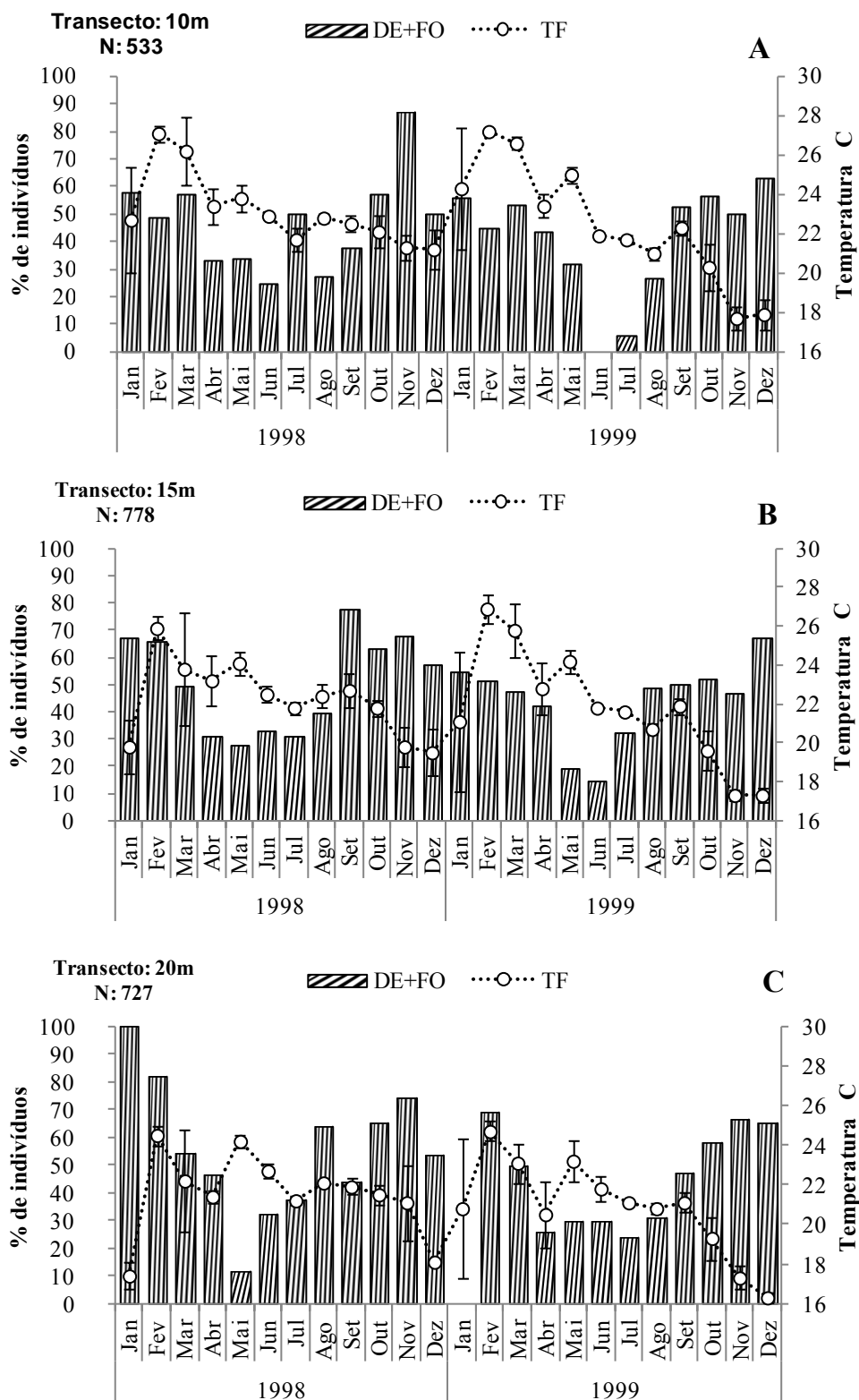
**Figura 5** – *Hepatus pudibundus*. Representação gráfica hipotética da curva de maturidade de acordo com a largura da carapaça (mm) de indivíduos machos (A) e fêmeas (B), nos três locais amostrados de janeiro/1998 a dezembro/1999.

**MACHOS**



**Figura 6** – *Hepatus pudibundus*. Variação mensal na proporção de machos (DE= gônadas desenvolvidas) em relação às médias e desvio padrão da temperatura de fundo da água (TF °C), nos transectos de 10m (A), 15 (B) e 20m (C).

FÊMEAS



**Figura 7** – *Hepatus pudibundus*. Variação mensal na proporção de fêmeas (DE= gônadas desenvolvidas e FO: fêmeas ovígeras) em relação às médias e desvio padrão da temperatura de fundo da água (TF °C), nos transectos de 10m (A), 15 (B) e 20m (C).

## DISCUSSÃO

A ocorrência de fêmeas ovígeras e de indivíduos com as gônadas desenvolvidas, têm sido utilizada para inferir sobre o ciclo reprodutivo dos braquiúros (Batoý *et al.*, 1987; Mantelatto & Fransozo, 1999; Reigada & Negreiros-Fransozo, 1999). No presente estudo observou-se que além destes, foram encontrados jovens e indivíduos em todos os estágios de desenvolvimento gonadal (RU, ED e DE) ao longo do período amostrado, provavelmente pelo fato da espécie completar todo seu ciclo reprodutivo na área estudada.

Uma vez que os machos e as fêmeas apresentaram atividade reprodutiva durante todo o período deste estudo sugere-se que a espécie está se reproduzindo continuamente na região de Ubatuba. Este resultado confirma aqueles encontrados por Reigada & Negreiros-Fransozo (2000), que estudaram o ciclo reprodutivo de *H. pudibundus*, de junho/1992 a julho de 1993. Reprodução do tipo contínua pode ser encontrada comumente em caranguejos braquiúros de regiões tropicais e subtropicais (Costa & Negreiros-Fransozo, 1998).

A ocorrência de caranguejos de ambos os sexos com as gônadas desenvolvidas e fêmeas ovígeras em todos os meses do ano tem sido observada também para outros braquiúros na região de Ubatuba, como em *Callinectes danae* Smith, 1869 estudado por Costa & Negreiros-Fransozo (1998), *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) segundo Santos *et al.* (1994) e *Persephoma mediterranea* (Herbst, 1794) estudado por Bertini *et al.* (2010a).

Os fatores responsáveis pelo controle da época reprodutiva dos organismos marinhos têm recebido atenção desde o início do século passado (Orton, 1920). Esse autor salientou que nos trópicos os animais se reproduzem continuamente ou por um longo período do ano, diferente do que é encontrado para as regiões temperadas mais frias, que apresentam uma reprodução sazonal. No entanto, nenhuma relação significativa foi encontrada entre a atividade reprodutiva dos indivíduos e os valores de temperatura da água para o presente estudo, o que corrobora com o que foi encontrado por Reigada & Negreiros-Fransozo (2000).

Segundo Bauer (1992), as condições de temperaturas relativamente constantes e elevadas em regiões tropicais durante o ano, são as causas da reprodução contínua

em uma variedade de populações de invertebrados marinhos. Além disso, o período reprodutivo ocorre quando as condições são favoráveis para adultos e larvas, pois para a eclosão destas é necessário uma alimentação planctônica adequada (Sastry, 1983). A variação temporal no suprimento alimentar larval, ou seja, o padrão sazonal das produções primária e secundária seria, então, uma importante pressão seletiva atuante na regulação do ciclo reprodutivo em invertebrados bentônicos marinhos com larvas planctotróficas (Castilho *et al.*, 2007).

A ACAS (Água Central do Atlântico Sul) é uma massa de água classificada como a principal fonte transportadora de nutrientes na região de estudo, tendo uma razão de N:P (nitrogênio e fósforo) aproximada de 16:1 a favor da produtividade primária (Odebrecht & Castello, 2001). Segundo Vega-Perez (1993), essa massa de água na região de Ubatuba foi responsável entre outros fatores, pelo aumento do conteúdo de clorofila, e conseqüentemente o aumento de fitoplâncton.

As maiores porcentagens de fêmeas ovígeras e com as gônadas desenvolvidas de *H. pudibundus* foram encontradas respectivamente, no verão e na primavera dos dois anos. Fato que ocorre provavelmente por estas estações apresentarem uma maior oferta de alimento provida pela produtividade planctônica, já que, durante o verão, na região de Ubatuba, a ACAS penetra na camada de fundo sobre a plataforma continental, alcançando a região costeira (Pires-Vanin & Matsuura, 1993).

O início da maturidade sexual representa um evento biológico importante, sendo marcado por várias transformações no animal, tanto morfológicas quanto fisiológicas (Hartnoll, 1985). A determinação do tamanho em que uma determinada espécie atinge a maturidade sexual representa um parâmetro muito importante para o entendimento dos ciclos de vida dos Brachyura (Hartnoll & Gould, 1988). A maturidade acarreta, também, mudanças no papel que estes indivíduos irão desempenhar na população, influenciando novos hábitos e comportamentos, sendo um dos principais eventos a transição para a fase adulta, quando passam a atuar como agentes reprodutores (Moura & Coelho, 2004).

O dimorfismo sexual observado para *H. pudibundus* em relação à média da largura da carapaça, ocorre, provavelmente, porque os machos direcionam seu gasto energético para o crescimento somático, defesa de território e proteção das fêmeas (Mantelatto & Fransozo, 1996). Ao contrário, estas investem na reprodução a partir

do início da fase adulta, como é normalmente encontrado em braquiúros (Hartnoll, 1985).

Parâmetros exógenos como a temperatura e sua relação com o fotoperíodo podem interferir nas taxas metabólicas e no crescimento individual em populações de uma mesma espécie em regiões distintas, originando tamanhos diferenciados para o início da maturação, como observado, por exemplo, por Hines (1989) para algumas espécies de Brachyura da Costa Oeste dos Estados Unidos. Outros fatores, também, podem influenciar o tamanho de maturidade sexual, como a salinidade e a disponibilidade de recursos alimentares (D'incao *et al.*, 1993).

Embora exista diferença significativa entre os tamanhos de machos e fêmeas, a maturidade sexual foi atingida em tamanhos semelhantes em ambos os sexos (32,5 mm de LC, aproximadamente), concordando com o que foi encontrado por Reigada & Negreiros-Fransozo (1999) na região de Ubatuba (23°26'S). No entanto, Carvalho & Couto (2006), quando estudaram *H. pudibundus* em Ilhéus (14°47'S) - BA, encontraram resultados diferentes. O tamanho no qual 50% dos indivíduos atingiram a maturidade sexual foi maior para ambos os sexos: 37 mm de largura de carapaça para as fêmeas e 38 mm para os machos.

Este fato contraria o paradigma de que espécies que habitam menores latitudes atingem a maturidade sexual com menores tamanhos, como mostra o trabalho de Castilho *et al.* (2007), sobre a espécie *Artemesia longinaris* Bate, 1888, no qual fêmeas em regiões com latitudes inferiores (litoral sudeste brasileiro – 23°37'S) atingem a maturidade sexual com tamanho menor do que em regiões com latitudes superiores (Mar Del Plata, província de Buenos Aires – 37°59'S). Vários autores têm sugerido um paradigma latitudinal na dinâmica de populações de crustáceos (Bauer, 1992; Bauer & Vega, 1992; Boschi, 1997; Gavio & Boschi, 2004; Costa & Fransozo, 2004; Costa *et al.*, 2005 e Castilho *et al.*, 2007). O conhecimento desses fatores se torna importante para uma gestão eficaz na manutenção dos recursos naturais marinhos (Bauer & Vega, 1992 e Kuhlmann & Walker, 1999), visto que esclarece as possíveis variações no tamanho ao qual estes organismos atingem a maturidade sexual.

Considerando que se passaram, aproximadamente, 5 anos desde os últimos estudos sobre *H. pudibundus* na região de Ubatuba e que os tais estudos não abrangeram uma área tão extensa quanto a do presente trabalho, a população desta

espécie apresenta-se estável em relação aos aspectos de maturação e reprodução. Esta afirmação deve-se ao fato dos resultados encontrados no presente estudo estarem de acordo com aqueles realizados por Mantelatto *et al.* (1995a e 1995b) e Reigada e Negreiros-Fransozo (1995, 1999 e 2000). Desse modo, a reprodução apresentou-se contínua, sem uma relação significativa entre os indivíduos aptos à reprodução e a temperatura da água. Pode-se inferir que os fatores ecológicos devem oscilar dentro dos limites de tolerância da espécie, favorecendo a continuidade dos processos fisiológicos e possibilitando a previsão de ocorrência tanto de caranguejos maduros como de fêmeas ovígeras ao longo do ano.

## REFERÊNCIAS

Aguillar, A.T., Malpica, Z.C. & Urbina, B.V. 1995. Dinámica de Poblaciones de Peces. Primeira Edição, Ed. Libertad. Peru. 304.

Batoy, C.B., Sarmago, J.F. & Pilapil, B.C. 1987. Breeding season, sexual maturity and fecundity of the blue crab, *Portunus pelagicus* (L.) in selected coastal waters in Leyte and Vicinity, Philippines. **Annals Tropical Research**, **9**: 157–177.

Bauer, R.T. 1992. Testing generalizations about latitudinal variation in reproduction and recruitment with sicyoniid and caridean shrimp species. **Invertebrate Reproduction and Development**, **22**: 193–202.

Bauer, R.T. & Vega, W.T. 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 & 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** (2): 205-222.

Bertini, G. & Fransozo, A. 2004. Bathymetric distribution of brachyurans (Crustacea, Decapoda) communities in soft bottom from southeastern Brazil. **Marine Ecology Progress Series** **279**: 193-200.

Bertini, G., Teixeira, G.M., Fransozo, V., Fransozo, A. 2010a. Reproductive period and size at the onset of sexual maturity of mottled purse crab, *Persephona mediterranea* (Herbst, 1794) (Brachyura, Leucosioidea) on the southeastern Brazilian coast. **Invertebrate Reproduction and Development**, **52** (1): 7-17.

Bertini, G. Fransozo, A. & Negreiros-Fransozo, M. L. 2010b. Brachyuran soft-bottom assemblage from marine shallow waters in the southeastern Brazilian littoral. **Marine Biodiversity**. **40**: 277-291.

Boschi, E.E. 1997. 1997. Las pesquerías de crustáceos decápodos en el litoral de La República Argentina. **Investigaciones Marinas** **25**: 19-40.

Carvalho, F.L. & Couto, E.C.G. 2006. Maturidade sexual em *Hepatus pudibundus* (Crustacea: Calappidae) no litoral de Ilhéus – BA. **Anais do VII Congresso Internacional de Manejo de Fauna Silvestre na Amazônia e América Latina**. Ilhéus – BA, Brasil.

Castilho, A. L. C.; Costa, R. C.; Fransozo, A. & Boschi, E. E. 2007. Reproductive pattern of the South American endemic shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeidae), off São Paulo State, Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, **55** (1): 39-48.

Castilho, A.L., Costa, R.C. ; Fransozo, A. & Negreiros-Fransozo, M.L. 2008a. Reproduction and recruitment of South American red shrimp, *Pleoticus muelleri* (Crustacea: Solenoceridae), from the southeastern coast of Brazil. **Marine Biology Research**, **4**: 361-368.

Castilho, A.L.; Furlan, M.; Costa, R.C. & Fransozo, V. 2008b. Reproductive biology of the rock shrimp *Sicyonia dorsalis* (Decapoda: Penaeoidea) from the southeastern coast of Brazil. **Invertebrate Reproduction and Development**, **52**: (1-2): 59-68.

Choy, S.C. 1988. Reproductive biology of *Liocarcinus puber* and *L. holsatus* (Decapoda, Brachyura, Portunidae) from the Grower Peninsula, South Wales. **Marine Ecology**, **9**: 227–291.

Cobo, V.J. & Fransozo, A. 2005. Physiological maturity and relationship of growth and reproduction in the red mangrove crab *Goniopsis cruentata* (Latreille) (Brachyura, Grapsidae) on the coast of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, **22** (1): 219-223.

Costa, T.M. & Negreiros-Fransozo, M.L. 1998. The reproductive cycle of *Callinectes danae* Smith, 1869 (Decapoda, Portunidae) in the Ubatuba region, Brazil. **Crustaceana**, **71** (6): 615-627.

Costa, R.C. & Fransozo, A. 2004. Reproductive biology of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Stimpson, 1874) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) in Ubatuba region, SP Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, **24** (2): 274-284.

Costa, R.C.; A. Fransozo, A. L. Castilho, and F. A. M. Freire. 2005. Annual, seasonal and spatial variation of abundance of the shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeoidea) in a southeastern region of Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, **85**: 107-112.

D'incao, F.; Ruffino, M.L.; Silva, K.G.; Braga, A.C. & Marques, L.H.C. 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.

Doi, W.; Yokota, M.; Strüssmann, C.A. & Watanabe, S. 2008. Growth and reproduction of the portunid crab *Charybdis bimaculata* (Decapoda: Brachyura) in Tokyo Bay. **Journal of Crustacean Biology**. **28** (4): 641-651.

Emmerson, W.D. 1994. Seasonal breeding cycles and sex ratios of eight species of crab from Mgazana, a mangrove estuary in Transkei, Southern Africa. **Journal Crustacean Biology**, **14**: 568–578.

Fernandez-Vergaz, V.; Abellan, L.J.L. & Balguerías, E. 2000. Morphometric, functional and sexual maturity of the deep-sea red crab *Chaceon affinis* inhabiting Canary island water: chronology of maturation. **Marine Ecology - Progress series** **204**: 169-178.

Gavio, M. A., and E. E. Boschi. 2004. Biology of the shrimp *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) from Mar del Plata coast, Argentina. **Nauplius**, **12**: 83-94.

Haefner, Jr., P.A. 1978. Seasonal aspects of the biology, distribution and relative abundance of the deep-sea red crab *Geryon quinquidens* Smith, in the vicinity of the Norfolk Canyon, western north Atlantic. **Proceedings of the Natural Shellfisheries Association**, **68**: 49-62.

Hartnoll, R.G. 1985. Growth, sexual maturity and reproductive output, p. 15-17. In: A. M. Wenner (Org.). **Factors in adult growth. Rotterdam**, AA. Balkema, 362.

Hartnoll, R.G. & Gould, P. 1988. Brachyuran life history strategies and the optimization of egg production. **Symposia of the Zoological Society of London**, **59**: 1-9.

Hines, A.H. 1989. Geographic variation in size at maturity in brachyuran crabs. **Bulletin of Marine Science**, **42 (2)**: 356-368.

Kuhlmann, M.L. & Walker, R. 1999. Geographic variation in size structure and size at maturity in the xanthid crab *Pilumnus sayi* in the northern Gulf of Mexico. **Bulletin of Marine Science** **64**: 535-541.

Leps, J. & P. Smilauer. 2003. **Multivariate analysis of ecological data using CANOCO**. Cambridge University Press , 269.

Mantelatto, F.L.M.; Fransozo, A.; & Negreiros- Fransozo, M.L.1995a. Distribuição do caranguejo *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea, Decapoda) na Enseada da Fortaleza, Ubatuba (SP), Brasil. **Brazilian Journal of Oceanography**. **43**, (1): 51-61.

Mantelatto, F.L.M.; Fransozo, A.; & Negreiros- Fransozo, M.L.1995b. Population structure of *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Decapoda, Brachyura, Calappidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba (SP), Brazil. **Revista de Biología Tropical**, **43**, (1): 259-264.

Mantelatto, F. L. M. & Fransozo, A. 1996. Size at sexual maturity in *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba region (SP), Brazil. **Nauplius**, **4**: 29-38.

Mantelatto, F.L.M. & 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.

Melo, G.A.S., 1996. Manual de Identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) do Litoral Brasileiro. **Plêiade/FAPESP**: São Paulo. 604 .

Moura, N.F.O. & P.A. Coelho, P.A. 2004. Maturidade sexual fisiológica em *Goniopsis cruentata* (Latreille) (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) no estuário do Paripe, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, **21(4)**: 1011-1015.

Ng, P.K.L.; Guinot, D. & Davie, P.J.F. 2008. Systema brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. **The Raffles Bulletin of Zoology** **17**: 1- 286.

Odebrecht, C. & Castello, J.P. 2001. The convergence ecosystem in the Southwest Atlantic. **Ecological Studies**, **144**: 147–165.

Orton, J. H. 1920. Sea temperatures, breeding and distribution of marine animal. Journal of the **Marine Biological Association of the United Kingdom**, **12**: 339-336.

Pinheiro, M.A.A & Terceiro, O.S.L. 2000. Fecundity and reproductive output of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Brachyura, Portunidae). **Crustaceana**, **73 (9)**: 1121-1137.

Pires-Vanin, A.M.S. & Matsuura, Y. 1993. Estrutura e função do ecossistema de plataforma continental da região de Ubatuba, Estado de São Paulo: uma introdução. **Publicação Especial do Instituto Oceanográfico**, **10**: 1–8.

Reigada, A.L.D. & Negreiros-Fransozo, M.L. 1995. Fecundidade do caranguejo *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea, Decapoda, Calapidae) em Ubatuba (SP), Brasil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, **38 (2)**: 661-668.

Reigada, A.L.D. & Negreiros-Fransozo, M.L. 1999. Maturidade sexual em *Hepatus pudibundus* (Decapoda, Brachyura, Calappidae). **Iheringia Série Zoologia**, **86**: 159–164.

Reigada, A.L.D. & Negreiros-Fransozo, M.L. 2000. Reproductive cycle of *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1758) (Crustacea, Decapoda, Calappidae) in Ubatuba, SP, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, **60** (3): 483-491.

Santos, S.; Negreiros-Fransozo, M.L. & 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.

Sastry, A.N. 1983. Ecological aspects of reproduction. In: *The Biology of Crustacea*, J.J. Vernberg and W.B. Vernberg, eds., Academic Press, **8**: 179–270.

Severino-Rodrigues, E.; Guerra, D.S.F. & Graça-Lopes, R. 2002. Carcinofauna acompanhante da pesca dirigida ao camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) desembarcada na praia do Perequê, estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto da Pesca**, **28** (1): 33-48.

Vazzoler, A.E.A.M. 1996. Biologia da Reprodução de peixes teleósteos: teorias e prática. **EDUEM**, Maringá, Paraná, Brazil. 169.

Vega-Perez, L.A. 1993. Estudo do zooplâncton da região de Ubatuba, Estado de São Paulo. **Publicação Especial do Instituto Oceanográfico**, **10**: 65-84.

Yau, P.M. 1992. Breeding and seasonal population changes of *Gaetice depressus* (Decapoda: Grapsidae) on Hong Kong shores. **Asian Marine Biology**, **9**: 181-192.

Zar, J.H. 1999. **Biostatistical analysis**. Prentice Hall, NJ, USA, 663.

# CONSIDERAÇÕES

# FINAIS



Este estudo agrupou informações importantes sobre a biologia e ecologia do caranguejo *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) enfocando sua distribuição espacial e temporal, estrutura populacional e período reprodutivo, em três enseadas na região de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo.

Em relação à influência dos fatores ambientais na abundância e distribuição da espécie, foi possível observar, que a temperatura de fundo da água correlacionou-se positivamente com alguns grupos demográficos em particular, como as fêmeas ovígeras, mas nenhum dos fatores analisados isoladamente pôde ser decisivo na preferência dos indivíduos por alguma região específica. Pode-se, entretanto, inferir sobre algumas características quando os resultados são analisados.

Apesar da enseada de Ubatuba ter evidenciado os maiores valores de matéria orgânica, não foi a região na qual houve a maioria dos animais coletados, mostrando que esse fator parece não ser limitante para a permanência da espécie nesse local. Os indivíduos por serem bentônicos, apresentam íntima relação com o substrato. A enseada do Mar Virado, entre as três regiões estudadas, mostrou porcentagens mais elevadas de sedimento fino, fato que pode ter contribuído para a maior abundância dos indivíduos amostrados durante os dois anos de estudo, evidenciando a preferência da espécie, que possui o hábito de se enterrar, por este tipo de granulometria do sedimento.

Em relação à estrutura populacional, recrutamento e razão sexual, as três enseadas apresentaram um padrão muito semelhante. Houve a presença de indivíduos jovens e adultos quando analisados de maneira temporal (maioria dos meses) e espacial, evidenciando que a população está estável na região. Além disso, houve a ocorrência de animais em todos os estágios de desenvolvimento gonadal, o que indica que a espécie completa o seu ciclo na área estudada. A razão sexual diferiu da esperada (1:1), sendo as fêmeas mais abundantes durante todo o período amostrado nas três enseadas. O recrutamento juvenil foi contínuo, o que é esperado em populações que possuem indivíduos aptos à reprodução durante todo o ano.

Quando analisado o período reprodutivo da espécie, comprovou-se que a reprodução é contínua, visto que houve a presença de fêmeas ovígeras, e exemplares com as gônadas desenvolvidas durante todo o período estudado, com picos nos meses que correspondem ao verão e à primavera. Estes picos reprodutivos estiveram

associados às melhores condições de sobrevivência para as larvas, tendo em vista o aumento da produção primária durante esses meses em função da intrusão da ACAS que penetrou na camada de fundo sobre a plataforma continental, alcançando a região costeira.

Os tamanhos médios em que os machos e as fêmeas atingiram a maturidade sexual foram de respectivamente 32,46 mm e 32,51 mm de largura de carapaça. Esse tamanho muito semelhante se deve ao fato de ambos os grupos demográficos apresentarem estratégias reprodutivas parecidas na região de estudo. Quando a espécie foi estudada em outras regiões do litoral brasileiro, os tamanhos encontrados referentes à maturidade sexual foram diferentes, fato que se deve à diferença na latitude desses locais. Portanto, estes e estudos futuros relacionados ao tamanho da maturidade sexual são de grande importância, pois reúnem informações essenciais para o entendimento dos seus ciclos reprodutivos e podem ser úteis para gestão desta e de outras espécies.

O caranguejo *Hepatus pudibundus* não apresenta interesse econômico, mais é importante na cadeia trófica marinha e está sendo capturado durante a pesca camaroneira de arrasto no litoral norte do Estado de São Paulo. Este trabalho forneceu informações básicas a respeito da espécie, entretanto novos estudos de cunho biológico e ecológico, em diferentes regiões complementarão e futuramente, poderão servir de base para estratégias de manejo e preservação desta e de outras espécies que são capturadas como parte da fauna acompanhante da pesca de camarões.