

**BIOECOLOGIA DE DUAS ESPÉCIES DO GÊNERO *Hexapanopeus*  
(CRUSTACEA, DECAPODA, XANTHOIDEA) NA REGIÃO DE  
UBATUBA, LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO**

**Patricia Bianca Fumis**

**Orientador: Prof. Dr. Adilson Fransozo**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista (UNESP), “Campus” de Botucatu, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciências Biológicas – Área de Zoologia.

**Botucatu – SP**

**2006**

*“Porque Deus amou o mundo de tal maneira, que deu seu único filho para que todo que nele crê, não pereça, mas tenha a vida eterna”.*

*(João 3:16)*

*“O que é o homem sem os animais? Se todos os animais desaparecessem, os homens morreriam de uma grande solidão de espírito. Pois tudo o que acontece aos animais, logo acontece com o homem. Todas as coisas estão ligadas”.*

*Chefe Seattle (Tribo Duwamish)*

## **PAI**

*Você faz falta....não estou infeliz, pai...  
Apenas sinto saudade ... sinto falta de você ao meu lado como antes.  
Sinto falta do seu beijo, do seus conselhos, da sua presença  
E de todo o seu apoio...*

*Sinto sua falta, mas não estou triste, pois sei que onde você está*

*Tudo é belo, não há dor, nem tristeza....*

*Sei que você está bem e cuidando de nós aqui....*

*Sei também que um dia vamos nos reencontrar*

*Pai...Me perdoa pela saudade imensa que sinto de você*

*Pela falta que você me faz*

*Pois mesmo sem você falar nada*

*Eu entendia o que queria, o que pensava, o que emitia*

*E seguia, como se nada o preocupasse*

*Muitas saudades sinto de você...*

*De como você vibrava quando eu lhe contava algo...*

*Do orgulho que você sentiu na minha formatura....*

*E sei que também está sentindo agora e á você que dedico esta dissertação....*

*Queria que você estivesse aqui*

*Mas Tenho que me conter, e respeitar a vontade de Deus...Pois Ele quis levá-lo*

*E sei que você está bem e feliz....*

*E a vontade de Deus foi te levar com Ele...*

*Pai...Sei que continua ao meu lado*

*Só não posso olhar o seu rosto*

*mas sinto sua presença, muito forte....*

*E escuto você me dizendo*

*Que enquanto aqui, estou sofrendo pela sua ausência e sua falta*

*Você constrói nosso novo cantinho*

*Para de novo, um dia estarmos juntos de novo.*

*Obrigado por tudo o que você fez por mim...*

*Obrigado por ter me dado a oportunidade de estudar, pois tudo o que hoje sou devo a você....*

*Pai....Obrigado por tudo, e onde quer que você esteja, sempre te carregarei comigo, em meu coração....*

*Você faz muita falta!!!! Amo Você!!!*

*Dedico esse trabalho aos meus pais Pedro (in memoriam) e Joana e minha irmã Mônica. Vocês foram e continuam sendo de extrema importância na minha vida e na minha formação, pois se cheguei até aqui foi com o apoio e incentivo de vocês, sem vocês eu jamais teria conseguido. Vocês são meu porto seguro.*

*Amo vocês!!!!*

*Dedico também ao meu noivo Anderson. Você também teve sua imensa contribuição em minha formação, pelo apoio e incentivo constante que você me deu e continua dando e pelo orgulho que você sente por mim, que só me deu mais força para continuar. Você é muito importante para mim.*

*Te amo!!*

## Índice

<b>Considerações Iniciais</b>	<b>1</b>
-------------------------------	----------

### **Capítulo I: Morphometric analysis of the crab *Hexapanopeus schmitti* (Decapoda: Xanthoidea) on the northern coast of the state of São Paulo, Brazil.**

Abstrat	5
Introduction	6
Material & Methods	8
Results	10
Discussion	14
References	17

### **Capítulo II: Crescimento Relativo e maturidade sexual morfológica de *Hexapanopeus paulensis* Rathbun, 1930 (Decapoda: Xanthoidea) no litoral norte paulista.**

Abstrat	20
Resumo	21
Introdução	22
Material & Métodos	24
Resultados	26
Discussão	33
Referências Bibliográficas	38

**Capítulo III: Estrutura populacional de duas espécies do gênero *Hexapanopeus* (Decapoda; Xanthoidea) na região de Ubatuba, litoral norte do estado de São Paulo, Brasil**

Resumo	41
Introdução	42
Material & Métodos	44
Resultados	45
Discussão	51
Referências Bibliográficas	56

**Capítulo IV: Distribuição Ecológica de duas espécies do gênero *Hexapanopeus* (*H. paulensis* e *H. schmitti*) (Decapoda: Xanthoidea) na região de Ubatuba, litoral norte do estado de São Paulo.**

Resumo	60
Introdução	61
Material & Métodos	63
Resultados	66
Discussão	79
Referências Bibliográficas	86

<b>Considerações Finais</b>	<b>90</b>
-----------------------------	-----------

## *Agradecimentos*

*Agradeço primeiramente à Deus por ser a luz de minha vida, por guiar os meus passos, estar ao meu lado e me dar forças sempre para que eu pudesse enfrentar todos os obstáculos vencer mais essa etapa.*

*Agradeço ao Prof. Dr. Adilson Fransozo, por tudo o que me ensinou até hoje e continuará ensinando, por todo o apoio e incentivo dedicado desde a Iniciação Científica, por ter acreditado em mim, por estar sempre pronto a nos ajudar e também por toda a estrutura oferecida. Sem você a realização desse trabalho não seria possível. Muito obrigada por tudo!*

*À Fundação de amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela bolsa de estudo oferecida (processo nº 04/05098-0) e pelos veículos utilizados (proc: 94/4878-8 e 98/031134-6) que viabilizou a execução deste trabalho. Também pelas bolsas de doutorado de Giovana Bertini, Rogério C. Costa e Lissandra Fernandes-Góes (proc. 97/12106-8; 97/12108-6 e 97/12107-0).*

*À profa. Dra. Maria Lúcia Negreiros-Fransozo, pelo exemplo de profissionalismo e por todas as sugestões oferecidas neste e em outros trabalhos.*

*Aos comandantes da embarcação “Progresso” Edson (Dedinho) e Djalma (Passarinho) pela competência e dedicação durante as coletas.*

*Ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Área de Zoologia e NEBECC, por todas as facilidades oferecidas durante a realização deste trabalho. E aos funcionários Sérgio P. Vicentini, Sônia B. R. Ciccone e Luciene J. Tobias por todos os auxílios.*

*Aos funcionários do Depto. de Zoologia: Juliana Rodrigues, Talita J. N. Naniguel, Flávio da Silva, Hamilton Rodrigues e Mário Pisani por estarem sempre dispostos a ajudar.*

*Ao Prof. Dr. Gustavo A. S. Melo, do Museu de Zoologia da USP, pela identificação das espécies.*

*Aos amigos Prof. Adilson, Giovana, Cebola, Lissandra, Michéli Corrêa e Guto pela coleta dos animais e dos fatores ambientais utilizados no presente estudo.*

*À amiga Giovana não só pela coleta dos animais, como também por todo o ensinamento que me proporcionou desde a época da graduação, pelas discussões eternas e por todos os “puxões de orelha” que só me ajudaram a crescer.*

*Ao acessor anônimo da FAPESP pelas sugestões dadas durante esse trabalho.*

*Aos amigos Dri, Tony, Gi, Aline, Fúlvio, Rosana, Xuxa e Japa pela paciência e por toda a ajuda, principalmente em estatística.*

*Aos amigos Tony e Cebola, que embora estudem os camarões, sempre estiveram prontos para discussões em assuntos diversos.*

*À Dri, por tudo o que me ensinou e pela ajuda sempre dispensada durante a preparação da qualificação, também da dissertação e outros trabalhos. Também à amiga Bruna por toda a ajuda oferecida sempre, pela confecção dos esquemas do presente trabalho. Obrigado por tudo, meninas, pela ajuda com as bibliografias, pelas “horas extras” de trabalho e também por todos os momentos de descontração em meio a estressantes momentos. Eu amo vocês!*

*Às amigas Aline, Dri e Bruna por toda a ajuda na preparação do meu exame de qualificação, não mediram esforços para que minha aula fosse linda.*

*Aos estagiários e amigos Anelita (Eclusa), Patrícia (Jorjão), Yve (Cólica), Põe e Michele por toda a ajuda em assuntos diversos e pelos momentos de descontração no laboratório. Principalmente Eclusa, Jorjão e Yve sempre prontas para me ajudar. Amo vocês também!*

*À todos os amigos do NEBECC do “lado de cá”: Adriane, Bruna, Bruno (Põe), Eclusa, Jorjão, Michele, Yve e Tony, e os amigos “do lado de lá”: Aline, Bruno (Pessoa), Gustavo (Japa), Patrícia, Rafael (Xuxa), Rosana e Stella, por estarem sempre prontos a ajudar e por todo apoio dispensado nos momentos em que mais precisei. Vocês são insubstituíveis!*

*À minha mãe Joana por me apoiar sempre e acreditar em mim e por agüentar meus momentos de stress e ausência. Também por cuidar de todos os meus animais em minha ausência. Você é a luz da minha vida, amo muito você.*

*À minha irmã Mônica, que amo muito por todo apoio e sugestões em vários momentos da minha vida. Também ao meu cunhado Cláudio pelas sugestões em assuntos diversos.*

*Ao meu noivo Anderson, por todo seu amor, por ter agüentado e aceitado minha ausência e ter me apoiado sempre da melhor forma possível. Amo você.*

*Ao Ministério do Meio Ambiente e IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), pela autorização para a realização das coletas nos locais amostrados.*

*Aos meus tios Cristina, Zé, Gênio, Mauro, João, Claudete, Rosa e Isabel por todo apoio a mim e minha família em vários momentos e em minha ausência.*

*Aos meus cães Shelly, Sharrieli, Luna e Emily pelas horas de descontração que incansavelmente me proporcionaram.*

*A todos os caranguejos e demais animais que contribuíram, perdendo suas vidas, para que este e outros trabalhos se realizassem.*

*A todas as pessoas que direta ou indiretamente me auxiliaram e que por falha minha, não foram citadas aqui.*

***Muito obrigado a todos!!!!***



## *Considerações iniciais*

De acordo com Mahiques (1995) litoral norte paulista é caracterizado pela grande proximidade da Serra do Mar em relação ao oceano, o que resulta, em um relevo bem recortado, com muitas baías e enseadas, formando assim, ambientes com limites internos muito irregulares, propícios ao estabelecimento de faunas marinhas particulares, estabelecidas em função das características e necessidades ecológicas de cada espécie, o que torna a região litorânea de Ubatuba, um local biodiverso. Entretanto, o constante aumento da exploração pesqueira, do turismo desordenado, enfim das atividades humanas atuam direta ou indiretamente nas causas primárias das mudanças da biodiversidade marinha. Devido a alta taxa de degradação dos ecossistemas marinhos, torna-se imprescindível a contínua necessidade de estudos relacionados à ecologia com a finalidade de avaliar as taxas de degradação do ambiente ao longo dos anos.

De acordo com Palácio (1992), a região de Ubatuba forma a porção interna da Província Biogeográfica do Estado de São Paulo, uma zona de transição de fauna caracterizada por uma complexa variação ambiental sazonal ocasionando uma fauna endêmica, adjacente as províncias do Caribe e Patagônia, e incluindo também organismos circuntropicais.

Durante o período de 1998 a 2000, realizou-se um grande projeto sobre a biodiversidade dos Crustacea, Decapoda (Brachyura, Penaeoidea, Anomura e Caridea) da região de Ubatuba, abrangendo três enseadas: Mar Virado, Ubatuba e Ubatumirim. Esse projeto levou a execução de três teses de doutorado, financiadas pela FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) processos nº: 97/12106-8; 97/12108-6 e 97/12107-0. Analisando a coleção científica do NEBECC (Núcleo de estudos em Biologia, Ecologia e Cultivo de Crustáceos) referente a este projeto, verificou-se a necessidade de um estudo mais detalhado sobre a bioecologia de duas espécies de caranguejos

relativamente abundantes na região de Ubatuba e que até o momento praticamente nada havia sido estudado.

Assim, a presente dissertação irá tratar de alguns aspectos relacionados à biologia e ecologia de duas espécies de caranguejos do gênero *Hexapanopeus*, em três enseadas da região de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo, durante os anos de 1998 e 1999. Tal região constitui, atualmente, um grande pólo turístico e de atividade pesqueira, principalmente de camarão, em alta expansão.

O município de Ubatuba situa-se em uma zona fisiográfica denominada Litoral de São Sebastião, tendo como divisas ao norte a cidade de Cunha, pela Serra do Mar; ao sul e leste com o oceano Atlântico; a nordeste com Paraty (RJ); a sudoeste com o município de Caraguatatuba e a oeste com os municípios de Natividade da Serra e São Luiz do Paraitinga (SP) (Camargo, 1994).

A área de estudo consistiu das enseadas do Mar Virado, Ubatuba e Ubatumirim. Essas enseadas possuem características fisiográficas distintas, tanto em relação à forma, como orientação de suas desembocaduras. A enseada do Mar Virado possui desembocadura larga e voltada para o sudoeste, com a Ilha do Mar Virado situada no lado esquerdo da entrada da enseada. A enseada de Ubatuba está voltada para leste e apresenta forte estrangulamento, que a divide em duas regiões, uma mais externa com profundidades maiores que 10 metros e a interna marcadamente mais rasa (Mahiques, 1995). Já a enseada de Ubatumirim apresenta a desembocadura voltada para o sudoeste, com muitas ilhas e lages.

A biodiversidade e a estrutura das comunidades marinhas bentônicas nas regiões Sudeste e Sul da plataforma continental brasileira são em grande parte controladas pela dinâmica das massas de água. A intrusão das Águas Centrais do Atlântico Sul (ACAS), caracterizada por apresentar temperaturas e salinidades baixas e ser rica em nutrientes, provoca grandes alterações nessas comunidades, beneficiando umas e desalojando outras. Além da ACAS, a região sofre também

a influência de mais duas massas de água, a Água Tropical (AT), apresentando altas temperaturas e salinidade, mas é pobre em nutrientes; e a Água Costeira (AC), com alta temperatura e salinidades baixas.

No tema central da dissertação estarão inclusos 4 capítulos, na forma de artigos, relacionados com a biologia e a ecologia dos caranguejos xantídeos *Hexapanopeus paulensis* e *H. schmitti*, habitantes da região infralitoral do substrato não consolidado das enseadas do Mar Virado, Ubatuba e Ubatumirim.

O primeiro e segundo capítulos tratam do crescimento relativo de *H. schmitti* e *H. paulensis*, respectivamente, contribuindo para o entendimento de alguns aspectos da biologia desses animais, principalmente relacionados com a reprodução. O primeiro capítulo já foi apresentado no XXV Congresso de Ciências del mar del Chile e XI Congresso Latino Americano de Ciências do Mar (COLACMAR), realizado em 2005 na cidade de Vinã Del Mar (Chile) e enviado para publicação na Revista de Biologia Tropical (Fumis et al., in press.), em uma edição especial com os trabalhos apresentados no Congresso. Esse trabalho apresenta-se de grande importância, pois esse gênero ainda é pouco conhecido.

O terceiro capítulo refere-se a aspectos populacionais das duas espécies, fazendo uma análise comparativa entre ambas, enfocando a distribuição de frequência em classes de tamanho, o recrutamento juvenil e a razão sexual.

O último capítulo analisa a os padrões distribucionais das duas espécies de caranguejos do gênero *Hexapanopeus* (*H. paulensis* e *H. schmitti*) nas enseadas de Ubatumirim, Ubatuba e Mar Virado, com relação a alguns fatores ambientais, tais como salinidade e temperatura da água, textura e teor de matéria orgânica do sedimento, a fim de verificar qual o parâmetro físico mais relevante que controla a distribuição dessas espécies, fazendo também uma análise comparativa entre as espécies.

Dessa forma, na presente dissertação, tentei englobar alguns assuntos relacionados com a biologia e a ecologia de duas espécies de Brachyura superfamília Xanthoidea, as quais são pouco estudadas, embora muito abundantes no litoral norte paulista.

### *Referências bibliográficas*

- Camargo, O. A. F. 1994. Ubatuba ou “Ubachuva” uma questão de geografia. Ed. Parma, 58p.
- Fumis, P. B., A. Fransozo, G. Bertini & A. A. Braga. Morphometric analysis of the crab *Hexapanopeus schmitti* (Decapoda: Xanthoidea) on the northern coast of the state of São Paulo, Brazil
- Mahiques, M. M. 1995. Sedimentary dynamics of the bays off Ubatuba, State of São Paulo. Bol. Inst. Oceanogr., 43: 111-122.
- Palácio, F. J. 1982. Revisión zoogeográfica marina del sur del Brasil. Bolm. Inst. Oceanogr., 31 (1): 69-92.

## Capítulo I

# Morphometric analysis of the crab *Hexapanopeus schmitti* (Decapoda: Xanthoidea) on the northern coast of the state of São Paulo, Brazil

Fumis, P. B; A. Fransozo; G. Bertini & A. A. Braga. *In press*. Morphometric analysis of the crab *Hexapanopeus schmitti* (Decapoda: Xanthoidea) on the northern coast of the state of São Paulo, Brazil. *Revista de Biologia Tropical*.

## *Abstract*

A morphometric study of the xanthid crab *Hexapanopeus schmitti* Rathbun, 1930 was carried out using the allometric method. Samples were taken monthly for 2 years (1998-1999) in the Ubatuba region on the northern coast of São Paulo. Sex and size were assessed for each specimen, and all crabs were measured to obtain their carapace width (CW) and length (CL), abdomen width (AW) at the base of the 5<sup>th</sup> somite, and major cheliped propodus length (PL) and height (PH). The gonopod length (GL) of males was also measured. The CWs of the crabs ranged from 2.5 to 9.8 mm for males and from 2.8 to 9.4 mm for females. The relative growth equation ( $Y=aX^b$ ) based on the relationship between GL and CW suggested that males reach their sexual maturity near 6.1 mm CW. This relationship indicates negative allometry during the juvenile phase, and positive allometric growth in adult life. In females, the estimated size at 50% maturity was 4.8 mm CW, based on the relationship of AW vs. CW. This relationship indicates positive allometry during both the juvenile and adult phases. Males reach larger sizes than females, which probably makes them better able to guard the females during courtship. Concerning heterochely, approximately 83% of the crabs analyzed (N = 371), disregarding sex, had the right cheliped larger than the left. Considering that crabs are the main predators of mollusks, the use of the right cheliped may be adaptive for handling dextral gastropod shells. More detailed investigation is needed in order to determine which are the most important cheliped functions.

**Key words:** Relative growth, Xanthidae, heterochely, *Hexapanopeus schmitti*

## *Introduction*

Arthropods have a growth pattern different from other zoological groups. At birth, many of them have very different forms from those assumed by the adults; consequently, they undergo a series of transformations in the course of their development, from the post-larval to the adult phase (Mantelatto & Fransozo 1994). With these changes, as growth progresses certain dimensions of the animal's body may grow much more than others, resulting in the phenomenon known as relative growth (Hartnoll 1974).

According to Rodrigues (1985), relative growth is a morphometric relationship that can be described by a mathematical equation which relates the dimensions of parts of the body or of an organ to the whole. For brachiurans, this equation is much used to determine marked changes in the form and size of the abdomen, pleopods or chelipeds during their ontogeny. These changes result in changes in the equations and in the indices of allometry, which can occur gradually (after several molts) or abruptly (after a single molt) in consequence of the hormonal processes associated with sexual maturation of the individual.

The first studies of relative growth in crustaceans date from the first decades of the last century (e.g., Huxley 1924, Huxley & Richards 1931). Since then, many bioecological and fisheries studies on brachiurans have provided estimates of the size at the beginning of sexual maturity, among them those of Hartnoll (1972), Campbell & Eagles (1983), Gherardi & Micheli (1989), Haefner (1990), Pinheiro & Fransozo (1993), Mantelatto & Fransozo (1994), Santos et al. (1995), Fransozo et al. (2002) and Benetti & Negreiros-Fransozo (2004). The size at sexual maturity in populations of crustaceans is a very important aspect of the life history of the species (Stearns & Koella 1986). The few published studies of relative growth and sexual maturity of species of Xanthoidea include those of Finney & Abele (1981), Huber (1985), Vanini & Gherardi (1988), Góes & Fransozo (1997), Guimarães & Negreiros-Fransozo (2002) and Negreiros-Fransozo & Fransozo (2003).

The shape and size of the chelipeds are also important parameters in the life of crabs, in that these structures are used for reproductive purposes and in agonistic interactions, as well as in feeding. The morphology and biomechanics of the chelae are of

fundamental interest, given their importance for the ecology and evolution of the group (Bloch & Rebach 1998).

The objective of this study was to analyze the relative growth of *Hexapanopeus schmitti* Rathbun, 1930, based on certain morphometric relationships, and to verify the occurrence of heterochely in both sexes. Through analysis of these parameters it was possible to characterize the degree of allometry, as well as to estimate the size at which males and females reach sexual maturity.

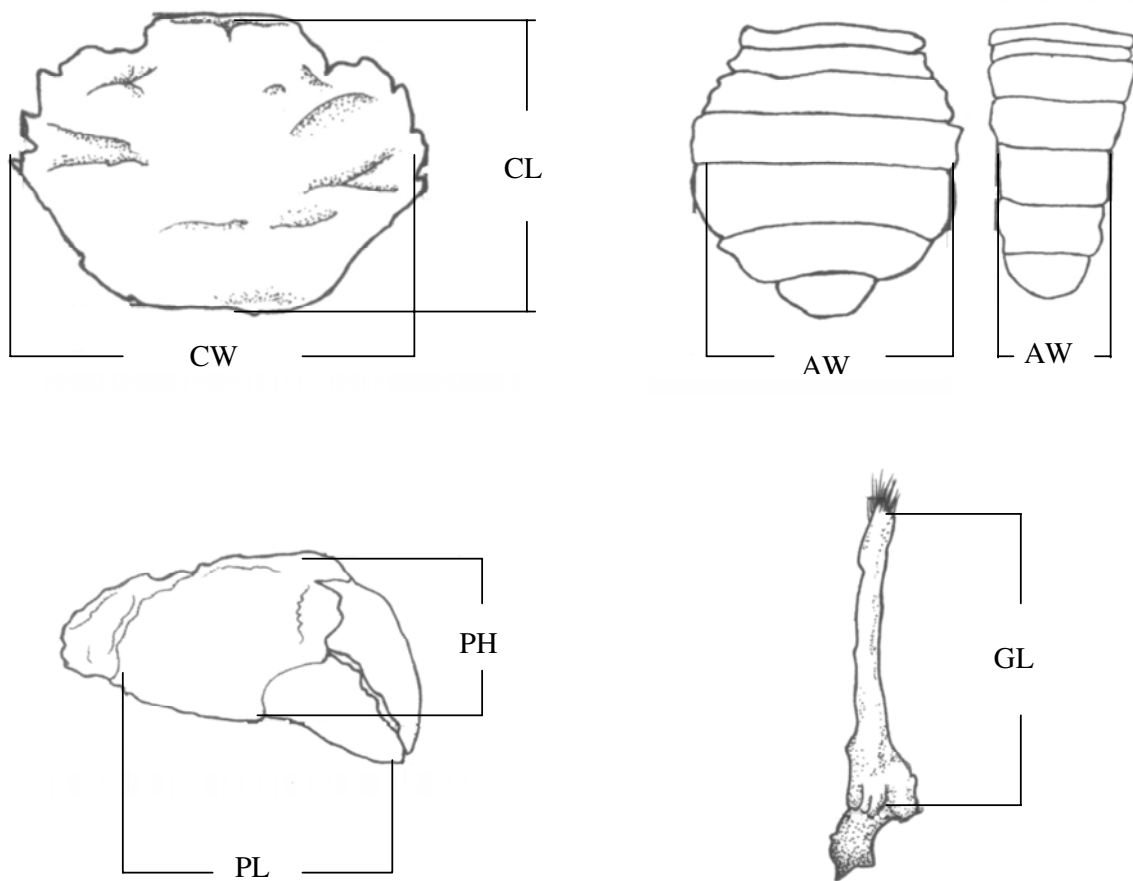


## *Material & Methods*

The crabs were collected monthly for two years (1998 and 1999), using a fishing boat equipped with double-rig tow nets, in the region of Ubatuba (23°32'S, 44°44'W) on the northern coast of the State of São Paulo, Brazil. The individuals were identified and stored in labeled jars containing 70% ethanol. In the laboratory, the crabs were counted and sexed. Their body dimensions were measured under a stereomicroscope fitted with a drawing tube. The measurements included the width (CW) and length (CL) of the carapace, width of the abdomen (AW), length and height of the propodus of the larger cheliped (PL and PH) and gonopod length of the males (GL). Measurements of the right and left chelipeds were used in the analysis of heterochely.

The size at sexual maturity was obtained using the programs Mature I and II (Somerton 1980a, b).

The power function ( $Y=aX^b$ ) was used for the relationship which best represents maturity for each sex. The relationship of carapace area (CW.CL) versus cheliped area (PL.PH) was also most appropriately analyzed by a power function. The occurrence of isometry ( $H_0: \beta = 1$ ) was tested using Student's t-test ( $\alpha=5\%$ ) on the value obtained for the slope. Comparison of the transformed equations ( $\log_{10}Y = \log_{10} a + b \log_{10} X$ ) between the young and adult crabs and between sexes was done by covariance analysis ( $\alpha=5\%$ ) (Zar 1996). The length of the chelar propod and the carapace width were compared between the sexes by Student's t-test (Sokal & Rohlf 1995). The mean carapace sizes of males and females were compared with the Mann-Whitney test ( $\alpha= 5\%$ ).



**Figure 1:** *Hexapanopeus schmitti*. Schematic drawings of the body parts measured: CW=carapace width; CL=carapace length; AW=abdomen width; PL=cheliped propodus length; PH= cheliped propodus height; GL=gonopod length.

## *Results*

A total of 451 individuals of *H. schmitti* were captured. Their sizes ranged from 2.5 to 9.8 mm for males (N=321) and 2.8 to 9.4 mm for females (N=130). The mean size of the adult males ( $7.16 \pm 1.02$  mm) was statistically larger than the mean size of adult females ( $5.64 \pm 0.95$  mm) ( $p < 0.05$ ).

The morphometric relationships which best indicated the beginning of sexual maturity for *H. schmitti* were CW vs. GL for males and CW vs. AW for females. Based on the program Mature (I and II), the size at which 50% of the males reached sexual maturity was 6.1 mm CW, and for females was 4.8 mm CW (Table I).

All the equations for relative growth obtained for males and females are shown in Table I. The regression parameters (slope and intercept) of all the allometric relationships, for both sexes, were statistically different ( $p < 0.05$ ) between the young and adult phases, except for the relationship CW x PH for females. Females showed positive allometry in the relationship CW x AW during both phases, showing that the growth ratio of the abdomen is larger than that of the carapace width. Gonopod growth in males showed negative allometry during the juvenile phase, and positive allometry with passage to the adult phase.

Figures 2 and 3 show the relationships CW x AW for females and CW x GL for males, in each phase of life (young and adult), according to their morphological changes. Table II shows the minimum, maximum and mean sizes of the chelipeds for each sex. The mean size (length and width) of both of the chelipeds of males and females differed statistically, being larger in the males. In both sexes the right cheliped was statistically larger than the left one (Table III). The relationship of cheliped area vs. carapace area fitted to a power function, indicated that the growth of cheliped area shows positive allometry for both sexes, except for the left cheliped of the females (Table IV).

**Table I:** *Hexapanopeus schmitti*. Regression analyses of morphometric data. Carapace width (CW) was used as the independent variable.

Variable	Group	N	Linear equation LogY=loga+blogx	r <sup>2</sup>	T <sup>1)</sup> (b=1)	Degree of allometry	Somerton's F test Value <sup>2)</sup>	Cutoff point <sup>3)</sup>
CL	YM	241	LogCL=-0.060 + 0.911logCW	0.97	8.58*	-	-	-
	AM	56	LogCL=-0.113 + 0.987logCW	0.96	0.46 <sup>ns</sup>	0	-	-
	YF	75	LogCL=-0.059 + 0.903logCW	0.94	3.68*	-	-	-
	AF	47	LogCL=-0.188 + 1.079logCW	0.94	-2.01*	+	-	-
PL	YM	232	logPL=-0.338 + 1.237logCW	0.93	-10.4*	+	-	-
	AM	52	logPL=-0.127 + 0.979logCW	0.77	0.27 <sup>ns</sup>	0	-	-
	YF	65	logPL=-0.217 + 1.009logCW	0.93	-0.28 <sup>ns</sup>	0	-	-
	AF	43	logPL=-0.339 + 1.177logCW	0.91	3.03*	+	-	-
PH	YM	210	logPH=-0.719 + 1.402logCW	0.62	-9.06*	+	-	-
	AM	47	logPH=-0.275 + 0.855logCW	0.83	1.47 <sup>ns</sup>	0	-	-
	TF	108	logPH=-0.557 + 1.090logCW	0.90	-2.58*	+	-	-
AW	YM	241	logAW=-0.060 + 0.911logCW	0.76	8.58*	-	-	-
	AM	56	logAW=-0.113 + 0.987logCW	0.83	0.46 <sup>ns</sup>	0	-	-
	YF	31	LogAW=-0.793 + 1.488logCW	0.78	-4.72*	+	88.3	4.8
	AF	45	LogAW=-0.648 + 1.291logCW	0.80	-3.01*	+	-	-
GL	YM	199	logGL=-0.421 + 0.836logCW	0.76	4.94*	-	14.8	6.1
	AM	51	logGL=-0.727 + 1.228logCW	0.93	-4.75*	+	-	-

CL= carapace length; PL = major cheliped propodus length; PH= major cheliped propodus height; AW = abdomen width; GL = gonopod length; YM = young male, AM = adult male; FJ = young female; FA = adult female; FT = total female; N = number of specimens; 0 isometry; + positive allometry; - negative allometry.

1) Student's *t*-test for H<sub>0</sub>: b = 1: \* significant at *p*<0.05; ns, non-significant at *p*>0.05

2) All F-ratios correspond to *p*<0.05.

3) Size of 50% of females at maturity, estimated by Mature I analyses (AW vs. CW); estimated by maturation point (Mature II analyses) for males (GL vs. CW) (Somerton, 1980a, b).

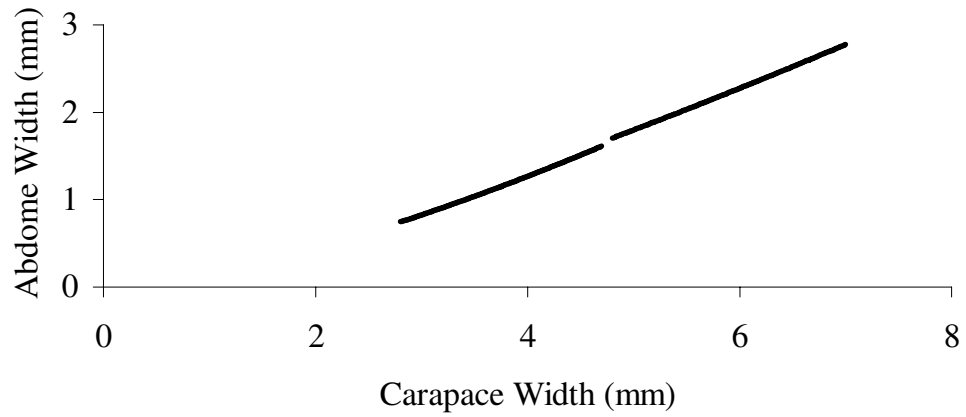


Figure 2: *Hexapanopeus schmitti*. Relationship between abdomen width (AW) and carapace width (CW) in females.

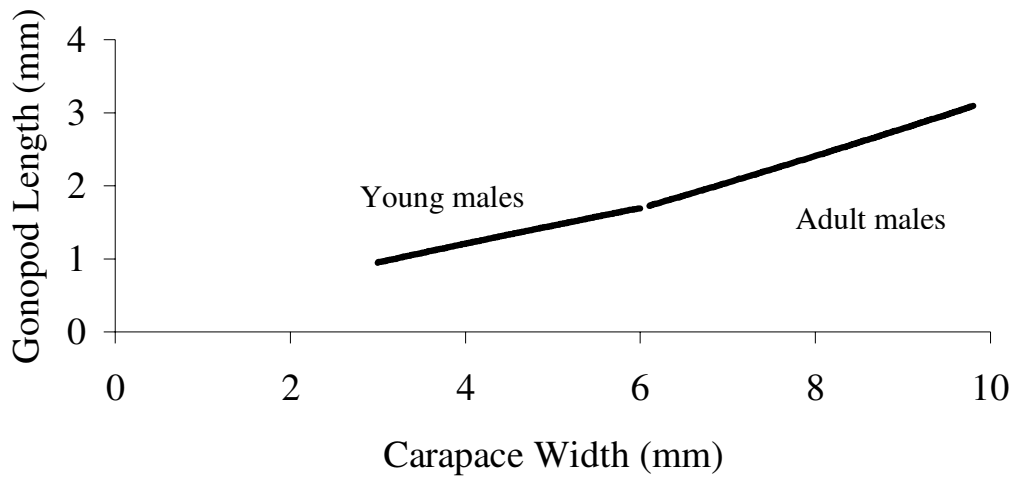


Figure 3: *Hexapanopeus schmitti*. Relationship between gonopod length (GL) and carapace width (CW) in males.

**Table II:** *Hexapanopeus schmitti*. Size ranges related to chelar propodus length and height in each sex. (M=males, F=females)

Propodus	Sex	Right			Left		
		Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
Length	M	1.5	7.9	3.43 ±1.1 aA	1.4	7.2	3.19±0.97 aB
	F	1.6	6.0	2.82±0.71 bA	1.5	5.4	2.61±0.63 bB
Height	M	0.7	4.6	1.86±0.65 aA	0.4	3.7	1.53±0.49 aB
	F	0.8	3.2	1.45±0.39 bA	0.6	2.2	1,22±0.29 bB

Means followed by the same small letters do not differ statistically (within-sex comparison) ( $p > 0.05$ ).  
 Means followed by the same capital letters do not differ statistically (within-side comparison) ( $p > 0.05$ ).

**Table III:** *Hexapanopeus schmitti*. Predominance of the larger chela in males and females.

Sex	Larger chela			
	Right		Left	
	N	%	N	%
Males	214	82.3	46	17.7
Females	95	85.6	16	14.4
Total	309	83.3	62	16.7

( $p > 0.05$ ).

**Table IV:** *Hexapanopeus schmitti*. Linear regression for cheliped area vs. carapace area.

Demographic category	N	Linear regression LogY=loga +blogX	r <sup>2</sup> (%)	t* (b=1)	Degree of allometry
LM	271	logCH=-0.922 + 1.227logCA	90	-9.52*	+
RM	268	logCH=-0.868 + 1.270logCA	85	-8.5*	+
LF	108	logCH=-0.774 + 1.045logCA	90	- 1.39 <sup>ns</sup>	0
RF	110	logCH=-0.790 + 1.154logCA	87	-3.6*	+

CH = cheliped area; CA= carapace area; LM= left-handed males; RM= right-handed males; LF= left-handed females; RF= right-handed females; log=logarithm base 10.

Student's *t*-test for  $H_0: \beta=1$ ; \* significant at  $p < 0.05$ ; ns: non-significant at  $p > 0.05$ .

## *Discussion*

Morphological changes related to sexual maturity are typically associated with the transformations of the endocrine system, which are also related to the process of reproductive maturation, distinguishing the juvenile and adult phases (Hartnoll 1982). The differences in relative growth after the puberty molt can be seen in the dimensions of the carapace, as a consequence of the development of the gonads. This was observed in the present study, and also for other brachiurans (Huber 1985, Negreiros-Fransozo et al. 2002 and 2003).

The mean size of adult crabs in a given population may be a result of environmental changes, such as photoperiod, temperature, precipitation or availability of food, among others (Campbell & Eagles 1983). Similarly, differences between the sexes in size at sexual maturity are common, and frequently encountered in brachiurans. In the present study, the males of *H. schmitti* reached sexual maturity at a larger size than did the females. This has also been observed for other species, such as in the studies of Góes & Fransozo (1997), Alberto & Fontoura (1999), Colpo & Negreiros-Fransozo (2003), Costa & Negreiros-Fransozo (2003) and Benetti & Negreiros-Fransozo (2004). The slower growth of females in relation to males can be attributed to the former directing their potential energy principally to reproductive processes, whereas males direct more energy to somatic growth (Christy & Salmon 1984, Conan 1985, Díaz & Conde 1989).

For brachiurans in general, when two carapace dimensions are correlated (e.g., CW and CL), changes during ontogeny do not occur, because growth tends to be isometric. This has been frequently observed; for example, for *Portunus spinimanus* (Santos et al. 1995), *Eriphia gonagra* (Góes & Fransozo 1997), *Sesarma rectum* (Mantelatto & Fransozo 1999) and *Panopeus austrobesus* (Negreiros-Fransozo & Fransozo 2003). However, in the case of *H. schmitti* there was differential growth between the young and adult phases for both sexes, as also observed for the ocypodid *Ocypode quadrata* by Fransozo et al. (2002). This differential growth is probably associated with better accommodation of the gonads because of their development after sexual maturity.

Changes during the ontogeny of *H. schmitti* were observed, principally in the gonopod of the males and the abdomen of the females, seeing that these structures are directly related to reproduction, a decisive process for the success of the species. These

relationships are commonly used for this purpose, as also observed by Finney & Abele (1981), Davidson & Marsden (1987) and Vanini & Gherardi (1988).

The increase in abdominal width generally characterizes a distinct sexual dimorphism in representatives of the suborder Brachyura. In the present study, from the relationship CW x AW it was possible to observe a change in growth of the abdomen of the females, showing a higher positive allometry in young than in adults. This positive allometry may be an adaptive characteristic of the females, in which the ample abdomen provides a large area to maintain and protect the eggs, thus improving conditions for incubating the new generation (Haefner 1990, Mantelatto & Fransozo 1994). *Hexapanopeus schmitti* has a similar pattern to that found in the majority of crab species, including other species of Xanthoidea previously studied, such as *Trapezia ferruginea* (Finney & Abele 1981), *Eriphia smithii* (Vannini & Gherardi 1988), *Eriphia gonagra* (Góes & Fransozo 1997), *Eurytium limosun* (Guimarães & Negreiros-Fransozo 2002) and *Panopeus austrobesus* (Negreiros-Fransozo & Fransozo 2003).

The growth of the gonopod showed positive allometry after sexual maturity, differing from that shown by *Eriphia gonagra* (Góes & Fransozo 1997), but similar to that of other species such as *Goniopsis cruentata* (Cobo & Fransozo 1998), *Panopeus austrobesus* (Negreiros-Fransozo & Fransozo 2003) and *Ocypode quadrata* (Fransozo et al. 2002). The relationship CW x GL is a useful character to estimate the beginning of sexual maturity.

Many investigators have noted the importance of the morphometry of the chela dimensions, to characterize possible sexual dimorphism and maturation in crabs (Hartnoll 1982; Abello et al. 1990). In many brachiurans the cheliped is larger in males than in females after sexual maturity is attained, but is considered a secondary sex character (Hartnoll 1974).

The relationship PL vs. CW in males of *H. schmitti* showed a clear increase in the length of the propodus during the juvenile phase, with a high degree of allometry, whereas growth was less pronounced during the adult phase. In the case of females, the growth of this structure was more pronounced after sexual maturation. This species shows a pattern similar to that described by Hartnoll (1982) for male brachiurans, whose growth is positively allometric during the juvenile phase and increases slightly in size after the



puberty molt. However, the females showed a pattern different from that proposed by Hartnoll (1982), who affirmed the occurrence of isometry in all the phases.

The presence of a larger cheliped in adult males may increase their success in agonistic interactions (Lee & Seed 1992; Claxton et al. 1994). Another adaptive advantage may obtain during the breeding season, when males compete with each other for females, which are held and manipulated with the chelipeds during the entire copulatory sequence (Hartnoll 1982; Pinheiro & Fransozo 1993).

The height of the chelar propodus showed the same pattern observed for the other chelar dimension. However, for females the difference in degree of allometry between the phases was evident only in the length of the chelar propodus.

The phenomenon of heterochely, which is the difference in size and function of the chelipeds in terms of size, was pronounced in *H. schmitti*. In the present study, the length and height of both of the chelipeds differed between the sexes, implying sexual dimorphism, considering the size of the chelipeds. The right cheliped of this species was larger than the left. This was also observed by Tweedie (1950), who was the first to describe heterochely in Xanthidae. Other studies on certain species of Xanthoidea, such as those of Vanini & Gherardi (1988), Góes & Fransozo (1998), Guimarães & Negreiros-Fransozo (2002), Negreiros-Fransozo & Fransozo (2003), have found similar results.

In relation to the area of the cheliped in the females, the left cheliped grew in the same proportion as the carapace, whereas the right grew more. Vermeij (1975) related this difference in growth to greater use of the right cheliped in feeding, considering that crabs are great predators of mollusks. The use of the right cheliped may be an adaptation to manipulate and open dextral gastropod shells.

In general, the growth pattern of the chelipeds can be related to feeding, defense or reproductive behavior, as pointed out by Tsuchida & Fujikura (2000).

## References

- Alberto, R.M.F. & N.F. Fontoura. 1999. Distribuição e estrutura etária de *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) em praia arenosa do litoral sul do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 59: 95-108.
- Benetti, A.S. & M.L. Negreiros-Fransozo. 2004. Relative growth of *Uca burgesi* (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in the southeastern Brazilian coast. *Iheringia, Série Zoológica* 94(1): 67-72.
- Bloch, J.D. & S. Rebach. 1998. Correlates of claw strength in the rock crab *Cancer irroratus* (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana* 17: 468-473.
- Campbell, A. & M.D. Eagles. 1983. Size at maturity and fecundity of rock crabs, *Cancer irroratus*, from the Bay of Fundy and southwestern Nova Scotia. *Fishery Bulletin* 81(2): 357-362.
- Christy, H.H. & M. Salmon. 1984 Ecology and evolution of mating systems of fiddler crabs (genus *Uca*). *Biological Reviews, Cambridge* 59: 483-509.
- Claxton, W.T., K. Govind & R.W. Elnor. 1994. Chela function, morphometric maturity, and the mating embranchment in male snow crab, *Chionoecetes opilio*. *Canadian Journal Fishery aquatic Science* 51: 1110-1118.
- Cobo, V.J. & A. Fransozo. 1998. Relative growth of *Goniopsis cruentata* (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) on the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Iheringia, Série Zoológica* 84: 21-28.
- Colpo, K.D. & M.L. Negreiros-fransozo. 2003. Reproductive output of *Uca vocator* (Herbst, 1804)(Brachyura, Ocypodidae) from three subtropical mangroves. *Crustaceana, Leiden* 76(1): 1-11.
- Conan, G.Y. 1985. Periodicity and phasing of molting, p. 73-100. In Wenner, A.M. Factors in adult growth. Rotterdam, A. A. Balkema.
- Costa, T.M. & M.L. Negreiros-Fransozo. 2003. Population biology of *Uca thayeri* Rathbun, 1900 (Brachyura, Ocypodidae) in a subtropical South America mangrove area: results from transect and catch per unit effort techniques. *Crustaceana* 75(10): 1201-1218.

- Davidson, R.J. & I.D. Marsden. 1987. Size relationship and relative growth of the New Zealand swimming crab *Ovalipes catharus* (White, 1843). *Journal of Crustacean Biology* 7(2): 308-317.
- Diaz, H. & J.E. Conde, 1989. Population dynamics and life history of the mangrove crab *Aratus pisoni* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. *Bulletin of Marine Science* 45(1): 148-163.
- Finney, W.C. & L.G. Abele. 1981. Allometric variation and sexual maturity in the obligate coral commensal *Trapezia ferruginea* Latreille (Decapoda, Xanthidae). *Crustaceana* 41(2); 113-130.
- Fransozo, A., M.L. Negreiros-Fransozo & G. Bertini. 2002. Morphometric studies of the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Decapoda, Ocypodidae) from Ubatuba, São Paulo, Brazil p. 189-195. In E. Escobar-Briones & F. Alvarez (eds.). *Modern approaches to the study of Crustacea*. Kluwer Academic Publishers/Plenun Publishers, New York, Rotterdam.
- Gherardi, F & F. Micheli. 1989. Relative growth and population structure of the freshwater crab *Potamon palestinesis*, in the Dead Sea area (Israel). *Israel Journal of Zoology* 36: 133-145.
- Góes, J.M. & A. Fransozo. 1997. Relative growth of *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Crustacea, Decapoda, Xanthidae) in Ubatuba, State of São Paulo, Brazil. *Nauplius* 5(2): 85-98.
- Góes, J.M & A. Fransozo. 1998. Heterochely in *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Crustacea, Decapoda, Xanthidae) of the rocky coast from Praia Grande, Ubatuba (SP), Brazil. *Biotema* 11(1): 71-80.
- Guimarães, F.J. & M.L. Negreiros-Fransozo, 2002. Sexual maturity of *Eurytium limosum* (Say, 1818) from a subtropical mangrove in Brazil, p 157-161. In E. Escobar-Briones & F. Alvarez (eds.). *Modern approaches to the study of Crustacea*. Kluwer Academic Publishers/Plenun Publishers, New York, Rotterdam.
- Haefner, P.G.JR. 1990. Morphometry and size at maturity of *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) in Bermuda. *Bulletin of Marine Science* 46(2): 274-286.
- Hartnoll, R.G. 1972. The biology of the burrowing crab, *Corystes cassivelaunus*. *Bijdragen tot de Dierkunde* 42(2): 274-286.

- Hartnoll, R.G. 1974. Variation in growth pattern between some secondary sexual characters in crabs (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana* 27(2): 131-136.
- Hartnoll, R.G. 1982. Growth, p. 11-196. In Bliss, D. E. (ed.). *The biology of Crustacea: embryology, morphology and genetics*. Academic Press, New York. V.2.
- Huber, M.E. 1985. Allometric growth of the carapace in *Trapezia* (Brachyura, Xanthidae). *Journal of Crustacean Biology* 5(1): 79-83.
- Huxley, J.S. 1924. Constant differential growth-ratios and their significance. *Nature* 14: 897-896
- Huxley, J.S. & O.W. Richards. 1931. Relative growth of the abdomen and the carapace of the shore-crab *Carcinus maenas*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 17(3): 1001-1015.
- Lee, S.Y. & R. Seed. 1992. Ecological implications of cheliped size in crabs: some data from *Carcinus maenas* and *Liocarcinus holsatus*. *Marine Ecology Progress Series* 84: 151-160.
- Mantelatto, F.L.M. & A. Fransozo. 1994. Crescimento relativo e dimorfismo sexual em *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Decapoda, Brachyura) no litoral norte paulista. *Papéis Avulsos de Zoologia* 39(4): 33-48.
- Mantelatto, F.L.M. & A. Fransozo. 1999. Relative Growth of the crab *Sesarma resctum*, Randall, 1840 (Decapoda, Brachyura, Grapsidae) from Bertioga, São Paulo, Brazil. *Pakistan Journal of Marine Biology (Marine Research)* 5(1): 11-21.
- Negreiros-Fransozo, M.L, A. Fransozo & G. Bertini. 2002. Reproductive cycle and recruitment period of *Ocypode quadrata* (Decapoda: Ocypodidae) at a sandy beach in southeastern Brazil. *Journal of Crustacean Biology* 22(1): 157-161.
- Negreiros-Fransozo, M.L, K.D. Colpo & T.M. Costa. 2003. Allometric growth in the fiddler crab *Uca thayeri* (Rathbun, 1900) (Brachyura, Ocypodidae) from a subtropical mangrove. *Journal of Crustacean Biology* 23(2): 273-279.
- Negreiros-Fransozo, M.L. & V. Fransozo. 2003. A morphometric study of the mud crab, *Panopeus austrobesus* Williams, 1983 (Decapoda, Brachyura) from a subtropical mangrove in South America. *Crustaceana* 76(3): 281-294.

- Pinheiro, M.A.A. & A. Fransozo. 1993. Relative growth of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Brachyura, Portunidae), near Ubatub, state of São Paulo, Brazil. *Crustaceana* 65(3): 377-389.
- Rodrigues, S.A. 1985. Sobre o crescimento relativo de *Callichyrus major* (Say, 1818) (Crustacea, Decapoda, Thalassinidae). *Boletim de Zoologia* 9: 135-211.
- Santos, S.; M.L. Negreiros-Fransozo & A. Fransozo. 1995. Morphometric relationships and maturation in *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Brachyura, Portunidae). *Revista Brasileira de Biologia* 55(4): 545-553.
- Sokal, R. R. & F. J. Rohlf. 1995. *Biometry*. 3rd edition (Third printing). Freeman WH and Co., New York.
- Somerton, D. 1980 (a). Fitting a straight line to Hiatt growth diagrams: a re-evaluation. *Journal do Conseil International Explor. Mer* 39: 15-19.
- Somerton, D. 1980 (b). A computer technique for estimating for estimating the size of sexual maturity in crabs. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 1488-1494.
- Stearns, S.C. & J.C. Koella. 1986. The evolution of phenotypic plasticity in life-history traits: predictions of reaction norms for age and size at maturity. *Evolution, Int. Journ. Org. Evol.* 40(5): 893-913.
- Tsuchida, S. & K. Fujikura. 2000. Heterochely, relative growth, and gonopod morphology in the bythograeid crab, *Austinograea williamsi* (Decapoda, Brachyura). *Journal of Crustacean Biology* 20(2): 407-414.
- Tweedie, M.W.F. 1950. The fauna of the Cocos-Keeling Islands, Brachyura and stomatopods. *Bulletin of Raffles Museun* 22: 105-148.
- Vanini, M. & F. Gherardi. 1988. Studies on the pebble crab, *Eriphiza smithi* MacLeay, 1838 (Xanthoidea, Menippidae): patterns of relative growth and population structure. *Tropical Zoology* 1: 203-216.
- Vermeij, G.J. 1975. Evolution and distribution of left-handed and planispiral coiling in snails. *Nature* 254: 419-420.
- Zar, J.H. 1996. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, Upper Saddle River. 662 pp.

## Capítulo II

Crescimento relativo e maturidade sexual morfológica de  
*Hexapanopeus paulensis* Rathbun, 1930 (Decapoda: Xanthoidea:  
Hexapodidae) no litoral norte paulista.

## *Abstract*

The size in which brachyurans reach the sexual maturity is essential to the knowledge of species reproductive biology. The aim of this work was to determine the relative growth and morphological sexual maturity of the xanthid crab *Hexapanopeus paulensis* by means of the allometric technique and to verify the occurrence of heterochely in each sexes. Samples were taken monthly for 2 years (1998-1999) in the Ubatuba region on the northern coast of São Paulo State. All crabs were sexed and measured to obtain their carapace width (CW) and length (CL), abdomen width (AW) at the base of the 5<sup>th</sup> somite, right and left cheliped propodus length (PL) and height (PH). Males were also measured at their gonopod length (GL). The relative growth was described using the allometric equation  $y=ax^b$  and the software Mature I was used to estimate the size of maturity. The size of crabs based on CW ranged from 3.0 to 17.4mm for males and 2.9 to 14.0mm for females. The scatterplots of the relationship CL vs. CW indicated negative allometry for young males, young and adult females and isometry for the adult males. The relationships PL vs. CW and PH vs. CW indicated positive allometry to females and all males. For relationships GL vs. CW, males showed positive allometry in the young phase and negative in adults. For females the relationship AW vs. CW indicate positive allometry in both phases. In almost all regressions, the growth pattern of the juvenile and adult phases had statistical difference ( $p<0.05$ ), except for PL and PH for females ( $p>0.05$ ). The relationships that best indicated the change from the juvenile to adult phase were GL vs. CW for males and AW vs. CW for females. The size in which 50% of males from this population are mature was about 7.8mm of CW ( $F=52.17$ ,  $p<0.05$ ) and females about 6.5mm of CW ( $F=178.16$ ,  $p<0.05$ ). The maturity found by relationships with gonopod size in males and abdomen size in females has reproductive importance as it transfer the gamets and protects the egg mass during incubation. Concerning cheliped, approximately 81% of the crabs analysed (N=947), disregarding sex, have the right PL larger than left. Such difference in the chelipeds size may compensate the smaller size of the crab during defense or prey capture.

Key-words: relative growth, sexual maturity, *Hexapanopeus*, Xanthoidea

## Resumo

O tamanho no qual os braquiúros atingem a maturidade sexual é fundamental para o conhecimento da biologia reprodutiva das espécies. O objetivo deste trabalho foi determinar o crescimento relativo e a maturidade sexual morfológica do caranguejo xantídeo *Hexapanopeus paulensis*, por meio do método alométrico e verificar a ocorrência de heteroquelia em ambos os sexos. As coletas foram realizadas mensalmente por dois anos (1998-1999) na região de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo. Todos os caranguejos foram classificados quanto ao sexo e mensurados quanto à largura da carapaça (LC), comprimento da carapaça (CC), largura do abdome (LA) da base do 5º somito, comprimento (CPQ) e altura (APQ) do própodo dos quelípodos direito e esquerdo, e comprimento do gonopódio (CG) dos machos. O crescimento relativo da espécie foi descrito a partir da equação alométrica  $y=ax^b$  e o programa Mature I foi utilizado para estimar o tamanho da maturidade. O tamanho dos caranguejos, baseado na LC, variou de 3,0 a 17,4mm para machos e 2,9 a 14,0mm para fêmeas. A análise da relação CL vs. CW evidenciou alometria negativa para machos jovens e fêmeas jovens e adultas, e isometria para machos adultos. A relação CPQ vs. LC e APQ vs. LC indicaram alometria positiva para machos e fêmeas. Para relação CG vs LC, machos exibiram alometria positiva na fase juvenil e negativa na fase adulta. Para fêmeas a relação LA vs. LC indicou alometria positiva em ambas as fases. Em quase todas as regressões, o padrão de crescimento exibidos por jovens e adultos diferiu estatisticamente ( $p<0,05$ ), exceto para CPQ e APQ para fêmeas ( $p>0,05$ ). As relações que melhor indicaram a mudança da fase juvenil para adulta foram CG vs. LC para machos e LA vs. LC para fêmeas. O tamanho no qual 50% dos machos na população encontram-se maduros foi estimada em 7,8mm de LC ( $F=52,17$ ,  $p<0,05$ ) e para as fêmeas em 6,5mm de LC ( $F=178,16$ ,  $p<0,05$ ). A maturidade evidenciada pelo tamanho do gonopódio em machos e do abdome em fêmeas possui atribuições reprodutivas, na transferência de gametas e proteção das massas de ovos durante a incubação, respectivamente. Com relação aos quelípodos, cerca de 81 % dos caranguejos analisados ( $N=947$ ), não considerando o sexo, apresentaram o quelípedo direito maior que o esquerdo. Tal diferença no tamanho dos quelípodos pode compensar o pequeno tamanho do caranguejo durante defesa e captura de presa.

Palavras-chave: Crescimento relativo, maturidade sexual, *Hexapanopeus*, Xanthoidea.



## *Introdução*

O fato dos crustáceos apresentarem um tegumento rígido torna-os um grupo bastante atraente para a realização de estudos biométricos. De acordo com Benetti & Fransozo (2004) esse exoesqueleto limita o crescimento desses animais, fazendo com que necessite ser periodicamente mudado a fim de que o animal possa crescer. Assim, o processo de crescimento é descontínuo e ocasiona períodos em que o tamanho do animal permanece inalterado (período de intermuda), o que facilita a obtenção de dados biométricos precisos.

O crescimento relativo tem sido comumente utilizado a fim de determinar o tamanho da maturidade sexual em *Brachyura* (Pinheiro & Fransozo, 1993, Santos et al., 1995, Fransozo et al., 2002). Estimativas do início da maturidade sexual está entre as mais importantes informações a respeito de uma população (Pinheiro & Fransozo, 1998).

A maturidade sexual é entendida como o início de transformações morfológicas e fisiológicas pelas quais um indivíduo jovem atinge a capacidade de produzir gametas férteis (Mantelatto & Fransozo, 1996). Estimativas do tamanho em que os animais atingem a maturidade sexual são atualmente baseadas em estudos macroscópicos e histológicos das gônadas (maturidade fisiológica) e nas análises das mudanças em forma e tamanho de certas estruturas do corpo (maturidade morfológica) (Mantelatto & Fransozo op cit). A maturidade morfológica pode ocorrer sincronicamente ou não com a maturidade fisiológica, caracterizando indivíduos maduros morfológicamente e imaturos fisiologicamente, e vice versa (Hartnoll, 1982, Sastry, 1983).

Vários métodos são utilizados com o objetivo de caracterizar a maturidade morfológica em braquiúros, entre eles o crescimento relativo. A análise do crescimento relativo leva em consideração mudanças em estruturas externas do corpo, as quais podem ser detectadas, principalmente, nos apêndices sexuais, abdome e quelípodos. Assim, o início da maturidade sexual representa um dos principais fatores responsáveis pela alteração nos padrões de alometria, permitindo, portanto, sugerir o tamanho em que o animal se torna morfológicamente maduro (González-Gurriarán & Freire, 1994).

Os autores pioneiros a citarem o crescimento relativo como indicador de maturidade sexual em braquiúros foram Cott (1929), Huxley & Richards (1931) e Weymouth & Mackay (1936). A partir desses, inúmeros outros trabalhos foram realizados

a fim de fornecerem estimativas do tamanho do início da maturidade sexual, destacando-se os de Campbell & Eagles (1983), Gherardi & Micheli (1989), Haefner (1990), Pinheiro & Fransozo (1993), Mantelatto & Fransozo (1994), Santos et al. (1995), Fransozo et al. (2002) e Benetti & Negreiros-Fransozo (2004). Com relação à superfamília Xanthoidea, poucos são os trabalhos que tratam do crescimento relativo e maturidade sexual, destacando-se os de Finney & Abele (1981), Huber (1985), Vanini & Gerardi (1988), Góes & Fransozo (1997), Guimarães & Negreiros-Fransozo (2002), Negreiros-Fransozo & Fransozo (2003) e Fumis et al. (in press.).

A heteroquelia, ou seja, diferenças na forma, tamanho e função entre os quelípodos de um mesmo indivíduo, varia consideravelmente dentre as espécies de crustáceos decápodos (Góes & Fransozo, 1998). Diferentes espécies apresentam variações no grau de diferenciação entre os quelípodos, a qual pode inclusive servir de distinção entre os sexos, tal como observado em caranguejos do gênero *Uca* (Góes & Fransozo, 1998). De acordo com Hartnoll (1982), a heteroquelia ocorre geralmente em ambos os sexos, sendo bem poucos os casos em que se restringe única e exclusivamente a um dos sexos, como por exemplo, nos machos das espécies do gênero *Uca*.

Alguns autores têm estudado a heteroquelia (Haefner, 1990, Kaiser et al., 1990, Góes & Fransozo, 1998), porém com relação ao gênero *Hexapanopeus*, a literatura é bem escassa, podendo-se destacar apenas o trabalho de Fumis et al. (in press.), com *Hexapanopeus schmitti*.

O objetivo do presente estudo foi determinar o crescimento relativo e a maturidade sexual morfológica de *H. paulensis* baseando-se em algumas relações morfométricas, além de verificar a ocorrência de diferenças de tamanho entre as quelas de lados opostos, em cada sexo.

## *Material & Métodos*

Os exemplares do xantídeo *Hexapanopeus paulensis* foram coletados utilizando-se um barco de pesca comercial equipado com duas redes tipo “double rig”. As amostragens foram realizadas mensalmente por um período de dois anos (1998 e 1999) na região de Ubatuba (23°32’S, 44°44’W), litoral norte do Estado de São Paulo.

Após as coletas, os caranguejos foram acondicionados em sacos plásticos devidamente etiquetados, congelados e transportados ao Laboratório de Carcinologia do Depto. de Zoologia da Unesp de Botucatu, onde foram conservados em frascos etiquetados contendo álcool 70%. Posteriormente, os caranguejos foram enviados ao Prof. Dr. Gustavo A. S. Melo, do Museu de Zoologia da USP para identificação.

Para as análises, no laboratório, todos os indivíduos foram classificados quanto ao sexo e as seguintes dimensões corpóreas foram mensuradas com um estereomicroscópio óptico equipado com ocular micrométrica: largura da carapaça (LC), comprimento da carapaça (CC), altura (APQ) e comprimento (CPQ) do própodo dos quelípodos direito e esquerdo, largura do abdome (LA) e comprimento do gonópódio dos machos (CG) (figura 1). Somente indivíduos em estágio de intermuda foram utilizados neste estudo.

O programa Mature I (Somerton 1980 a, b) foi utilizado a fim de estimar o tamanho da maturidade sexual morfológica para cada sexo, com base nas relações CG vs. LC para machos e LA vs. LC para fêmeas.

Os dados morfométricos foram plotados em gráficos de dispersão e o crescimento relativo foi descrito a partir do ajuste dos pontos a equação alométrica  $y=ax^b$ , posteriormente linearizada ( $\log y = \log a + b \log x$ ) (Huxley 1950). A relação área da carapaça (LC.CC) versus área do quelípodo (CP.AP) também foi ajustada à função potência. Como variável independente (x) foi utilizada a largura da carapaça (LC) e relacionada com as demais dimensões corporais (variáveis dependentes): CC, APQ, CPQ, LA e CG.

A ocorrência de isometria ( $H_0: \beta = 1$ ) foi testada usando o teste t de Student ( $\alpha=5\%$ ) no valor da inclinação obtida. Se  $b < 1$  o crescimento é alométrico negativo, quando  $b > 1$ , o crescimento é dito alométrico positivo e se  $b = 1$ , ocorre isometria, com ambas as variáveis crescendo na mesma proporção. A comparação das equações linearizadas, entre

os caranguejos jovens e adultos e entre sexos, foi realizada pela análise de covariância ( $\alpha=5\%$ ) (Zar, 1996). O comprimento e altura dos própodos dos quelípodos direito e esquerdo foram comparados entre os sexos e no mesmo sexo pelo teste Mann-Whitney ( $\alpha=5\%$ ). O mesmo procedimento foi adotado para o tamanho médio da carapaça de machos e fêmeas adultos.

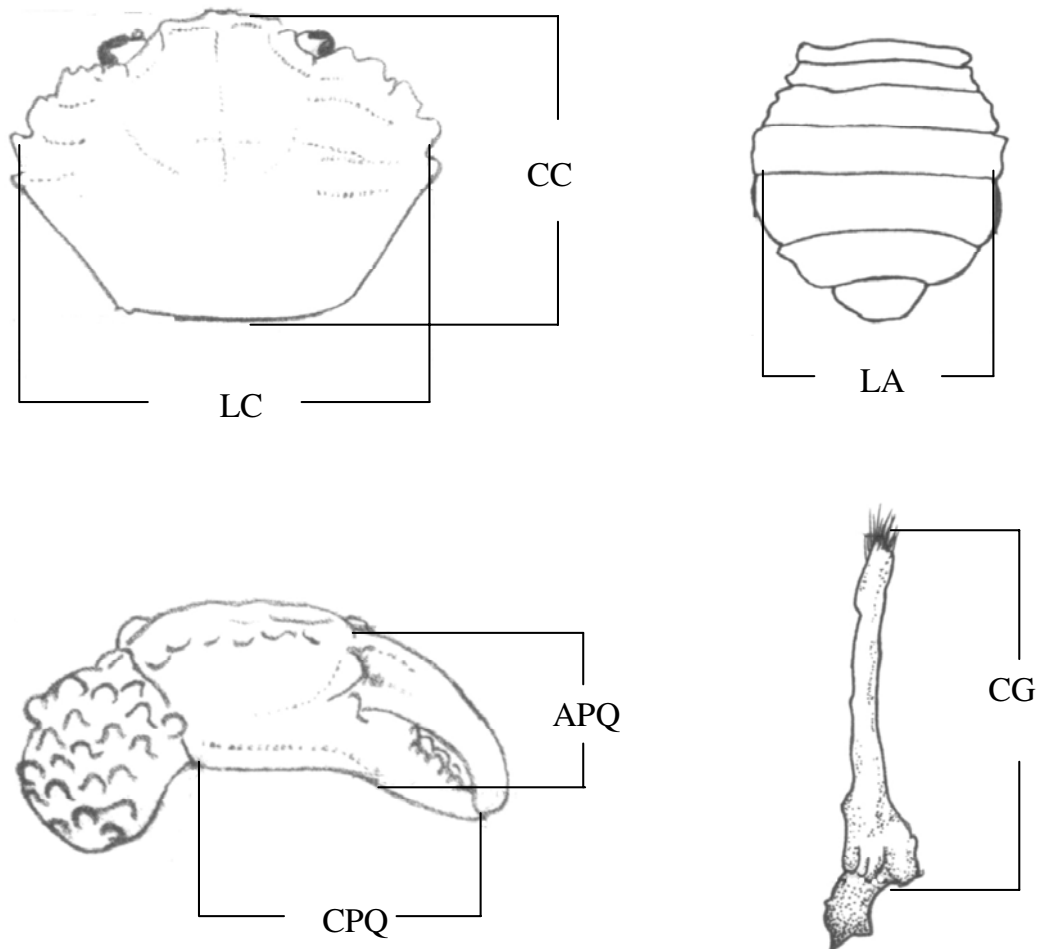


Figura 1: Figura 1: *Hexapanopeus paulensis*. Representação esquemática das partes corporais mensuradas: LC=largura da carapaça, CC=comprimento da carapaça, LA=largura do abdome, CPQ=comprimento do própodo do quelípedo, APQ=altura do própodo do quelípedo, CG=comprimento do gonopódio.

## Resultados

Para as análises do crescimento relativo foram utilizados 948 caranguejos (518 machos e 430 fêmeas), com tamanho variando entre 3,0 e 17,4 mm ( $6,8 \pm 2,4$ ) e 2,9 e 14,0mm ( $6,7 \pm 2,0$ ) para machos e fêmeas, respectivamente. O tamanho médio dos machos adultos ( $9,6 \pm 1,7$ ) foi maior que o tamanho médio das fêmeas adultas ( $8,4 \pm 1,5$ ) ( $p < 0,05$ ).

Nas figuras 2 e 3 estão apresentadas as dispersões dos pontos para as relações morfométricas em cada sexo. Todas as equações do crescimento relativo e os níveis alométricos obtidos para cada sexo estão apresentados na tabela I.

Os parâmetros de regressão (b e a) das relações alométricas, para cada sexo, diferiram estatisticamente entre as fases jovem e adulta (Ancova,  $p < 0,05$ ), com exceção das relações com o quelípodo para as fêmeas (CPQ vs. LC e APQ vs. LC) e abdome para machos (LA vs. LC) (Ancova,  $p > 0,05$ ). Entre os sexos, o padrão de crescimento apresentou-se diferente nas relações com o quelípodo e abdome (CPQ vs. LC, APQ vs. LC e LA vs. LC) e na relação CC vs. LC para adultos ( $p < 0,05$ ), enquanto somente a relação CC vs. LC para jovens apresentou-se com o mesmo padrão de crescimento entre os sexos ( $p > 0,05$ ).

As relações CPQ vs. LC e APQ vs. LC indicaram alometria positiva para todos os caranguejos.

A análise da relação CC vs. LC evidenciou alometria negativa tanto para machos quanto fêmeas jovens, enquanto que machos adultos apresentaram isometria.

As relações CG vs. LC (para machos) evidenciou alometria positiva para jovens e isometria para adultos. Já a relação LA vs. LC para fêmeas evidenciou alometria positiva tanto para jovens quanto para adultos, embora mais pronunciada em adultos.

O início da maturidade sexual para *H. paulensis* foi melhor evidenciado nas relações morfométricas CG vs. LC para os machos e LA vs. LC para as fêmeas. A maturidade estimada para 50% dos machos da população estudada foi 7,8 mm de LC, sendo 7,1mm o LC do menor macho maduro e 9,0mm do maior macho imaturo ( $F=52,17$ ,  $p < 0,05$ ). Para fêmeas, o tamanho estimado foi de 6,5mm de LC, sendo 5,7mm a menor fêmea madura e 7,6mm a maior imatura ( $F=178,16$ ,  $p < 0,05$ ).

Os tamanhos mínimos, máximos e médios dos quelípodos para cada sexo estão apresentados na tabela II. O tamanho médio (comprimento e altura) do quelípodo direito de

machos e fêmeas diferiu estatisticamente ( $p < 0,05$ ), sendo maior nos machos. Em ambos os sexos o quelípodo direito foi estatisticamente maior que o esquerdo ( $p < 0,05$ ). Do total de caranguejos analisados, 81,3% apresentaram o quelípodo direito maior que o esquerdo (tabela III). A tabela III e a figura 4 apresentam a predominância do quelípodo maior em cada sexo. A relação entre área do quelípodos *vs.* área da carapaça indicou alometria positiva para ambos os sexos (figura 5).

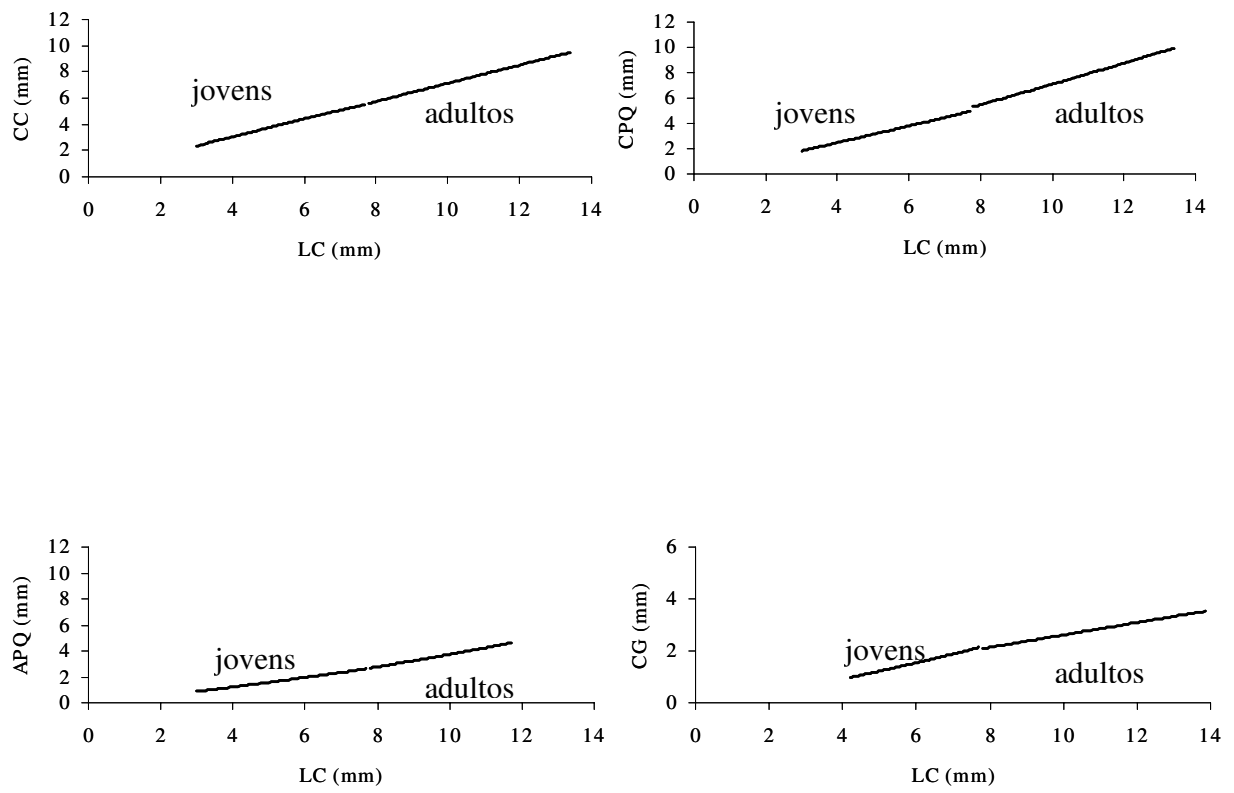


Figura 2: *Hexapanopeus paulensis*. Relações morfométricas para os caranguejos machos.

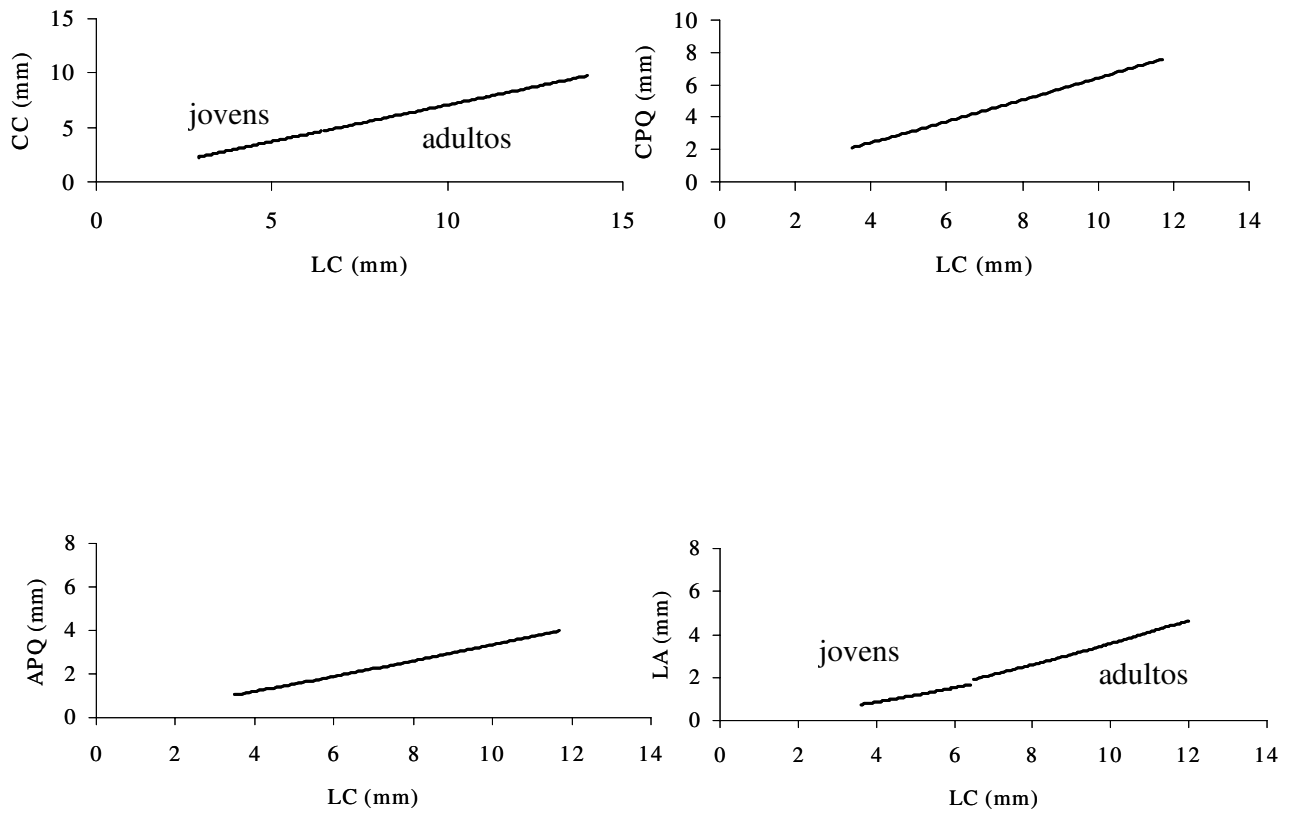


Figura 3: *Hexapanopeus paulensis*. Relações morfométricas para os caranguejos fêmeas.



Tabela I: *Hexapanopeus paulensis*. Resultado da análise de regressão efetuada para os dados morfométricos. Largura da carapaça (LC) foi utilizada como variável independente.

Variável	Grupo	N	Equação linearizada logY=loga+blogx	r <sup>2</sup>	T <sup>1)</sup> (b=1)	Nível alométrico	Somerton'F test	
							Valor <sup>2)</sup>	Ponto de corte <sup>3)</sup>
CC	MJ	200	logCC=-0,064 + 0,909logLC	0,98	10,61	-	-	-
	MA	141	logCC=-0,121+ 0,974logLC	0,98	1,99 <sup>ns</sup>	0	-	-
	FJ	143	logCC=-0,060+ 0,901logLC	0,94	5,29	-	-	-
	FA	233	logCC=-0,104+ 0,954logLC	0,97	3,88	-	-	-
CPQ	MJ	186	logCPQ=-0,237+ 1,050logLC	0,94	-2,64	+	-	-
	MA	111	logCPQ=-0,304+ 1,155logLC	0,93	-5,18	+	-	-
	FT	412	logCPQ=- 0,253+ 1,061logLC	0,98	-7,93	+	-	-
APQ	MJ	160	logAPQ=-0,612 + 1,163logLC	0,90	-5,31	+	-	-
	MA	105	logAPQ=-0,768 +1,341logLC	0,83	-5,65	+	-	-
	FT	368	logAPQ=-0,592 + 1,115logLC	0,95	-8,49	+	-	-
LA	FJ	88	logLA=-0,930 +1,431logLC	0,79	-5,46	+	178,16	6,5
	FA	201	logLA=-0,895 +1,448logLC	0,87	11,51	+	-	-
CG	MF	108	logCG=-0,810 + 1,285logLC	0,86	-5,61	+	52,17	7,8
	MA	102	logCG=-0,498 + 0,916logLC	0,90	2,83	-	-	-

CC= comprimento da carapaça, CPQ=comprimento do própodo do maior quelípodo, APQ=altura do própodo do maior quelípodo, LA=largura do abdome, CG=comprimento do gonopódio, FT=total de fêmeas, MJ=macho jovem, MA=macho adulto, FJ=fêmea jovem, FA=fêmea adulta, N = número de indivíduos, 0 isometria, + alometria positiva, - alometria negativa.

1) Student t-test para H0: b =1: ns=não significativo (p>0,05),

2) Os valores de F correspondem a p<0,05.

3) Tamanho da maturidade de 50% dos indivíduos, estimado pelo programa Mature I (baseando nas relações LA vs. LC e CG vs. LC, para fêmeas e machos, respectivamente) (Somerton, 1980a, b).

Tabela II: *Hexapanopeus paulensis*. Variação de tamanho do comprimento e altura dos própodos dos quelípodos em cada sexo. (M=machos, F=fêmeas).

Própedo	Sexo	<i>Direito</i>			<i>Esquerdo</i>		
		Min	Max	Média	Min	Max	Média
Comprimento	M	1,8	14,4	4,44 ±1,83 aA	1,5	12,7	4,13±1,68 aB
	F	1,3	9,2	4,07±1,31 bA	1,2	9,2	3,85±1,23 aB
Altura	M	0,8	8,2	2,32±1,06 aA	0,6	6,4	1,93±0,85 aB
	F	0,7	5,2	2,07±0,70 bA	0,7	4,4	1,76±0,58 aB

Médias marcadas com mesma letra minúscula não diferem estatisticamente (comparação entre sexo)( $p > 0.05$ ).  
Médias marcadas com mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente (comparação entre lados)( $p > 0.05$ ).

Tabela III: *Hexapanopeus paulensis*. Predominância do própedo do quelípedo maior em machos e fêmeas.

<i>Sexo</i>	<i>Maior própedo quelar</i>			
	<i>Direita</i>		<i>Esquerda</i>	
	N	%	N	%
Machos	359	83,7	70	16,3
Fêmeas	411	79,3	107	20,7
Total	770	81,3	177	18,7

( $p > 0.05$ ).

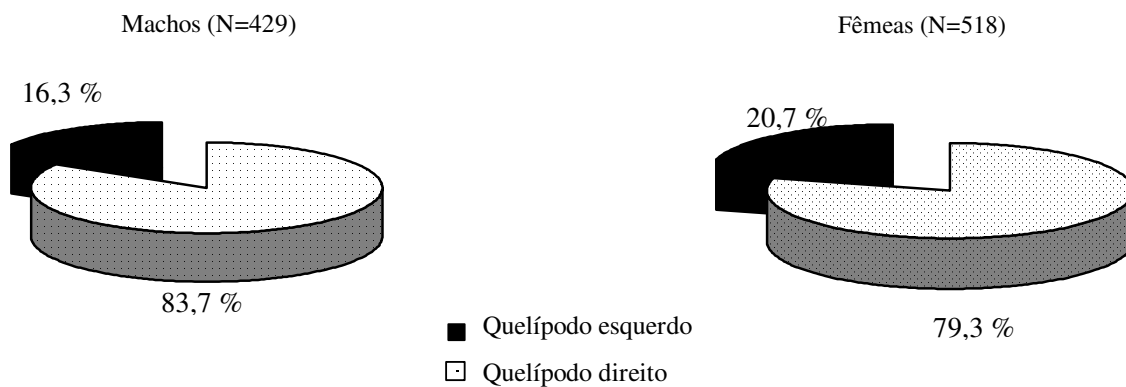


Figura 4: *Hexapanopeus paulensis*. Proporção de indivíduos com quelípodos direito e esquerdo maiores ( $p < 0,05$ ).

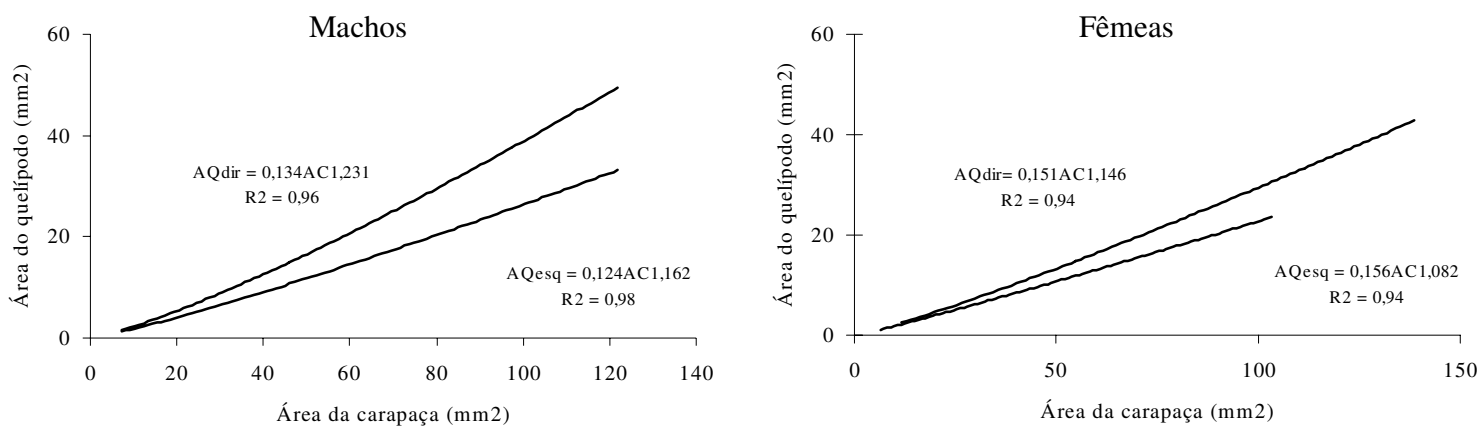


Figura 5: *Hexapanopeus paulensis*. Crescimento comparativo do quelípodo usando área do quelípodo (CPQ.APQ) vs. área da carapaça (CC.CL) para machos e fêmeas (AQdir = área do quelípodo direito, AQesq = área do quelípodo esquerdo)

## *Discussão*

Apesar do maior tamanho alcançado pelos machos, o dimorfismo sexual em *H. paulensis* está restrito à morfologia abdominal e ao número de pleópodos. Além disso, o tamanho da maturidade sexual para machos (7,8mm) de *H. paulensis* foi superior ao encontrado para as fêmeas (6,5mm). Dentre os crustáceos, as fêmeas geralmente apresentam um crescimento mais lento, principalmente após atingirem a maturidade sexual, quando comparada aos machos (Hartnoll, 1982, Haefner & Spaargaren, 1993).

Assim, essa espécie apresenta o mesmo padrão proposto por Shine (1988) para braquiúros. Tal fato, pode ser explicado por uma necessidade reprodutiva diferenciada sendo que os machos investem seus recursos energéticos no crescimento somático a fim de favorecer a cópula e a corte, enquanto que as fêmeas direcionam sua energia para os aspectos reprodutivos como postura e incubação dos ovos, tendendo, portanto, a maturar com tamanhos inferiores aos machos (Hartnoll, 1982, Díaz & Conde, 1989, Haefner & Spaargaren, 1993).

Entretanto, torna-se necessário a realização de estudos comparativos sobre o gasto energético entre os sexos com esta espécie, a fim de demonstrar se realmente as fêmeas gastam mais energia que machos durante a reprodução, visto que a espermatogênese também requer certo gasto energético. Além disso, outros fatores, tais como: diferentes taxas de mortalidade entre sexos (Wolf et al., 1975), migração (Montague, 1980), maior facilidade de um dos sexos suportar as adversidades ambientais, desequilíbrio espacial e temporal na utilização dos recursos e comportamento (Giesel, 1972) podem influenciar na diferença de tamanho entre sexos da mesma espécie.

De acordo com Guimarães & Negreiros-Fransozo (2002), o fato de machos atingirem tamanhos superiores às fêmeas pode ser atribuído ao comportamento reprodutivo, visto que, durante a cópula nos eventos pré e pós copulatórios, os machos protegem a fêmea e, portanto, machos maiores conseguiriam proteger as fêmeas de maneira mais eficiente.

Com base apenas na análise gráfica, não é possível determinar com absoluta certeza o tamanho em que a maturidade sexual ocorre em cada sexo, sendo necessário para essa determinação o emprego do programa Mature (Somerton, 1980 a, b). Tal fato se deve, provavelmente, ao padrão de crescimento proposto por Hartnoll (1982 e 1983). Segundo

esse autor, espécies com padrão de crescimento do tipo determinado são aquelas que apresentam uma muda terminal, ou muda da puberdade, a partir da qual o animal se torna adulto, tal como é conhecido para caranguejos da superfamília Majoidea. As espécies com padrão indeterminado são aquelas que continuam mudando indefinidamente, não apresentando a muda da puberdade, e, portanto, não tendo uma mudança tão evidente na inclinação das retas entre as fases juvenil e adulta. Desta forma, a espécie em estudo, provavelmente se encaixa no tipo de padrão indeterminado.

No geral, quando são relacionadas duas dimensões da carapaça (CC vs. LC), mudanças durante a ontogenia não são observadas e o crescimento tende a isometria. Tal como foi verificado para *Portunus spinimanus* por Santos et al. (1995), *Eriphia gonagra* por Góes & Fransozo 1997, *Goniopsis cruentata* por Cobo & Fransozo (1998), *Sesarma rectum* por Mantelatto & Fransozo 1999 e *Panopeus austrobesus* por Negreiros-Fransozo & Fransozo (2003).

Contudo, no presente estudo, houve mudança no índice alométrico durante a ontogenia em ambos os sexos. *H. paulensis* apresentou crescimento alométrico negativo durante a fase juvenil em ambos os sexos, passando a isométrico durante a fase adulta dos machos e permanecendo alométrico negativo para fêmeas adultas, embora com índice alométrico bem próximo a um (isometria), nessa fase. Tal padrão foi semelhante ao encontrado por Fumis et al. (in press.) para *Hexapanopeus schmitti*, diferindo nas fêmeas adultas que apresentaram alometria positiva, embora também com o índice alométrico próximo a 1 (isometria).

O crescimento diferencial entre as fases juvenil e adulta foi também observado para o ocipodídeo *Ocypode quadrata* por Fransozo et al. (2002), no qual observou-se isometria na fase juvenil e alometria positiva nos adultos de ambos os sexos. Também *Uca burgesi*, estudada por Benetti & Negreiros-Fransozo (2004), apresentou crescimento diferencial entre as fases, com alometria negativa observada para machos adultos e isometria para as demais categorias.

As relações CG vs. LC e LA vs. LC foram as que melhor evidenciaram o início da maturidade sexual de *H. paulensis* para machos e fêmeas, respectivamente. Tais estruturas estão diretamente relacionadas com a reprodução, um processo decisivo para o sucesso da espécie, sendo, portanto, comumente usadas para este propósito, como também foi

verificado por Finney & Abele (1981), Davidson & Marsden (1987), Vanini & Gherardi (1988), Cobo & Fransozo (1998) e Fumis et al. (in press.).

O abdome das fêmeas de *H. paulensis* apresentou um crescimento alométrico positivo, tanto durante a fase juvenil quanto na fase adulta. Embora a alometria foi positiva em ambas as fases, após a maturidade, houve um aumento do índice alométrico. O crescimento do abdome das fêmeas ocorre numa razão maior que o corpo todo, tornando-o mais amplo, portanto, fornecendo uma grande área para manter e proteger os ovos o que melhorara a condição de incubação para a nova geração (Haefner, 1990, Mantelatto & Fransozo, 1994).

Com relação ao crescimento do abdome das fêmeas, *Hexapanopeus paulensis* apresentou o mesmo padrão que a maioria das espécies de caranguejos Xanthoidea previamente estudados tais como *Trapezia ferruginea* por Finney & Abele (1981), *Eriphia smithii* por Vannini & Gherardi (1988), *Eriphia gonagra* por Góes & Fransozo (1997), *Eurytium limosum* por Guimarães & Negreiros-Fransozo (2002), *Panopeus austrobesus* por Negreiros-Fransozo & Fransozo (2003) e *Hexapanopeus schmitti* por Fumis et al. (in press).

Na maioria dos representantes da infraordem Brachyura, o abdome caracteriza um distinto dimorfismo sexual, sendo que nas fêmeas apresenta-se mais alargado quando comparado aos machos. Portanto, um marcado crescimento alométrico positivo é característico para o abdome das fêmeas de Brachyura e essa alometria geralmente aumenta na muda da puberdade (Hartnoll 1982). *H. paulensis* exibiu tal padrão, encontrado na maioria das espécies de caranguejos, apresentando alometria positiva em ambas as fases, embora um pouco mais acentuada em adultos. Essa alometria positiva pode ser considerada uma característica adaptativa das fêmeas, visto que, de acordo com Hartnoll (1982), o abdome das fêmeas tem atribuições reprodutivas, protegendo os gonopódios e os ovos durante o período de incubação. Portanto, o abdome amplo fornece uma grande área para manter e proteger os ovos, melhorando assim, a condição de incubação para a nova geração (Haefner, 1990, Mantelatto & Fransozo, 1994).

Com relação aos machos, o comprimento do gonopódio apresentou uma pronunciada mudança no índice alométrico com a aquisição da maturidade sexual, passando de alométrico positivo durante a fase juvenil para negativo na fase adulta. O

mesmo padrão foi observado por Guimarães & Negreiros-Fransozo (2002) para o xantídeo *Eurytium limosum*. Esse padrão indica que o gonopódio cresce numa razão mais alta durante a fase juvenil do que na fase adulta. Após atingir a maturidade sexual, o crescimento do gonopódio diminui, e com isso, machos grandes continuam a ser capazes de copularem fêmeas dentro de uma razão relativamente ampla de tamanho (Hartnoll, 1982, Finney & Abele, 1981).

A alometria positiva observada no crescimento do gonopódio durante a fase juvenil também foi observada para outros xantídeos como *Eriphia gonagra* por Góes & Fransozo (1997) e *Panopeus austrobesus* por Negreiros-Fransozo & Fransozo (2003). Essas espécies também apresentaram mudança no índice alométrico após a maturidade sexual, passando a isométrico na fase adulta.

O crescimento dos quelípodos em machos de *H. paulensis*, tanto em comprimento como em altura, evidenciou uma clara alometria positiva, principalmente após a maturidade sexual. Essa espécie apresentou o mesmo padrão descrito por Hartnoll (1982) para braquiúros machos, cujo crescimento é alométrico positivo na fase juvenil e aumentando um pouco após a muda da puberdade. Já no caso das fêmeas, embora o crescimento também tenha sido alométrico positivo, não houve diferença entre as fases jovem e adulta.

De acordo com Fransozo et al. (2002), os quelípodos possuem atribuições reprodutivas, sendo utilizados durante a corte a fim de maximizar a cópula, além de ser usados também para captura de alimento, proteção contra predadores e competição por território. Assim, o crescimento de tais apêndices pode evidenciar algumas mudanças durante a muda da puberdade (Hartnoll, 1974, Mantelatto & Fransozo, 1994, Tsuchida & Fujikura, 2000), sendo utilizados em muitos estudos a fim de caracterizar dimorfismo sexual e maturação em caranguejos (Hartnoll, 1982, Abello et al., 1990).

Padrão similar de alometria para os quelípodos dos machos foi observado para *Eriphia smitti* por Vannini & Gherardi (1988), *Ocypode quadrata* por Fransozo et al. (2002) e *Panopeus austrobesus* por Negreiros-Fransozo & Fransozo (2003), entretanto, diferiu do observado para *Hexapanopeus schmitti* por Fumis et al. (in press).

Quando o comprimento e altura dos própodos de ambos os quelípodos foram comparados entre os sexos de *H. paulensis*, diferenças significativas foram observadas, evidenciando dimorfismo sexual, com os machos apresentando própodos maiores que as

fêmeas. A posse de um quelípodo maior em machos adultos pode ser considerada uma vantagem adaptativa, aumentando seu sucesso em interações interespecíficas e exibição (Lee & Seed, 1992, Claxton et al., 1994), em competições por cópula e também durante o comportamento pré copulatório quando as fêmeas são presas e manipuladas com os quelípodos (Hartnoll, 1982, Pinheiro & Fransozo, 1993) e pode ser, portanto, considerado um carácter sexual secundário (Hartnoll, 1974).

Considerando o tamanho dos quelípodos, a heteroquelia foi evidente em *H. paulensis*, apresentando o própodo do quelípodo direito maior que do esquerdo na maioria dos indivíduos analisados. Esse fato foi descrito primeiramente por Tweedie (1950) para caranguejos Xanthidae e observado, também, em estudos anteriores realizados com outras espécies da superfamília Xanthoidea como os de Vanini & Gherardi (1988) com *Eriphia smithi*, Góes & Fransozo (1998) com *Eriphia gonagra*, Guimarães & Negreiros-Fransozo (2002) com *Eurithium limosum*, Negreiros-Fransozo & Fransozo (2003) com *Panopeus austrobesus*, Fumis et al. (in press.) com *Hexapanopeus schmitti*.

A análise da área do própodo do quelípodo evidenciou um crescimento alométrico positivo em ambos os lados, embora com índice mais elevado no lado direito de ambos os sexos. Os caranguejos são considerados importante predadores de moluscos, portanto, de acordo com Vermeij (1975) e Negreiros-Fransozo & Fransozo (2003) um crescimento acentuado do quelípodo direito pode estar relacionado com a alimentação, visto que o quelípodo direito maior seria útil e eficaz em manipular e abrir conchas dextrógeras de gastrópodos.

Tsuchida & Fujikura (2000) verificaram que em outras espécies de braquiúros, o padrão de crescimento dos quelípodos pode estar mais relacionado a alimentação e defesa, do que exclusivamente a reprodução. Este parece ser o caso de *H. paulensis*, mas, no entanto, estudos mais detalhados sobre a biologia dessa espécie são necessários a fim de uma melhor compreensão das funções dos quelípodos.

De um modo geral, o padrão de crescimento exibido por *Hexapanopeus paulensis* foi similar ao encontrado para a maioria das espécies de caranguejos incluindo outras espécies de Xanthoidea previamente estudadas, tais como *Trapezia ferruginea* por Finney & Abele (1981), *Eriphia smithii* por Vannini & Gherardi (1988), *Eriphia gonagra* por Góes & Fransozo (1997), *Eurithium limosun* por Guimarães & Negreiros-Fransozo (2002),



*Panopeus austrobesus* por Negreiros-Fransozo & Fransozo (2003) e *Hexapanopeus schmitti* por Fumis et al. (in press).

## Referências Bibliográficas

- Abelló, P., J. P. Pertierra & D. G. Reid. 1990. Sexual size dimorphism, relative growth and handedness in *Liocarcinus depurator* and *Macropipus tuberculatus* (Brachyura: portunidae). *Scient. Mar.*, 54: 195-202.
- Benetti, A. S. & M. L. Negreiros-Fransozo. 2004. Relative growth of *Uca burgesi* (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in the southeastern Brazilian coast. *Iheringia, Ser. Zool.*, 94 (1): 67-72.
- Campbell, A. & M. D. Eagles. 1983. Size at maturity and fecundity of rock crabs, *Cancer irroratus*, from the Bay of the Fundy and Southwestern, Nova Scotia. *Fish. Bull.*, 81 (2): 357-362.
- Claxton, W. T., K. Govind & R. W. Elner. 1994. Chela function, morphometric maturity, and the mating embrace in male snow crab, *Vhionoecetes opilio*. *Canadian Journ. Fish. Aquat. Sci.*, 51: 1110-1118.
- Cobo, V. J. & A. Fransozo. 1998. Relative growth of *Goniopsis cruentata* (Crustacea, Brachyura, Grpsidae) on the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Iheringia, Ser. Zool.*, 84: 21-28.
- Cott, H. B. 1929. Observations on the natural history of the racing-crab *Ocypoda ceratophthalma*, from Beira. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 4: 755-765.
- Davidson, R. J. & I. D. Marsden. 1987. Size relationship and relative growth of the New Zealand swimming crab *Ovalipes catharus* (White, 1843). *Journ. Crust. Biol.*, 7 (2): 308-317.
- Diaz, H. & J. E. Conde. 1989. Population dynamics and life history of the mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. *Bull. Mar. Sci.*, 45 (1): 148-163.
- Finney, W. C. & L. G. Abele. 1981. Allometric variation and sexual maturity in the obligate coral comensal *Trapezia ferruginea* Latreille (Decapoda, Xanthidae). *Crustaceana*, 41(2), 113-130.
- Fransozo, A., M.L. Negreiros-Fransozo & G. Bertini. 2002. Morphometric studies of the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Decapoda, Ocypodidae) from Ubatuba, São Paulo, Brazil. In: E. Escobar-Briones & F. Alvarez (ed.), *Modern approaches to the study of Crustacea: 189-195*. (Kluwer Academic Publishers/Plenun Publishers, New York, Rotterdam).
- Fumis, P.B., A. Fransozo, G. Bertini & A. A. Braga. (in press). Morphometric analysis of the crab *Hexapanopeus schmitti* (Decapoda: Xanthoidea) on the northern coast of the state of São Paulo, Brazil. *Rev. Biol. Trop.*
- Gherardi, F & F. Micheli, 1989. Relative growth and populations structure of the freshwater crab *Potamon palestinesis*, in the dead sea area (Israel). *Israel Journ. Zool.*, 36: 133-145.

- Giesel, J. T. 1972. Sex ratio, rate of evolution and environment heterogeneity. *Am. Nat.*, 106: 380-387.
- Góes, J.M & A. Fransozo. 1997. Relative growth of *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Crustacea, Decapoda, Xanthidae) in Ubatuba, State of São Paulo, Brazil. *Nauplius*, 5(2): 85-98.
- Góes, J.M & A. Fransozo. 1998. Heterochely in *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Crustacea, Decapoda, Xanthidae) of the rocky coast from Praia Grande, Ubatuba (SP), Brazil. *Biotema*, 11 (1): 71-80.
- González-Gurriarán, E & J. Freire, 1994. Sexual maturity in the velvet swimming crab *Necora puber* (Brachyura, Portunidae): morphometric and reproductive analyses. *ICES – Journ. Mar. Sci.*, 51: 133-145.
- Guimarães, F. J. & M. L. Negreiros-Fransozo, 2002. Sexual maturity of *Eurytium limosum* (Say, 1818) from a subtropical mangrove in Brazil. In: E. Escobar-Briones & F. Alvarez (eds.), *Modern approaches to the study of Crustacea: 157-161.* (Kluwer Academic Publishers/Plenun Publishers, New York, Rotterdam).
- Haefner Jr., P. G. 1990. Morphometry and size at maturity of *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) in Bermuda. *Bull. Mar. Sci.*, 46 (2): 274-286.
- Haefner Jr, P. G. & D. H. Spaargaren. 1993. Interactions of ovary and hepatopancreas during the reproductive cycle of *Crangon crangon* (L.). I. Weight and volume relationships. *Journ. Crust. Biol.*, 13(3): 523-531
- Hartnoll, R. G. 1974. Variation in growth pattern between some secondary sexual characteres in crabs (Decapoda, Brachyura) *Crustaceana*, 27 (2): 131-136.
- Hartnoll, R. G. 1982. *Growth*. In: BLISS, D. E. ed. The biology of Crustacea: embryology, morphology and genetics. *New York Academic*. V.2, p.11-196.
- Hartnoll, R. G., 1983. Strategies of crustacean growth. *Mem. Aust. Mus.* 18: 121-131.
- Huber, M. E. 1985. Allometric growth of the carapace in *Trapezia* (Brachyura, Xanthidae). *Journ. Crust. Biol.*, San Antonio, 5(1): 79-83.
- Huxley, J. S. 1950. Relative growth and form transformation. *Proc. Royal Soc. London.*, 197: 465-469.
- Huxley, J.S. & O.W. Richards. 1931. Relative growth of the abdomen and the carapace of the shore-crab *Carcinus maenas*. *Journ. Mar. Biol. Association of the United Kingdom.*, 17 (3): 1001-1015.
- Kaiser, M. J., R. N., Hughes, A. G. Reid. 1990. Chelal morfometry, prey-size selection and aggressive competition in green and red forms of *Carcinus maenas* (L.). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 140: 121-134.
- Lee, S. Y. & R. Seed. 1992. Ecological implications of chelipes size in crabs: some data from *Carcinus maenas* and *Liocarcinus holsatus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 84: 151-160.
- Mantelatto, F. L. M. & A. Fransozo. 1994. Crescimento relativo e dimorfismo sexual em *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Decapoda, Brachyura) no litoral norte paulista. *Papéis Avulsos Zool.*, 39 (4): 33-48.

- Mantelatto, F.L.M. & A. Fransozo. 1996. Size at maturity in *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba region, SP, Brazil. *Nauplius*, 4: 28-38.
- Mantelatto, F.L.M. & A. Fransozo. 1999. Relative Growth of the crab *Sesarma resctum*, Randall, 1840 (Decapoda, Brachyura, Grapsidae) from Bertioga, São Paulo, Brazil. *Pakistan Journal of Marine Biology* (Marine Research) 5(1): 11-21.
- Montague, C. L. 1980. A natural history of temperature Western Atlantic fiddler crabs (genus *Uca*) with reference in their impact on the salt marsh. *Contr.Mar. Sci.*, 23: 25-55.
- Negreiros-Franzoso, M. L & V. Fransozo. 2003. A morfométrica study of the mud crab, *Panopeus austrobesus* Williams, 1983 (Decapoda, Brachyura) from a subtropical mangrove in south America. *Crustaceana*, 76 (3): 281-294.
- Pinheiro, M. A. A. & A. Fransozo. 1993. Análise biométrica do peso úmido pela largura da carapaça para o siri *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Brachyura, Portunidae). *Arq. Biol. Tecnol.*, 36 (2): 331-341.
- Pinheiro, M. A.A. & A. Fransozo. 1998. Sexual maturity of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Brachyura, Portunidae) in Ubatuba Coast. State of São Paulo, Brazil. *Crustaceana* 71: 434-452.
- Santos, S., M. L .Negreiros-Franzoso & A. Fransozo. 1995. Morphometric relationships and maturation in *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Brachyura, Portunidae). *Revta. Bras. Biol.*, 55 (4): 545-553.
- Sastry, A. N. 1983. Ecological aspects of reproduction. In: T. H. WATERMAN (Ed.) *The Biology of Crustacea. VII. Environmental adaptations. Academic Press, Inc.* 179-270p.
- Shine, R. 1988. The evolution of large body size in females: a critique of Darwin's "fecundity advantage" model. *The American Naturalist*, 131 (1): 124-131.
- Somerton, D. 1980 (a). Fitting a straight line to Hiatt growth diagrams: a re-avaluation. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 39: 15-19.
- Somerton, D. 1980 (b). A computer technique for estimating for estimating the size of sexual maturity in crabs. *Canadian Joun. Fish. Aquatic Sci.*, 37: 1488-1494.
- Tsuchida, S. & K. Fujikura. 2000. Heterochely, relative growth, and gonopod morphology in the bythograeid crab, *Austinograea williamsi* (Decapoda, Brachyura). *Journ. Crust. Biol.*, 20 (2): 407-414.
- Tweedie, M. W. F. 1950. The fauna of the Cocos-Keeling Islands, Brachyura and stomatopods. *Bull. Raffles Mus.*, 22: 105-148.
- Vanini, M. & F. Gherardi. 1988. Studies on the pebble crab, *Eriphia smithi* MacLeay, 1838 (Xanthoidea, Menippidae): patterns of relative growth and population structure. *Tropical Zoology*, 1: 203-216.
- Vermeij, G. J. 1975. Evolution and distribution of left-handed and planispiral coiling in snails. *Nature*, 254: 419-420.
- Weymouth, F. W. & D. C. G. Mackay. 1936. Analysis of the relative growth of the Pacific crab, *Cancer magister*. *Proc. Zool. Soc. U. K.* 257-280.

- Wolf, P., S. F. Shanholtzer & R. J. Reimold. 1975. Population estimates for *Uca pugnax* on Duplin estuary marsh, Georgia, USA. *Crustaceana*, 29: 79-91.
- Zar, J. H. 1996. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, 662p.

## Capítulo III

Estrutura populacional de duas espécies do gênero *Hexapanopeus*  
(Decapoda; Xanthoidea) na região de Ubatuba, litoral norte do  
estado de São Paulo, Brasil

## *Resumo*

O presente estudo comparou a estrutura populacional de duas espécies do gênero *Hexapanopeus* (*H. schmitti* e *H. paulensis*) proveniente da região de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo. Os aspectos analisados foram a distribuição de frequência em classes de tamanho, o recrutamento juvenil e a razão sexual. As coletas foram realizadas mensalmente, no período de janeiro de 1998 a dezembro de 1999. Os exemplares de *H. paulensis* e *H. schmitti* foram mensurados quanto à largura da carapaça (LC), distribuídos por sexo em 16 e 9 classes de tamanho, respectivamente, com amplitude de 1 mm. A espécie *H. paulensis* foi mais abundante que *H. schmitti*, considerando o mesmo esforço de captura. Machos de ambas as espécies atingiram tamanhos superiores às fêmeas, provavelmente como consequência do direcionamento diferencial de energia entre os sexos. Os indivíduos juvenis foram predominantes e frequentes na população de ambas as espécies estudadas, refletindo um recrutamento de jovens contínuo ao longo do ano. O maior pulso de recrutamento de juvenis de ambas as espécies foi observado no verão, sugerindo que o período reprodutivo seja mais acentuado na primavera, coincidindo com o período de maior intensidade de entrada da ACAS (Águas Centrais do Atlântico Sul). A razão sexual diferiu de 1:1 em ambas as espécies, havendo predomínio de fêmeas em *H. paulensis* e de machos em *H. schmitti*. As espécies exibiram, portanto, o padrão “standard” de razão sexual. A distribuição de frequência de tamanho ao longo das estações do ano apresentou-se unimodal. Dessa forma, *H. paulensis* e *H. schmitti* exibiram um padrão comum em populações de decápodos tropicais, visto que nas regiões tropicais não há variações climáticas acentuadas, sugerindo uma população em equilíbrio, com de recrutamento contínuo e taxas constantes de mortalidade. O predomínio de indivíduos juvenis e a moda observada nas classes de indivíduos juvenil ao longo do ano sugerem que a região estudada seja utilizada como berçário por essas espécies.

Palavras-chave: Estrutura populacional, razão sexual, Xanthoidea, *Hexapanopeus*.

## *Introdução*

Estudos relacionados à estrutura populacional em áreas pequenas são cada vez mais comuns, visto que fornecem informações para o entendimento da dinâmica e funcionamento de áreas maiores, tal como a costa norte de São Paulo com suas inúmeras baías e enseadas (Mantelatto *et al.* 1995). Assim, tais dados fornecem subsídios para uma melhor compreensão do estabelecimento ecológico de populações, enfocando alguns aspectos, como abundância sazonal, densidade populacional, distribuição de frequência, dispersão e proporções demográficas (Negreiros-Fransozo *et al.* 1999).

As populações exibem um comportamento dinâmico, o qual é alterado o tempo todo. Mudanças no tamanho da população implicam em pontos ecológicos complexos, que são melhores entendidos quando se analisa a relação espécie-habitat e as interações intra e interespecíficas. Há dois processos que afetam o tamanho da população: o primeiro é a imigração e o nascimento que aumenta o tamanho da população; o segundo é a emigração e a morte, que causa uma diminuição no número de indivíduos (Begon *et al.* 1996).

A caracterização populacional tem sido muito estudada entre os braquiúros, particularmente, com relação à distribuição dos indivíduos em classes de tamanho, densidade populacional, recrutamento, razão sexual, crescimento, natalidade e mortalidade (Diaz & Conde, 1989; Negreiros-Fransozo *et al.* 1992; Santos *et al.* 1995; Fransozo & Mantelatto, 1998; Negreiros-Fransozo *et al.* 1999).

Informações adicionais sobre os fatores que afetam o desenvolvimento de uma população são consideradas de extrema importância, principalmente, em regiões como Ubatuba, onde a intensa e desordenada expansão do turismo está ocorrendo e afetando ecossistemas marinhos adjacentes (Mantelatto *et al.* 1995). Além disso, a costa sudeste sul do Brasil recebe, na primavera e verão, uma corrente de água fria chamada ACAS (Água Central do Atlântico Sul), responsável, entre outras alterações, pela diminuição da temperatura das águas costeiras, exercendo grande influência sobre a megafauna bentônica do litoral norte do Estado de São Paulo, afetando a dinâmica e a estrutura das comunidades (Pires, 1992).

Segundo a teoria de Fisher (1930), em uma população, a proporção de machos e fêmeas ao nascer tende a ser 1:1. Após o nascimento, uma série de fatores pode afetar esta relação, prevalecendo um dos sexos (Leigh, 1970). Tal fato é comumente registrado para as



populações de caranguejos e outros crustáceos e essas diferenças nas proporções dos sexos em uma população podem ser explicadas pelo tempo de vida e taxa de mortalidade do animal, reversão sexual ou predação (Wenner 1972). Assim, o estudo da razão sexual pode auxiliar no entendimento de aspectos sobre a dinâmica reprodutiva em uma população (Cobo, 1999). A determinação da razão sexual é uma ferramenta útil para entender a composição de um estoque investigado bem como variações em sua abundância. Em geral, este parâmetro é estimado pela razão numérica de machos para fêmea e pode ser expresso como um coeficiente ou porcentagem (Aguilar & Malpica, 1993).

Segundo Melo (1996), o gênero *Hexapanopeus* é composto por 6 espécies conhecidas para águas brasileiras, entre as *Hexapanopeus schmitti* e *H. paulensis*. Apesar de serem abundantemente encontradas no litoral norte paulista, pouco é conhecido a respeito da biologia e ecologia dessas espécies, sendo que as publicações atuais tratam apenas do desenvolvimento larval (Bakker *et al.* 1989 e Fransozo *et al.* 1990) e crescimento relativo (Fumis *et al. in press*).

O presente estudo visa investigar a estrutura populacional de duas espécies do gênero *Hexapanopeus*: *H. schmitti* e *H. paulensis* na região de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo, enfocando a distribuição de frequência em classes de tamanho, o recrutamento juvenil e a razão sexual.

## *Material & Métodos*

As coletas foram realizadas mensalmente no período de janeiro de 1998 a dezembro de 1999 na região de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo, utilizando-se um barco camaroeiro, equipado com duas redes de arrasto tipo “double rig”. As amostras foram obtidas em 6 transectos, sendo 4 paralelos a linha da praia nas profundidades de 5, 10, 15 e 20 metros e 2 próximos aos costões rochosos (um batido e outro abrigado). Cada transecto foi amostrado por um período de 30 minutos a uma distância de aproximadamente 2Km, abrangendo uma área de 18.000m<sup>2</sup>.

Os caranguejos foram triados e enviados ao Prof. Dr. Gustavo A. S. Melo, do Museu de Zoologia da USP para identificação.

No laboratório, os indivíduos de ambas as espécies foram determinados quanto ao sexo e mensurados quanto à maior largura da carapaça (LC em mm), utilizando-se um estereomicroscópio óptico equipado com ocular micrométrica.

Os caranguejos foram agrupados em categorias demográficas (machos jovens e adultos e fêmeas jovens e adultas). Essas categorias foram estabelecidas de acordo com dados referentes à maturidade sexual morfológica para cada espécie, obtidos previamente pela técnica alométrica. Dessa forma, machos e fêmeas de *H. schmitti* menores que 6,1 e 4,8mm de LC, respectivamente, foram considerados juvenis (Fumis *et al. in press*), enquanto que, para *H. paulensis* o tamanho da maturidade foi 7,8 e 6,5mm para machos e fêmeas, respectivamente (como verificado no capítulo anterior).

Os representantes de cada espécie foram agrupados em classes de tamanho com intervalo de 1mm. A distribuição de frequência das classes foram analisadas sazonalmente durante o período de 2 anos, a fim de verificar variação temporal na distribuição de frequência da população e analisar o recrutamento sazonal. Os parâmetros da distribuição de frequência de tamanho foram calculados utilizando-se a técnica de Mac Donald & Pitcher (1979). O programa (MIX) utilizado separa modas que correspondem a distribuição polimodal usando a probabilidade máxima e calcula os componentes de cada distribuição.

O teste chi-quadrado ( $\chi^2$ ) ( $p < 0,05$ ) foi usado para avaliar se a razão sexual segue o quociente teórico de 1:1; além de comparar a porcentagem de macho e fêmea por classe de tamanho e estação do ano (Zar, 1996). A distribuição de frequência foi testada utilizando-se o teste Kolmogorov-Smirnov (KS), com nível de significância de 5% (Zar, 1996).

## Resultados

Utilizou-se no presente trabalho, um total de 1122 indivíduos de *Hexapanopeus paulensis*, distribuídos nas categorias: machos jovens (341), machos adultos (180), fêmeas jovens (314) e fêmeas adultas (287). Para *H. schmitti*, foram utilizados 450 indivíduos, sendo 262 machos jovens, 58 machos adultos, 75 fêmeas jovens e 55 fêmeas adultas. Os indivíduos jovens foram predominantes em ambas as espécies.

O tamanho dos machos de *H. paulensis* capturados variou de 3,0 a 17,4mm de LC, enquanto de *H. schmitti* a variação foi de 2,5 a 9,8mm de LC. Já nos casos das fêmeas, a variação foi de 2,9 a 14,0mm e 2,8 a 9,4mm de LC, respectivamente para *H. paulensis* e *H. schmitti*. O tamanho médio máximo de LC 6,57 para machos e 6,84 para fêmeas de *H. paulensis*. Para *H. schmitti* os maiores valores foram 5,60 para machos e 3,90 para fêmeas.

Com base nos resultados obtidos com o programa MIX, observou-se que para *H. paulensis*, o maior valor médio de LC onde se observa a moda foi encontrado no verão de 1998 para machos e primavera de 1999 para fêmeas, enquanto que os menores valores foram no inverno e outono de 1999 para machos e fêmeas, respectivamente. Para *H. schmitti* os maiores valores médios foram na primavera e outono de 1998, respectivamente, para machos e fêmeas, enquanto que os menores foram no verão de 1998 para machos e outono de 1999 para fêmeas.

Os indivíduos de *H. paulensis* foram divididos em 16 classes de tamanho, numeradas de acordo com a divisão (classe 1: 2,0 [-- 3,0; classe 2: 3,0 [-- 4,0; .....; classe 16: 17,0 [-- 18,0). Já *H. schmitti* foram distribuídos em 8 classes, sendo a primeira 2,0 [-- 3,0 e a última de 9,0 [--10,0mm.

Nas figuras 1 e 2 estão apresentadas a distribuição geral dos indivíduos de *H. paulensis* e *H. schmitti* por classe de tamanho.

*A distribuição por frequência de tamanho apresentou-se unimodal ao longo de todo o período estudado para ambas as espécies.*

A distribuição sazonal dos indivíduos em classes de tamanho de ambas as espécies (fig. 3) indicou presença de jovens em todas as estações amostradas. Com relação a *H. paulensis*, houve predomínio de machos jovens em todas as estações amostradas, enquanto que para fêmeas, a predominância foi de adultos, exceto no verão, outono e inverno de 1999, quando o predomínio foi de jovens. Os jovens de *H. schmitti* de ambos os sexos predominaram em todas as estações do ano, exceto na primavera de 1998 para machos,

outono de 1998 e inverno de 1999 para fêmeas, onde a proporção de jovens e adultos foi semelhante. Durante a primavera de 1998 e 1999 a predominância foi de fêmeas adultas (100%).

Nas figuras 4 e 5 estão representadas as frequências relativas de jovens de *H. paulensis* e *H. schmitti*, respectivamente, em cada estação do ano amostrada. A maior porcentagem de jovens de ambas as espécies foi registrada no verão de 1999, enquanto a menor frequência foi registrada na primavera dos dois anos de estudo.

A razão sexual, ou seja, a proporção de machos e fêmeas ao longo do ano, favoreceu as fêmeas de *H. paulensis*, sendo a proporção de machos e fêmeas igual a 1:1,2 ( $\chi^2$ ,  $p=0,02$ ), no entanto favoreceu os machos de *H. schmitti*, sendo a proporção de machos e fêmeas igual a 1:0,41 ( $\chi^2$ ,  $p=0,00$ ).

A proporção de fêmeas e machos em classes de tamanho de *H. paulensis* e *H. schmitti* está representada nas tabelas I e II, respectivamente.

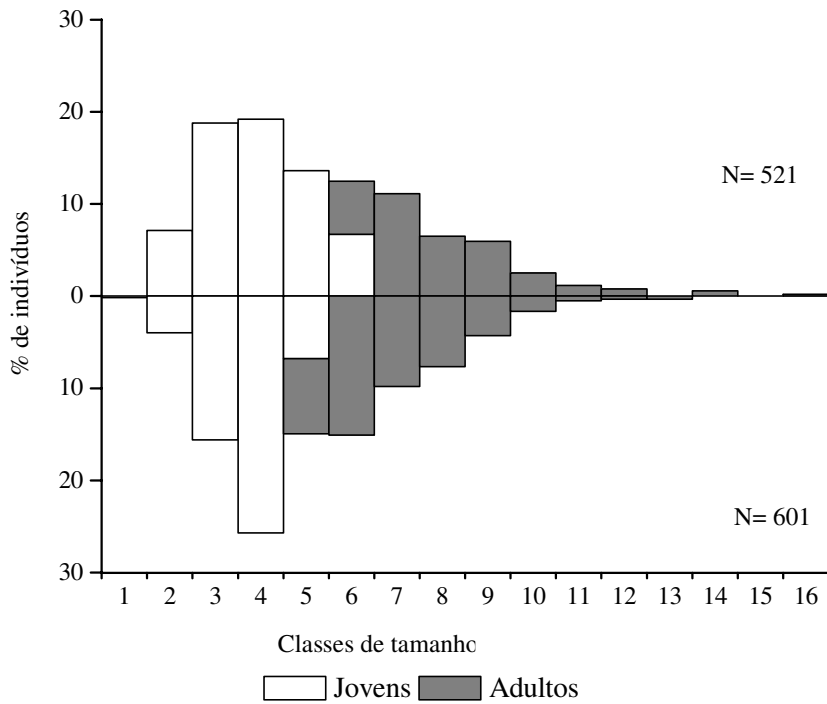


Figura 1: *H. paulensis*. Distribuição geral por freqüência dos indivíduos por classe de tamanho (LC mm)

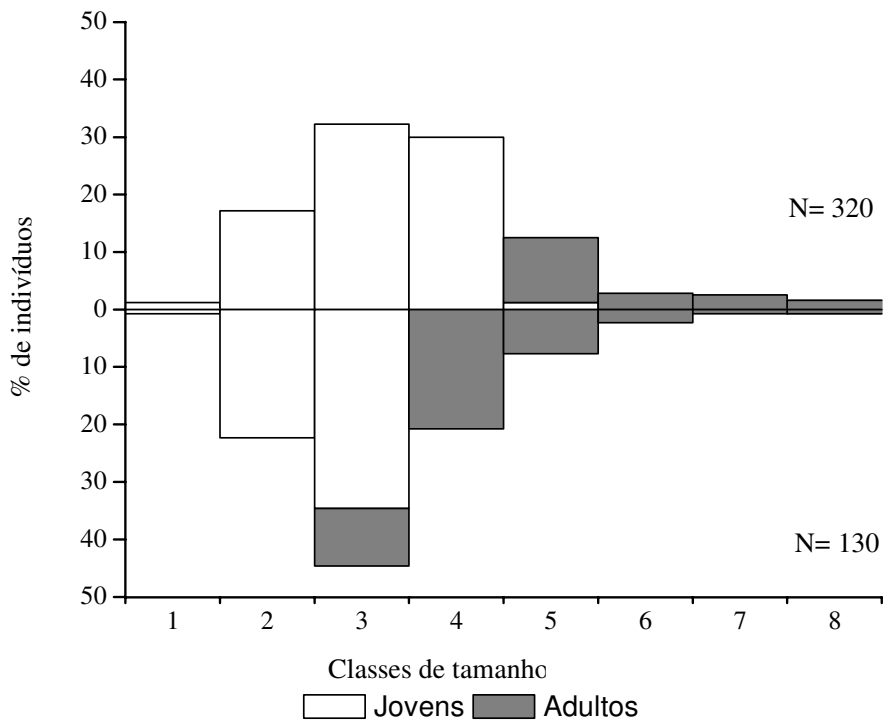


Figura 2: *H. schmitti*. Distribuição geral por freqüência dos indivíduos por classe de tamanho (LC mm).

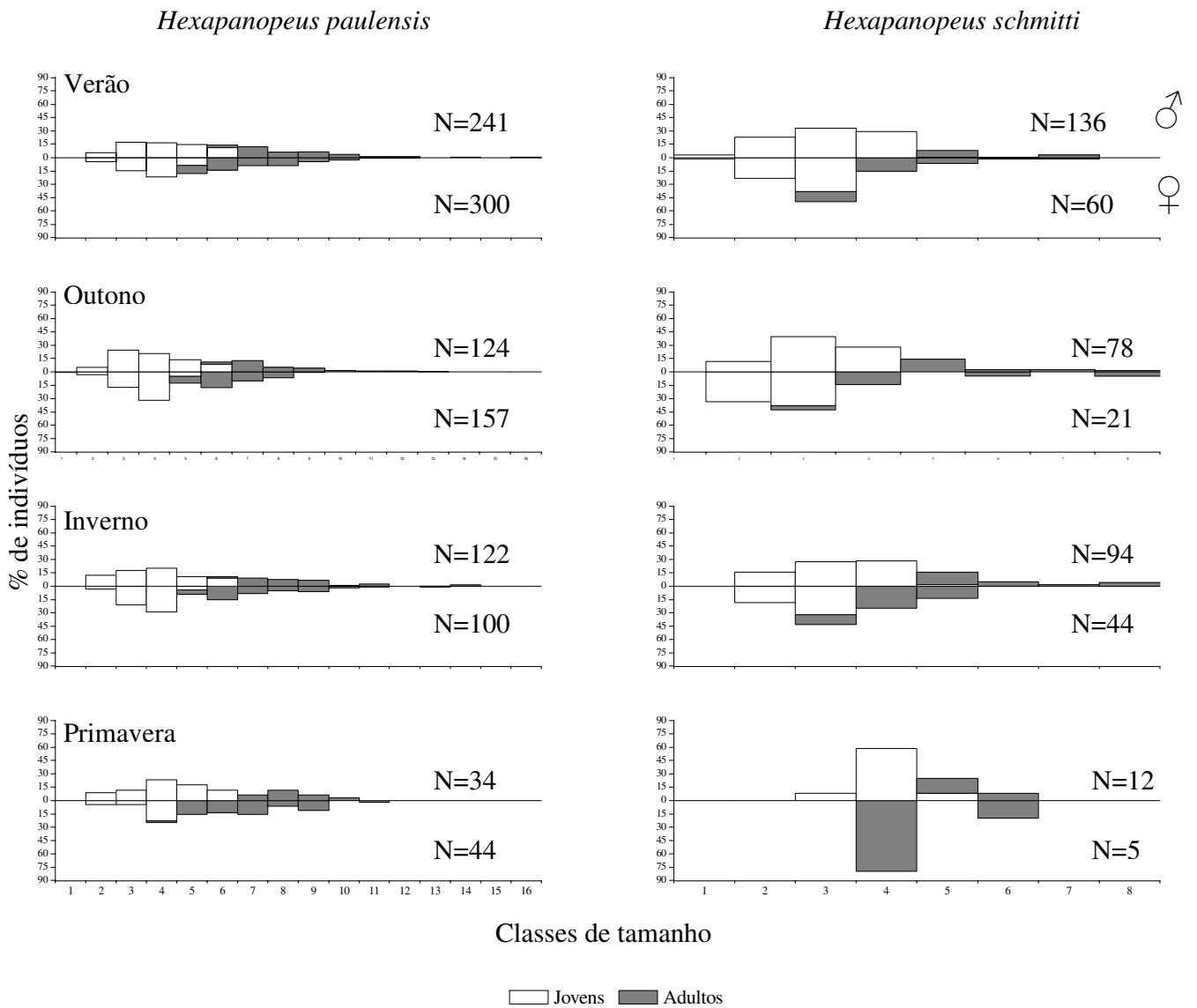


Figura 3: Distribuição por frequência de tamanho de *H. paulensis* e *H. schmitti* para cada categoria demográfica em cada estação do ano (♂=machos; ♀=fêmeas).

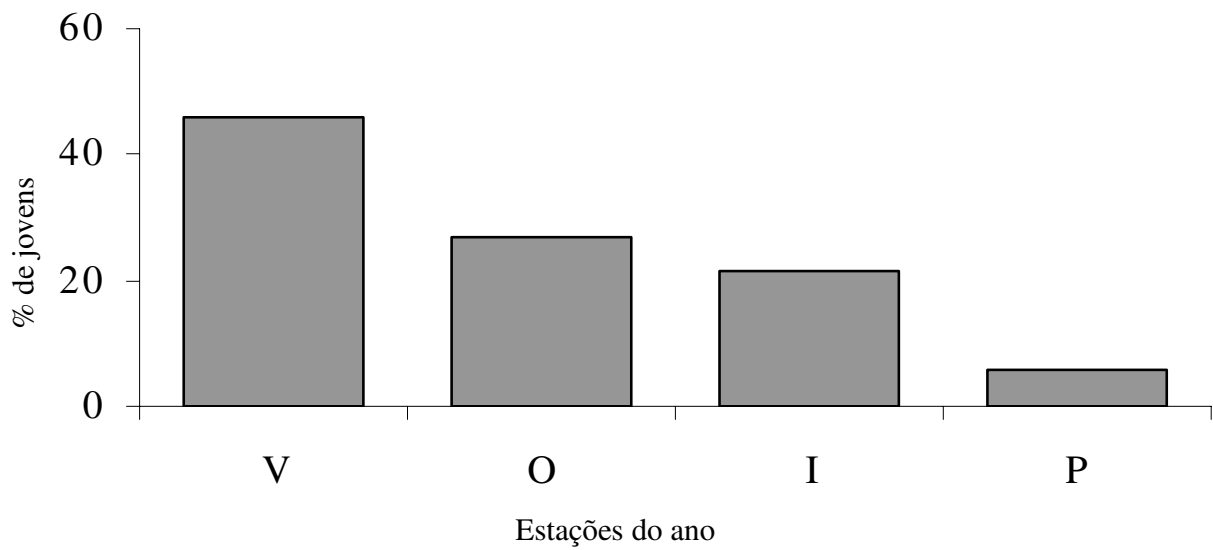


Figura 4: *H. paulensis*. Proporção de indivíduos jovens em cada estação do ano amostrada (V=verão; O=outono; I=inverno; P=primavera).

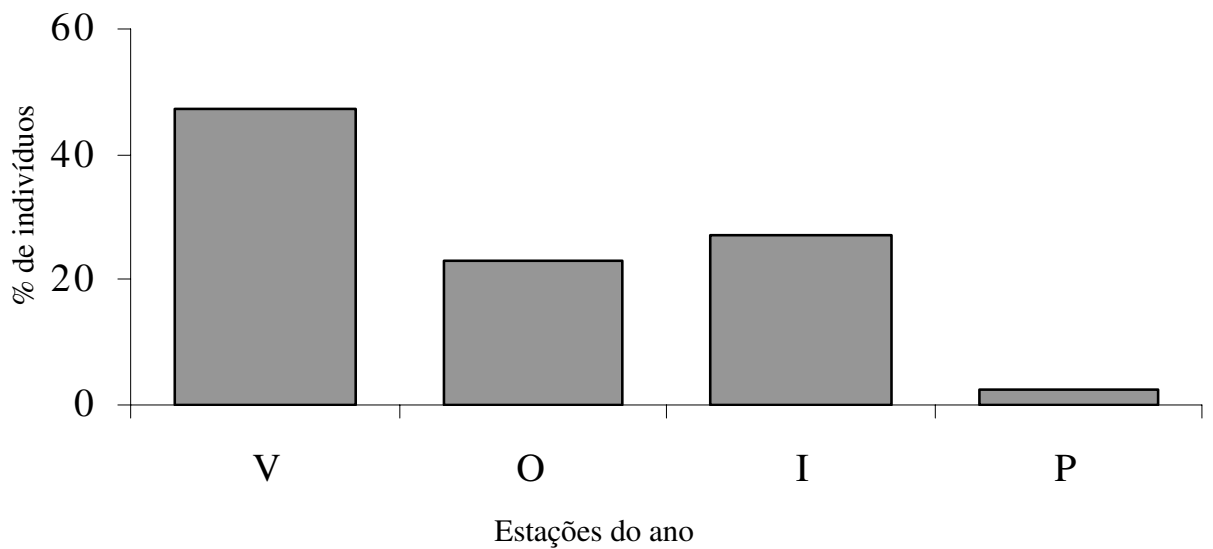


Figura 5: *H. schmitti*. Proporção de indivíduos jovens em cada estação do ano amostrada (V=verão; O=outono; I=inverno; P=primavera).

Tabela I: *H. paulensis*. Número de indivíduos analisados, razão sexual e resultado do teste qui-quadrado ( $p < 0,05$ ) por classes de tamanho, durante o período de estudo.

<b>Classes de tamanho (mm)</b>	<b>Nº de machos</b>	<b>Nº de fêmeas</b>	<b>Razão Sexual Macho/Fêmea</b>	<b><i>P</i> (qui-quadrado)</b>
2,0 [-- 3,0	0	1	0:1,0	0,32
3,0 [-- 4,0	37	24	1:0,6	0,10
4,0 [-- 5,0	98	94	1:1,0	0,77
5,0 [-- 6,0	100	154	1:1,5	0,00*
6,0 [-- 7,0	71	90	1:1,3	0,13
7,0 [-- 8,0	65	91	1:1,4	0,04*
8,0 [-- 9,0	58	58	1:1,0	1,00
9,0 [-- 10,0	34	46	1:1,4	0,18
10,0 [-- 11,0	31	26	1:0,8	0,51
11,0 [-- 12,0	13	10	1:0,8	0,53
12,0 [-- 13,0	6	3	1:0,5	0,32
13,0 [-- 14,0	4	2	1:0,5	0,41
14,0 [-- 15,0	0	2	0:1,0	0,16
15,0 [-- 16,0	3	0	1:0,0	0,08
16,0 [-- 17,0	0	0	1:1,0	0,00*
17,0 [-- 18,0	1	0	1:0,0	0,32

\* significativo para  $p < 0,05$ .

Tabela II: *H. schmitti*. Número de indivíduos analisados, razão sexual e resultado do teste qui-quadrado ( $p < 0,05$ ) por classes de tamanho de, durante o período de estudo.

<b>Classes de tamanho (mm)</b>	<b>Nº de machos</b>	<b>Nº de fêmeas</b>	<b>Razão Sexual Macho:Fêmea</b>	<b>Qui-quadrado (<math>p &lt; 0,05</math>)</b>
2,0 [-- 3,0	4	1	1:0,25	0,18
3,0 [-- 4,0	55	29	1:0,53	0,00*
4,0 [-- 5,0	103	58	1:0,56	0,00*
5,0 [-- 6,0	96	27	1:0,28	0,00*
6,0 [-- 7,0	40	10	1:0,25	0,00*
7,0 [-- 8,0	9	3	1:0,33	0,08
8,0 [-- 9,0	8	1	1:0,13	0,02*
9,0 [-- 10,0	5	1	1:0,20	0,10

★ significativo para  $p < 0,05$ .



## *Discussão*

A estrutura populacional dos crustáceos é, geralmente, analisada pela distribuição dos exemplares em classes de tamanho, razão sexual, dinâmica temporal, crescimento e taxas de natalidade e mortalidade (Nakagaki & Pinheiro, 1999). O predomínio de indivíduos juvenis de *H. paulensis* e *H. schmitti* sobre os adultos foi claramente evidenciado durante o período estudo, evidenciando que ambas as populações da região de Ubatuba é composta principalmente juvenis.

A análise da distribuição em classes de tamanho revelou que a população de ambas as espécies é relativamente estável. A ocorrência de apenas uma moda ao longo do período estudado indica a predominância de apenas um grupo de idade.

O padrão unimodal e assimétrico é muito comum em populações de Decapoda de regiões tropicais, sem variações climáticas acentuadas e caracteriza a ocorrência de variações mensais mínimas, sugerindo uma população em equilíbrio, com de recrutamento contínuo e taxas constantes de mortalidade (Díaz & Conde, 1989; Hartnoll & Bryant, 1990).

Padrão semelhante de unimodalidade foi observado para outras espécies de decápodos na região de Ubatuba, tais como: *Eriphia gonagra* por Góes (1995), *Loxopagurus loxochelis* por Martinelli *et al.* (2002), *Xiphopenaeus kroyery* por Castro *et al.* (2005), *Uca rapax* por Castiglioni & Negreiros-Fransozo (2005) e *Chasmagnatus granulatus* por Gregati (2005). Entretanto, a moda ocorreu em classes que correspondem aos caranguejos juvenis tanto para *H. paulensis* quanto para *H. schmitti*, em todas as estações, com exceção da primavera para fêmeas de *H. schmitti*. A partir desse resultado podemos inferir que estes crustáceos principalmente *H. schmitti*, utilizam a região estudada como berçário, sendo que os adultos provavelmente migram para outras regiões. Além disso, para *H. schmitti* a ocorrência de jovens foi claramente predominante sobre a de adultos.

Fransozo *et al.* (1999), estudando a biologia populacional de *Menippe nodifrons* na região de Ubatuba, também observou moda correspondendo aos caranguejos juvenis. Tais autores, concluíram que o habitat ocupado pelos indivíduos juvenis pode diferir daqueles ocupados pelos adultos devido a fatores relacionados ao canibalismo, predação, disponibilidade de alimento ou competição. Tal fato foi também observado para

*Cyrtograpus angulatus* por Spivak *et al.* (1994), *Pachygrapsus transversus* por Flores & Negreiros-Fransozo (1998) e *Dysopanopeus sayi* por Heck & Hambrook (1991). Este também pode ser o caso das espécies em estudo, principalmente *H. schmitti*, visto que houve um nítida predominância de jovens na população amostrada.

Segundo Melo (1996), *H. paulensis* distribui-se desde a região do entre marés até 5 metros de profundidade, enquanto *H. schmitti* vai desde o entre marés até 25 metros. Dessa forma, *H. paulensis* predomina em regiões mais próximas à costa, onde a quantidade de abrigos, como folhiços, pedaços de troncos, etc, é maior, enquanto que *H. schmitti*, por apresentar maior distribuição batimétrica tem menor possibilidade de encontrar abrigos. Essa pode ser a explicação do baixo número de *H. schmitti* capturado em comparação a *H. paulensis*.

O tamanho superior dos machos em relação às fêmeas foi observado em ambas as espécies no presente estudo, tal como observado também na análise do crescimento relativo (Capítulo II e Fumis *et al.*, *in press*). De acordo com Alunno-Bruscia & Saint-Marie (1998), os machos são geralmente maiores que fêmeas, pois apresentam período de crescimento somático prolongado e algumas vezes maior incremento de muda, sendo que as fêmeas utilizam maior energia na reprodução, ou seja, a produção de oócitos requer maior quantidade de energia do que a produção de espermatozóides e as fêmeas geralmente cessam ou diminuem o seu crescimento somático.

Esse dimorfismo sexual com relação ao tamanho observado nas espécies do presente estudo é muito comum dentre os braquiúros e foi também observado para outras espécies, tais como *Ovalipes punctatus* por Du Preez & McLahlan (1984) *Aratus pisonii* por Diaz & Conde (1989), *Epialtus brasiliensis* por Negreiros-Fransozo *et al.* (1992), *Hepatus pudibundus* por Mantelatto *et al.* (1995), *Uca burgesi* por Benetti & Negreiros-Fransozo (2004), *Uca rapax* por Castiglioni & Negreiros-Fransozo (2005).

O recrutamento dos indivíduos juvenis pode ser considerado contínuo para ambas as espécies, com um pico no verão e uma redução bem acentuada na primavera. Segundo a hipótese de Thorson (1950) a variação temporal na produtividade planctônica seria um fator essencial na sazonalidade reprodutiva de invertebrados marinhos, e a baixa oscilação desse fator nas regiões tropicais permitiria que o animal se reproduzisse continuamente e com

menores proporções, tal como observado com as espécies em estudo. Assim, a entrada de jovens na população ocorreria continuamente ao longo do ano.

Na região de Ubatuba, o recrutamento juvenil contínuo, mas com maior pico no verão foi também observado por Fransozo *et al.* (1999) para *Menippe nodifrons*, Castro *et al.* (2005) para *Xiphopenaeus kroyeri* e também por Gregati (2005) para *Chasmagnatus granulatus* em Parati (RJ). Enquanto que Negreiros Fransozo *et al.* (1999) observaram na mesma região, pico de recrutamento juvenil de *Callinectes ornatus* na primavera.

Durante a primavera e o início do verão há a penetração de uma corrente de água fria, ou seja, Águas Centrais do Atlântico Sul (ACAS), atingindo a costa, formando uma termoclina bem delimitada (Pires, 1992). De acordo com Pires Vanin & Matsuura (1993), a penetração da ACAS favorece o enriquecimento das águas da zona eufótica com nutrientes, ocasionando uma alta produção primária pelo fitoplâncton. Por sua vez, essa produção primária sustenta uma biomassa maior de plâncton herbívoro e, conseqüentemente cria melhores condições para a sobrevivência de larvas de peixes e de animais bentônicos.

Segundo Bertini *et al.* (2001) e Costa *et al.* (2005), o efeito da ACAS no litoral de Ubatuba foi mais pronunciado no final da primavera de 1999. Talvez seja essa a explicação para a redução do número de indivíduos de ambas as espécies estudadas durante essa estação e também o pico de juvenis registrado na estação seguinte. As espécies *H. paulensis* e *H. schmitti* podem ser consideradas pouco tolerante a águas frias, no entanto, a riqueza da água causada pela entrada da ACAS favoreceria o desenvolvimento dos jovens.

Tal massa de água afeta diretamente a dinâmica e a estrutura de comunidades bênticas durante o ano. Alguns decápodos penetram nessa região juntamente com a ACAS, tais como *Portunus spinicarpus*, segundo Pires (1992) e *Artemesia longinaris*, de acordo com Costa *et al.* (2005), que são espécies conhecidas por viverem em águas frias.

O pulso de recrutamento juvenil de *H. paulensis* e *H. schmitti* no verão sugere uma maior atividade reprodutiva na primavera, levando em consideração a duração do estágio larval dessas espécies verificado por Fransozo *et al.* (1990) e Bakker *et al.* (1989), respectivamente.

Negreiros-Fransozo *et al.* (2002), analisando os aspectos populacionais de *Ocypode quadrata* na região norte do estado de São Paulo, registraram um período reprodutivo

contínuo, mais com pulso de recrutamento no verão. Segundo esses autores, fenômenos ambientais, tais como as correntes marinhas frias na primavera e verão influenciam o momento da liberação das larvas, para quando a água encontra-se mais rica em nutrientes e, portanto, propícia ao desenvolvimento da prole.

No entanto, é importante a realização de outros estudos que forneçam informações sobre a parcela juvenil da população a fim de se obter dados mais precisos sobre o suprimento de novos indivíduos na área estudada, que de modo geral parece ser constante ao longo do ano. De acordo com Warner (1967), Sastry (1983) e Emmerson (1994), a maioria das espécies de Decapoda de regiões tropicais e subtropicais apresenta período reprodutivo contínuo durante o ano ou prolongada estação de desova, quando comparado às espécies de maiores latitudes.

Ao nascer, a proporção de machos e fêmeas tende a ser muito próxima de 1:1 (Leigh, 1970). No entanto, após o nascimento, uma série de fatores, tais como: a longevidade, mortalidade e crescimento diferencial entre sexos, diferente expectativa de vida podem afetar essa relação (Wenner, 1972; Wenget *et al.*, 1974; Haley, 1979; Hartnoll, 1982).

Refletindo esse crescimento diferencial, a proporção de machos e fêmeas de ambas as espécies diferiu de 1:1, principalmente nas maiores classes de tamanho e também quanto todas as classes foram agrupadas. Embora a análise estatística comprove a proporção de 1:1 nas classes 11, 12, 13 e 16 de *H. paulensis* e nas classes 1 e 9 de *H. schmitti*, a proporção de fêmeas foi bem inferior a de machos.

Segundo Pianka (1983), em populações de organismos dióicos, existe aproximadamente o mesmo número de machos e fêmeas. No entanto, Wenner (1972) não encontrou muitos exemplos de crustáceos que apresentaram tal padrão em todo o ciclo de vida, propondo ser um padrão mais comum em vertebrados.

O aumento da proporção de machos nas maiores classes de tamanho foi chamado de “standard” por Wenner (1972), sugerindo que o padrão de razão sexual é dependente do crescimento diferencial de machos. Assim, observa-se certa igualdade entre os sexos nas menores classes de tamanho, posteriormente a proporção de machos aumenta nas últimas classes.

A razão sexual em função do tamanho nas espécies em estudo encaixa-se no “padrão standard” de Wenner (1972) e foi previamente observado para outros decápodos por Fernandes-Góes (1997) para *Dardanus insignis*, Chacur (2003) para *Sesarma rectum*, na região de Ubatuba, e por Gregati (2005) para *Chasmagnatus granulatus* e Hirose (2005) para *Uca maracoani*, na região de Paraty (RJ).

De acordo com Bertness (1981), a explicação para tal padrão deve estar relacionada ao desgaste energético diferencial decorrente da atividade reprodutiva em fêmeas e machos.

De acordo com Giesel (1972), desvio da razão sexual esperada pode regular o tamanho da população pelo fato de atuar no potencial reprodutivo.

O padrão de razão sexual foi relativamente estável comparando-se as estações do ano em *H. paulensis* e *H. schmitti*, o que indica que a razão sexual não é afetada pelas mudanças ambientais decorrentes das diferentes estações do ano e sim em função do tamanho dos animais.

Estudos futuros sobre a ação dos efeitos latitudinais nas populações de *H. paulensis* e *H. schmitti* de outras regiões seriam de grande importância a fim de avaliar o comportamento migratório e a plasticidade reprodutiva dos indivíduos dessas espécies.

## Referências Bibliográficas

- Aguilar, A. E. T. & Z. G. C. Malpica. 1993. *Biologia Pesquera*. Peru, Editorial Libertad. 432pp.
- Alunno-Bruscia, M. B. & B. Saint-Marie. 1998. Abdômen allometry, ovary development, and growth of female snow crab, *Chionoecetes opilio* (Brachyura, Majidae), in the northwestern Gulf of St. Lawrence. *Can. Journ. Fish. Aquat. Sci.*, 55: 459-477.
- Bakker, C.; M. Montú; K. Anger & L. Loureiro Fernandes. 1989. Larval development of *Hexapanopeus schmitti* Rathbun, 1930 (Decapoda, Brachyura, Xanthidae) reared in laboratory. *Nerítica*, 4: 137-164.
- Begon, M.; J. L. Harper & C. R. Townsend. 1996. *Ecology. Individuals, Populations and Communities*. Blackwell Scientific Publications. Boston. Third edition. 486p.
- Benetti, A. S. & M. L. Negreiros-Fransozo. 2004. Relative growth of *Uca burgesi* (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in the southeastern Brazilian coast. *Iheringia, Ser. Zool.* 94 (1): 67-72.
- Bertini, G.; A. Fransozo & R. C. Costa. 2001. Ecological distribution of three species of *Persephona* (Brachyura: Leucosiidae) in the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Nauplius*, 9(2): 31-42.
- Bertness, M. D. 1981. Pattern and plasticity in tropical hermit crab growth and reproduction. *American Natural.*, 117: 754-773.
- Castiglioni, D. S. & M. L. Negreiros-Fransozo. 2005. Comparative population biology of *Uca rapax* (Smith, 1870) (Brachyura, Ocypodidae) from two subtropical mangrove habitats on the Brazilian coast. *Journ. Nat. Hist.*, 39(19): 1627-1640.
- Castro, R. H.; R. C. Costa; A. Fransozo & F. L. M. Mantelatto. 2005. Population structure of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Penaeoidea) in the littoral of São Paulo, Brazil. *Sci. Mar.*, 69(1): 105-112.
- Chacur, M. M. 2003. Biología populacional comparativa do caranguejo *Sesarma rectum* Randall, 1840 (Crustacea, Decapoda, Grapsidae) em manguezais do litoral norte paulista. 103p. *Tese de Doutorado*. Instituto de Biociências, Universidade estadual Paulista.
- Cobo, V. J. 1999. Estratégia reprodutiva do caranguejo de manguezal *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) na região de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo. 143p. *Tese de Doutorado*. Instituto de Biociências, Universidade estadual Paulista.
- Costa, R. C.; A. Fransozo; A. L. Castilho & F. A. M. Freire. 2005. Annual, seasonal and spatial variation of abundance of the shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea) in south-eastern Brazil. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 85: 107-112.
- Diaz, H. & J.E. Conde, 1989. Population dynamics and life history of the mangrove crab *Aratus pisoni* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. *Bull. Mar. Sci.*, 45 (1): 148-163.

- Du Preez, H. H. & A. McLachlan. 1984. Distribution of the portunid crab *Ovalipes punctatus* (De haan) in Algoa Bay and salinity and temperature tolerances of its zoea. *S. Afr. J. Zool.* 19(4): 302-304.
- Emmerson, W. D. 1994. Seasonal breeding cycles and sex ratios of eight species of crabs from Mganzana, a mangrove estuary in Trankei, Southern Africa. *Journ.Crust. Biol.* 14 (3): 568-578.
- Fernandes-Góes, L. C., 1997, Distribuição e biologia populacional de *Dardanus insignis* (Saussure, 1858) (Crustacea: Decapoda: Anomura) na região de Ubatuba, São Paulo. Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, São Paulo, 150 pp. [Dissertação de Mestrado].
- Fisher, R. A. 1930. *The genetical theory of natural selection*. 2<sup>sd</sup> ed. Dover. 219p.
- Flores, A. A. V. & M. L. Negreiros-Fransozo. 1998. External factors determining seasonal breeding in a subtropical population of the shore crab *Pachygrapsus transverses* (Gibbes, 1850) (Brachyura, Grapsidae). *Invertebrate Reproduction and Development* 34: 2-3.
- Fransozo, A.; F. L. M. Mantelatto & M. L. Negreiros fransozo. 1990. Larval development of *Hexapanopeus paulensis* Rathbun, 1930 (Crustacea, Brachyura, Xanthidae) under laboratory conditions. *Revta. Bras. Zool.* 7: 31-45.
- Fransozo, A. & F. L. M. Mantelatto. 1998. Population structure and reproductive period tropical hermit crab *Calcinus tibicen* (Crustacea, Diogenidae) in Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *J. Crustacean Biol.*, 18: 738-745.
- Fransozo, A.; G. Bertini & M. O. D. Correa. 1999. Population biology and habitat utilization of the stone crab *Menippe nodifrons* in the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Journ. Crust. Biol.* 14: 275-281
- Fumis, P.B.; A. Fransozo; G. Bertini & A. A. Braga. (in press). Morphometric analysis of the crab *Hexapanopeus schmitti* (Decapoda: Xanthoidea) on the northern coast of the state of São Paulo, Brazil. *Revista Biologia Tropical*.
- Giesel, J. T. 1972. Sex ratio, rate evolution and environmental heterogeneity. *Am. Nat.* 106: 380-387.
- Gregati, R. A. 2005. Ecologia do caranguejo escavador *Chasmagnathus granulatus* Dana, 1851 (Decapoda, Grapsoidea) numa área de manguezal no sudeste do Brasil. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Botucatu, SP, 94p [Dissertação de Mestrado].
- Góes, J. M. 1995. Biologia populacional de *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Crustácea, Decapoda, Xanthidae) na região de Ubatuba, SP. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Botucatu, SP, 123p [Dissertação de Mestrado].
- Haley, S. R. 1979. Sex ratio as a function of size in *Hippacifica* Dana (Crustacea, Anomura, Hippidae): a test of the sex reversal and differential growth rate hypothesis. *Am. Nat.*, 113: 391-397.
- Hartnoll, R.G. 1982. Growth. In: BLISS, D. E. ed. The biology of Crustacea: embryology, morphology and genetics. *New York Academic*. V.2, p.11-196.

- Hartnoll, R. G. & A. D. Bryant. 1990. Size-frequency distributions in decapod Crustace  
The quick, the dead, and the cast offs. *Journ. Crust. Biol.*, 10 (1): 14-19.
- Heck, K. L & J. A. Hambrook. 1991. Intraspecific interactions and risk of predation for  
*Dysopanopeus sayi* (Decapoda: Xanthidae) living on polychaete (*Filogramma implexa*,  
Serpulidae) colonies. *Mar. Ecol.* 2: 243-250.
- Hirose, G. L. 2005. Biologia de *Uca maracoani* Latreille, 1802-1803 (Brachyura,  
Ocypodidae) em uma área estuarina subtropical do sudeste brasileiro. Universidade  
Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Botucatu, SP, 78p [Dissertação de  
Mestrado].
- Leigh, E. G. 1970. Sex-ratio and the different mortality between the sexes. *Am. Naturalist*,  
104: 205-210.
- Mantelatto, F.L.M.& A. Fransozo. 1994. Crescimento relativo e dimorfismo sexual em  
*Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Decapoda, Brachyura) no litoral norte paulista.  
*Papéis Avulsos de Zoologia*, São Paulo, 39 (4): 33-48.
- Mantelatto, F. L. M.; A. Fransozo & M. L. Negreiros-Fransozo. 1995. Population structure  
of *Hepatus pudibundus* (Decapoda: Calappidae) in Fortaleza Bay, Brazil. *Rev. Biol.  
Trop.* 43: 265-270.
- MacDonald, P. D. & T. J. Pitcher. 1979. Age-groups from size-frequency data: a versatile  
and efficient method of analyzing distribution mixtures. *J. Fish. Res. B. Can.*, 36:987-  
1001.
- Martinelli, J. M.; F. L. M. Mantelatto & A. Fransozo. 2002. Population structure and  
breeding season of the South Atlantic hermit crab, *Loxopagurus loxochelis* (Anomura,  
Diogenidae) from the Ubatuba Region, Brazil. *Crustaceana*, 75(6): 791-802.
- Melo, G. A. S. 1996. *Manual de Identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do  
litoral brasileiro*. São Paulo, Ed. Plêiade/FAPESP, 604p.
- Nakagaki, J. M. & M. A. Pinheiro. 1999. Biologia populacional de *Emerita brasiliensis*  
Schmitt (Crustácea, Hippidae) na Praia Vermelha do Norte, Ubatuba (São Paulo,  
Brazil). *Revista Brasileira de Zoologia*, 16 (2): 83-90.
- Negreiros-Fransozo, M. L.; A. Fransozo; F. L. M. Mantelatto; J. M. Nakagaki & C. F.  
Spilborghs. 1992. Fecundity of *Paguristes tortugae* Schmitt, 1933 (Crustacea,  
Decapoda, Anomura) in Ubatuba (SP) Brazil. *Rev. Bras. Biol.*, 52(4): 547-553.
- Negreiros-Fransozo, M. L; F. L. M. Mantelatto & A. Fransozo. 1999. Population biology of  
*Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidade) from Ubatuba (SP) State,  
Brazil. *Scientia Marina*, Barcelona, 63 (2):157-163.
- Negreiros-Fransozo, M. L; A. Fransozo & G. Bertini. 2002. Reproductive cycle and  
recruitment period of *Ocypode quadrata* (Decapoda, Ocypodidae) at a sand beach in  
Southeastern Brazil. *Jour. Crust. Biol.*, 22(1): 157-161.
- Pianka, E. R. 1983. *Evolutionary ecology*. Third Edition, Harper & Row, New York, 365pp.
- Pires, A. M. S. 1992. Structure and dynamics of benthic megafauna on the continental shelf  
offshore of Ubatuba, southeastern Brazil. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 86: 63-76.



- Pires-Vanin, A. M. S.; Y. Matsuura. 1993. Estrutura e função do ecossistema de plataforma continental da região de Ubatuba, Estado de São Paulo: uma introdução. *Publicação Esp. Inst. Oceanograf.* 10: 1-8
- Santos, S.; M.L. Negreiros-Fransozo & A. Fransozo. 1995. Morphometric relationships and maturation in *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Brachyura, Portunidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 55 (4): 545-553.
- Sastry, A. N. 1983. Ecological aspects of reproduction. In: T. H. WATERMAN (Ed.) The Biology of Crustacea. VII. Environmental adaptations. Academic Press, Inc. 179-270p.
- Spivak, E.; K. Anger; T. Luppi; C. Bas & D. Ismael. 1994. Distribution and habitat preferences of two grapsids crab species in Mar Chiquita Lagoon (Province of Buenos Aires, Argentina). *Helgoländer Meeresunters*, 48: 59:78.
- Thorson, G. 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biol. Rev.*, 25: 1-45.
- Warner, G. F. 1967. The life history of the mangrove tree crab *Aratus pisonii*. *Journ. Zool.*, 153: 321-335.
- Wenner, A. M. 1972. Sex ratio as a function of size in marine crustacea. *Am. Nat.*, 383: 317-353.
- Winget, R. R.; D. Maurer & H. Seymour. 1974. Occurrence, size composition, and sex ratio of the rock crab, *Cancer irroratus* Say and the spider crab, *Libinia emarginata* Leach in Delaware Bay. *J. Nat. Hist.*, 8: 199-205.
- Zar, J. H. 1996. Bioestatistical analysis. Pentice-Hall, Upper Saddey River, 662p.

## Capítulo IV

Distribuição Ecológica de duas espécies do gênero *Hexapanopeus* (*H. paulensis* e *H. schmitti*) (Decapoda: Xanthoidea) na região de Ubatuba, litoral norte do estado de São Paulo.

## Resumo

A distribuição da maioria dos animais bentônicos é diretamente influenciada por fatores abióticos, tais como salinidade, temperatura, tipo de sedimento, correntes marinhas, e indiretamente pela profundidade. Estudos sobre a distribuição de organismos marinhos são úteis a fim de se obter informações sobre regiões costeiras afetadas pela atividade humana e dinâmica de correntes de água. O objetivo desse estudo foi caracterizar o parâmetro físico mais relevante em três enseadas da região de Ubatuba, SP, que poderia explicar a distribuição espacial e temporal de duas espécies: *H. paulensis* Rathbun, 1930 e *H. schmitti* Rathbun, 1930. Os caranguejos foram coletados mensalmente por um período de 2 anos (1998 e 1999) nas enseadas de Mar Virado, Ubatuba e Ubatumirim. Foram amostrados 6 transectos em cada enseada, abrangendo uma área de 18.000m<sup>2</sup> cada transecto. Amostras de água de superfície e fundo e de sedimento foram coletadas em cada transecto. Os fatores ambientais analisados (temperatura, salinidade e teor de matéria orgânica) mostraram variação sazonal relacionada com a dinâmica de diferentes massas de água nessa região. Foram capturados 1084 exemplares de *H. paulensis* e 406 de *H. schmitti*. A enseada mais representativa em termos de número de indivíduos foi Ubatumirim, seguida por Ubatuba. Houve uma variação sazonal em termos de distribuição das duas espécies, sendo que o verão foi a estação com maior quantidade de caranguejos amostrados. Ambas as espécies correlacionaram positivamente com o fator temperatura, indicando um aumento na abundância desses caranguejos com o aumento da temperatura da água. No entanto, correlacionaram-se negativamente com o diâmetro do grão ( $\phi$ ), que compõe o sedimento evidenciando a preferência dessas espécies por sedimentos mais grosseiros. A distribuição ecológica de *H. paulensis* e *H. schmitti* está provavelmente relacionada a um conjunto de fatores ambientais favoráveis, sendo a temperatura da água e a textura do sedimento, os mais importantes.

Palavras – chave: distribuição, fatores ambientais, *Hexapanopeus*

## *Introdução*

A distribuição dos organismos marinhos pode ser influenciada pela ação de certos fatores ambientais, os quais podem agir determinando uma ocupação restrita a áreas mais localizadas ou em ambientes variados. Cada organismo ocupa um determinado habitat, onde as condições do meio físico e biótico são, pelo menos, as mínimas necessárias para propiciar sua sobrevivência e reprodução (Mantelatto et al. 1995). Assim, estudos sobre o padrão distribucional podem suprir conhecimentos básicos sobre a biologia e ecologia de espécies em um dado local.

Os fatores ambientais são considerados de maior importância para o controle da dinâmica das comunidades, principalmente em áreas costeiras onde tais fatores variam consideravelmente de acordo com o espaço e tempo (Warwick & Uncles, 1980).

De acordo com Negreiros-Fransozo & Nakagaki (1998), os fatores ambientais e as relações intra e interespecíficas são de extrema importância, influenciando a abundância e os padrões distribucionais de espécies marinhas. Para Buchanan & Stoner (1988), as condições de temperatura, salinidade, teor de matéria orgânica presente no substrato e textura do sedimento devem ser considerados fatores imprescindíveis nos estudos bioecológicos, uma vez que controlam a produtividade do mar e determinam situações próprias de cada local, podendo favorecer ou não a presença de determinadas espécies.

Os estudos que tratam da distribuição dos organismos marinhos são de extrema importância e essenciais a fim de se obter informações sobre as regiões de costa afetadas pela atividade humana, pela poluição e pela dinâmica de correntes de águas, como é o caso da região de Ubatuba. De acordo com Mantelatto et al. (1995), a distribuição espacial de organismos marinhos torna-se de difícil compreensão quando se considera a vasta extensão oceânica e a complexa interação dos fatores ambientais. Por essa razão, estudos contínuos e detalhados de espécies com importante papel na dinâmica de áreas pequenas, como baías e enseadas, podem contribuir para o entendimento do mecanismo de distribuição no complexo marinho (Mantelatto, 2000).

Muitos autores estudaram a distribuição das espécies de crustáceos decápodos em relação às variações dos fatores ambientais, tais como temperatura da água, salinidade, conteúdo de matéria orgânica, textura do sedimento e profundidade (Ishkawa, 1989; González-Gurriarán et al., 1991; Fransozo et al., 1992; Negreiros-Fransozo et al., 1992;

Santos et al., 1994; Negreiros-Fransozo & Fransozo, 1995; Pinheiro et al., 1996; Negreiros-Fransozo & Nakagaki 1998; Mantelatto, 2000; Bertini et al., 2001).

*Hexapanopeus paulensis* Rathbun, 1930 e *H. schmitti* Rathbun, 1930 são duas espécies de xantídeos muito abundantes no litoral norte do estado de São Paulo. Essas espécies caracterizam-se pelo tamanho diminuto e por ocuparem preferencialmente locais que possuem abrigos, como substratos com conchas quebradas e rochas, também entre esponjas, ascídias e briozoários (Melo, 1996).

O presente trabalho tem como objetivo analisar a distribuição ecológica de duas espécies de caranguejos do gênero *Hexapanopeus* (*H. paulensis* e *H. schmitti*) nas enseadas de Ubatumirim, Ubatuba e Mar Virado, com relação a alguns fatores ambientais, tais como salinidade e temperatura da água, textura e teor de matéria orgânica do sedimento.

## *Material & Métodos*

Os caranguejos foram coletados mensalmente por um período de dois anos (janeiro de 1998 a dezembro de 1999) nas enseadas de Ubatumirim, Ubatuba e Mar Virado, todas localizadas na região de Ubatuba, Estado de São Paulo. Em cada enseada as amostras foram obtidas em 6 transectos, sendo 4 paralelos a linha da praia nas profundidades de 5 (IV), 10(III), 15(II) e 20(I) metros e 2 próximos aos costões rochosos (um batido e outro abrigado, transectos V e VI, respectivamente) (figura 1). As coletas foram realizadas utilizando-se um barco de pesca comercial equipado com duas redes “double rig”. Cada transecto foi amostrado por um período de 30 minutos e uma distância de aproximadamente 2Km, abrangendo uma área de 18.000m<sup>2</sup>.

Amostras de água de superfície e fundo foram coletadas mensalmente em todos os transectos usando uma garrafa de Nansen. A temperatura foi mensurada utilizando-se um termômetro de mercúrio comum, graduado em graus centígrados e a salinidade, um refratômetro óptico. Um ecobatímetro foi utilizado para mensurar a profundidade nos pontos inicial, médio e final de cada transecto.

Amostras de sedimento foram obtidas sazonalmente utilizando um pegador de Van Veen (área de 0,06m<sup>2</sup>). No laboratório, o sedimento foi desidratado a uma temperatura de 70°C em estufa de secagem durante 72 horas. Para análise do tamanho médio do grão que compõe o sedimento, foram separadas duas subamostras de 50g, as quais foram tratadas com 250ml de solução NaOH 0,2N e agitada por 5 minutos a fim de separar as partículas de silte e argila da fração arenosa.

Após, as subamostras foram lavadas em uma peneira com malha de 0,063mm, que permite a passagem do silte e argilha. O sedimento retido foi novamente secado em estufa (70 °C) e submetido à técnica de peneiramento diferencial seguindo a escala de Wentworth (1922).

A partir da porcentagem das frações granulométricas de cada transecto, calculou-se as medidas de tendência central ( $\phi$ ), que determinam a fração granulométrica mais freqüente no sedimento (Suguio, 1973). Tais valores foram calculados com base nos dados extraídos graficamente de curvas acumulativas de distribuição de freqüência das amostras de sedimento, seguindo a escala de  $\phi$  ( $\phi$ ) e mediante a fórmula:  $M=(\phi_{16} + \phi_{50} +$

$\phi = \frac{\log_2 d}{3}$ , após, as classes de  $\phi$  foram convertidas nas frações granulométricas aplicando a fórmula  $\phi = -\log_2 d$ , onde  $d$  = diâmetro do grão (mm) (Hakanson & Jansson, 1983 e Tucker, 1988). Desse modo obteve-se as seguintes classes: areia muito grossa (-1[-0]); areia grossa (0[-1]); areia média (1[-2]); areia fina (2[-3]); areia muito fina (3[-4]) e silte + argila (>4).

O conteúdo de matéria orgânica (%) foi obtido pelo peso livre das cinzas: três subamostras de 10g cada por transecto foram acondicionadas em cadinhos de porcelana e incineradas a 500°C por 3 horas em uma mufla. Após o resfriamento, cada amostra foi novamente pesada. A diferença entre o peso inicial e o peso final foi o teor de matéria orgânica observado, sendo em seguida, convertido em porcentagem (Mantelatto & Fransozo, 1999).

Após cada arrasto, os caranguejos foram separados, ensacados, congelados e transportados ao laboratório, onde, após descongelamento, foram contados e identificados quanto ao sexo.

A abundância dos caranguejos foi comparada entre os anos, enseadas, transectos e estações do ano (verão, outono, inverno e primavera) usando análise de variância (Anova). A influência dos fatores ambientais na abundância das espécies foi avaliada por regressão linear múltipla e também comparada usando Anova. Os dados foram transformados em log para normalizar a distribuição dos valores satisfazendo as premissas de um teste estatístico (Zar, 1999).

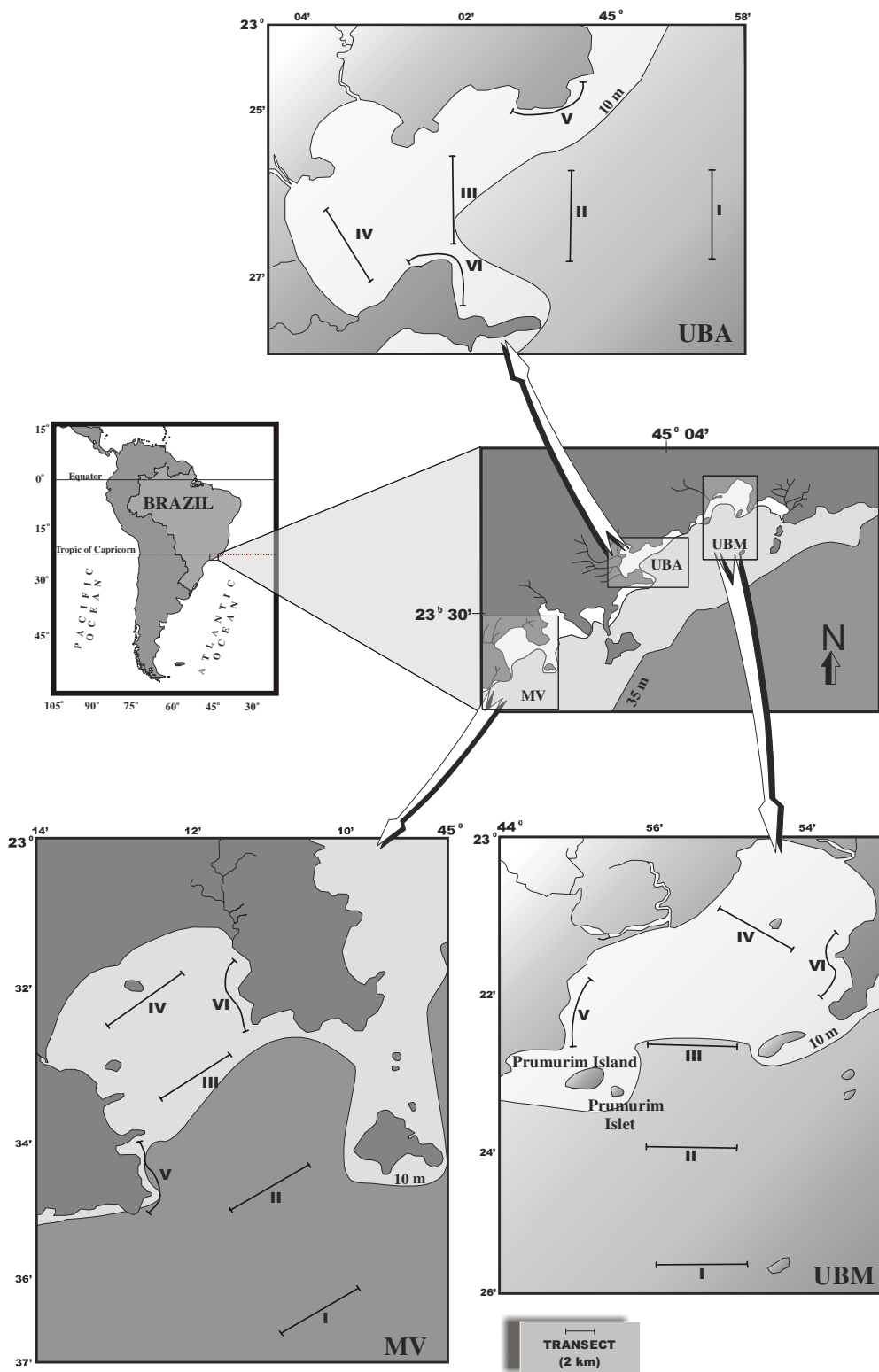


Figura 1: Mapa da região de Ubatuba (Estado de São Paulo) mostrando as enseadas com a posição dos transectos amostrados (MV=Mar Virado; UBA=Ubatuba; UBM: Ubatumirim).



## *Resultados*

### **Fatores ambientais:**

A profundidade média de cada transecto nas enseadas amostradas foi: I ( $22,8 \pm 0,6$ m), II ( $16,4 \pm 1,1$ m), III ( $11,7 \pm 1,1$ m), IV ( $5,9 \pm 0,4$ m), V ( $9,0 \pm 1,5$ m) e VI ( $6,8 \pm 2,3$ m).

O tamanho médio dos grãos que compõem o sedimento variou de areia média a uma combinação de silte e argila, enquanto que todos os transectos da enseada do Mar Virado apresentaram grãos de tamanho médio maior que 4, ou seja, silte + argila (figura 2).

O teor de matéria orgânica presente o substrato foi menor na região externa (transecto I) das três enseadas, sendo que o maior valor obtido foi nos transectos III e IV (figura 2).

Com relação à salinidade, as maiores variações foram observadas no inverno e primavera dos dois anos de estudo. Em geral, os maiores valores médios de salinidade foram observados principalmente no transecto I e os menores valores nos transectos IV e VI (figura 3).

A figura 4 mostra os valores máximos, mínimos e médios da temperatura de fundo e superfície durante os meses amostrados das três enseadas agrupadas, onde é possível observar uma alta variação da temperatura durante os meses de verão e primavera com uma nítida entrada de águas frias até o transecto III.

A variação da temperatura de fundo em cada transecto durante as estações do ano de ambos os anos estudados pode ser verificada na figura 5, onde se observa uma entrada bem definida de água fria até o transecto III nos meses de verão e primavera. A temperatura nos transectos I a III foi mais baixa do que nos transectos de IV a VI (figura 5). Durante as outras estações, os valores médios de temperatura foram homogêneos.

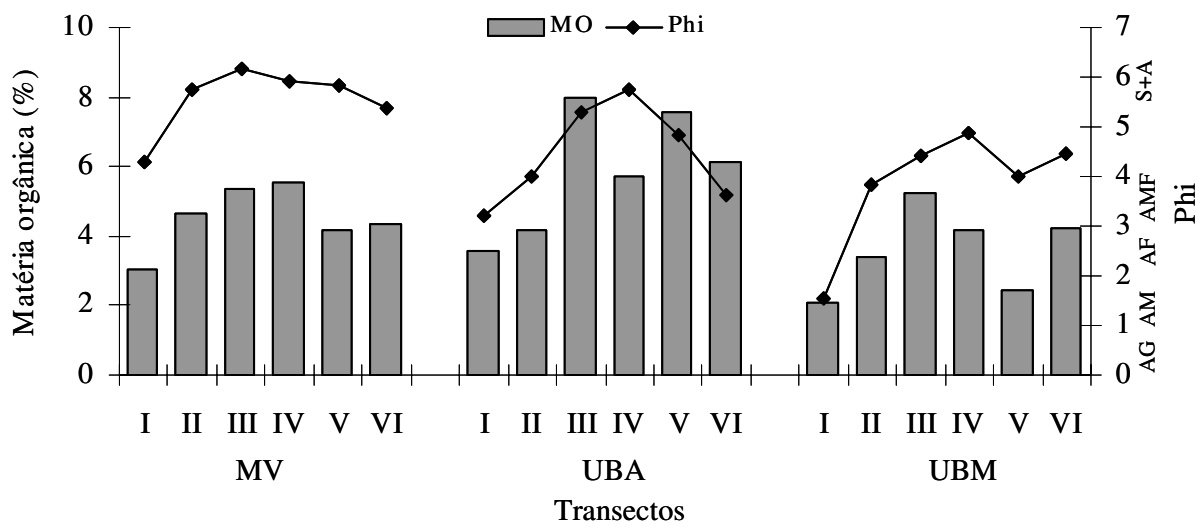


Figura 2: Valores médios do teor de matéria orgânica presente no sedimento (%) e diâmetro médio do grão (phi) de cada transecto das enseadas estudadas. MV: Mar Virado; UBA: Ubatuba; UBM: Ubatumirim.

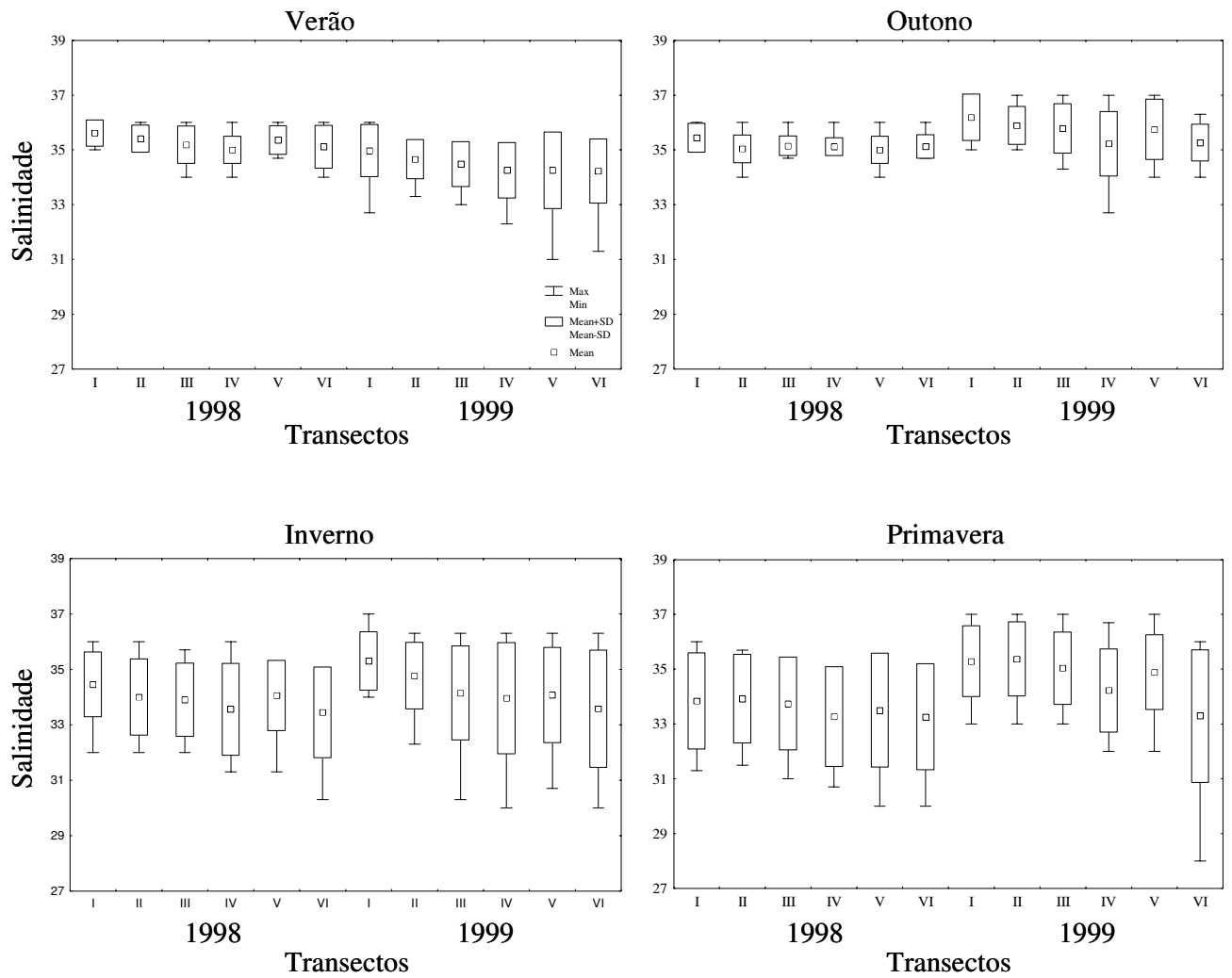


Figura 3: Variação da salinidade em cada transecto por estação do ano.

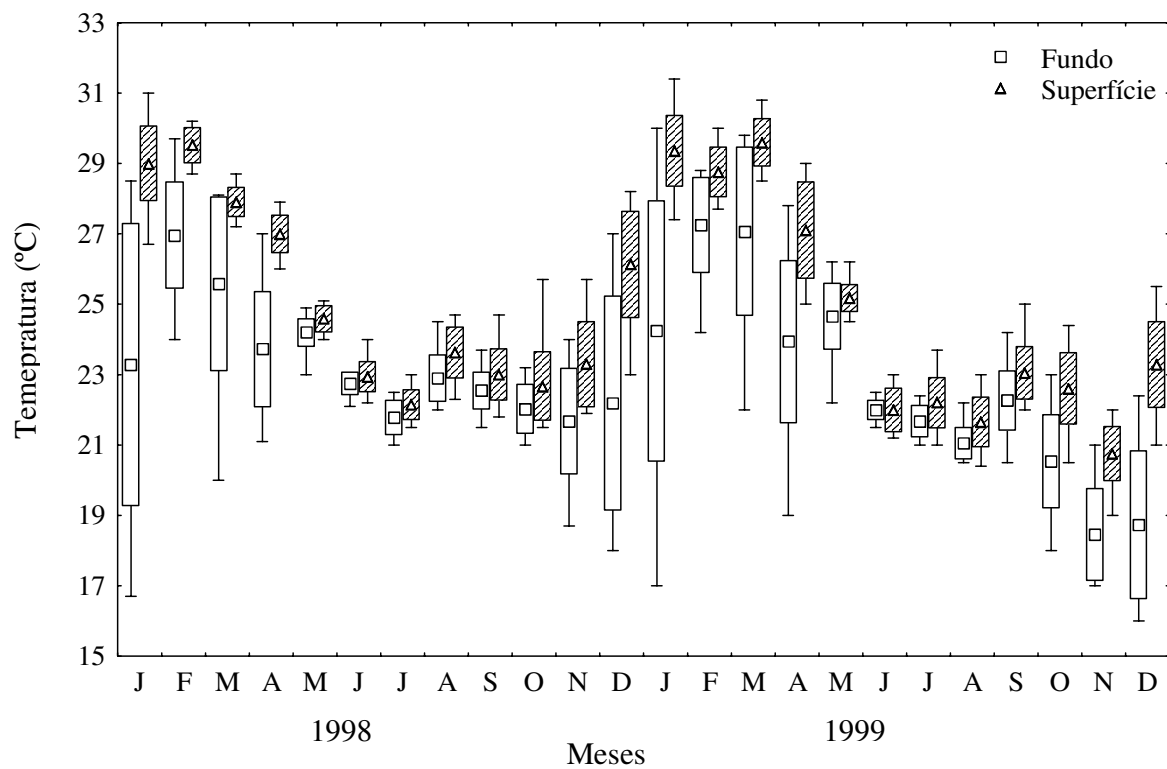


Figura 4: Variação mensal da temperatura de fundo e superfície durante os dois anos de estudo (Box= desvio padrão; linhas= valores mínimos e máximos).

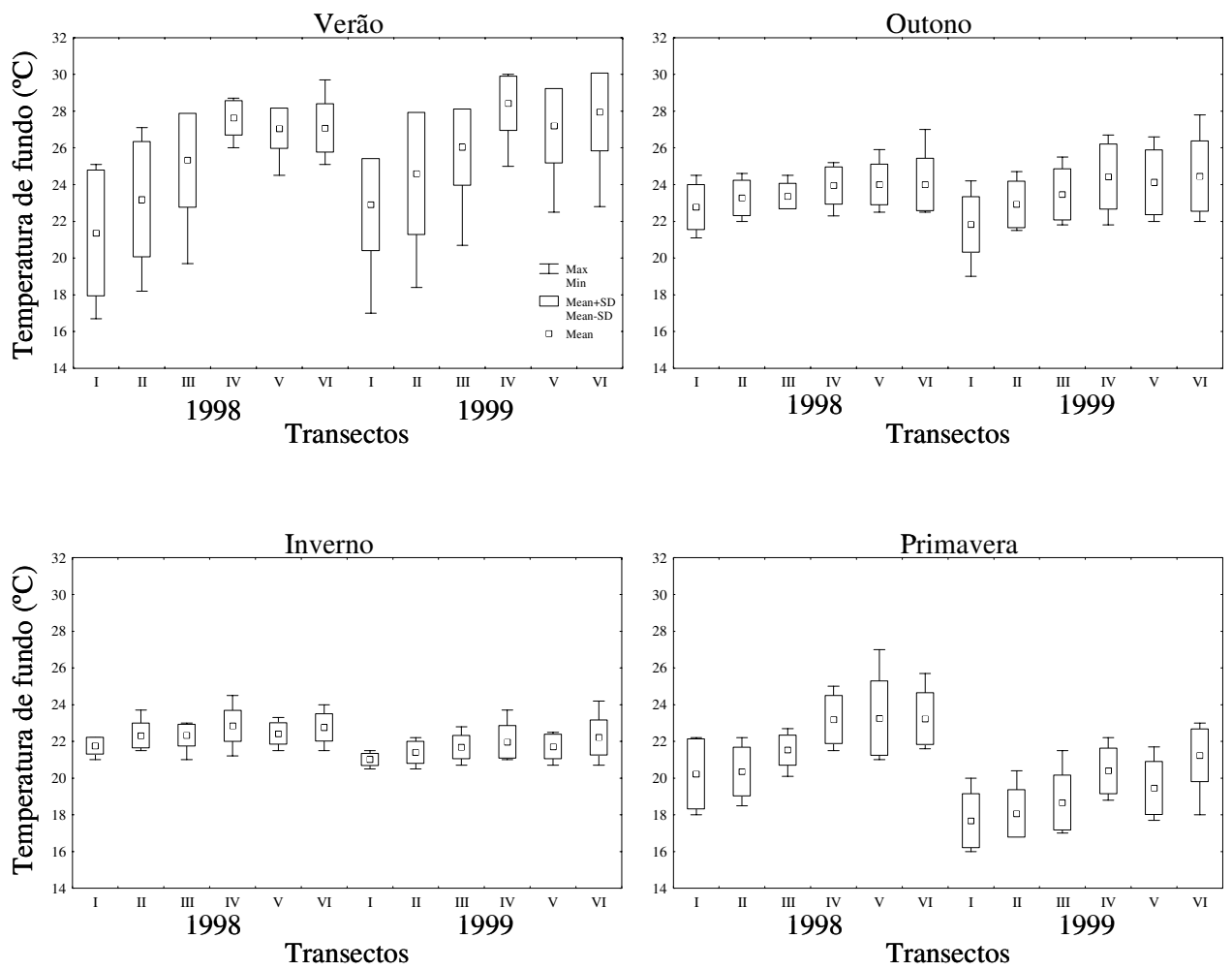


Figura 5: Variação da temperatura de fundo em cada transecto nas estações do ano.

## Padrão de distribuição

Dentre as duas espécies estudadas, a mais abundante foi *H. paulensis*, representada por 1084 indivíduos capturados, sendo 495 coletados no primeiro ano e 589 no segundo. Não houve diferença estatística entre os dois anos com relação ao número de indivíduos capturados (ANOVA –  $p > 0,05$ ).

Com relação a *H. schmitti*, foram capturados 406 indivíduos, sendo 118 no primeiro ano e 288 no segundo. O segundo ano foi estatisticamente mais representativo que o primeiro em número de indivíduos (ANOVA –  $p < 0,05$ ).

A figura 6 apresenta o valor total de indivíduos para cada enseada. As espécies estudadas apresentaram uma distribuição espacial bem semelhante (figura 7). O número de *H. paulensis* capturado foi significativamente diferente em relação às enseadas (ANOVA,  $p < 0,05$ ). Com relação ao número de *H. schmitti* capturados somente Mar Virado diferiu de Ubatuba e Ubatumirim (ANOVA,  $p < 0,05$ ). A maior abundância foi registrada na enseada de Ubatumirim e a menor na enseada do Mar Virado para as duas espécies.

O número de indivíduos em cada estação do ano está apresentado na figura 8. Houve diferença estatística para a variação temporal de ambas as espécies (Anova,  $p < 0,05$ ), sendo que o maior número de indivíduos foi registrado no verão.

A tabela I apresenta os resultados da análise de variância para a média de captura de cada espécie entre os anos, as regiões, os transectos e as estações estudadas.

Nas figuras 9 e 10 pode-se observar a distribuição dos indivíduos de *H. paulensis* e *H. schmitti*, respectivamente, nas diferentes classes de fatores ambientais. As três enseadas apresentaram predominância de *H. paulensis* e *H. schmitti* nas salinidades de 34 --] 36, temperaturas de 22 --] 25 e 25 --] 28 e baixo teor de matéria orgânica (O --] 4). Em relação ao Phi, a predominância foi à classe de 3,5 --] 4,5, ou seja, sedimentos mais finos.

Com relação aos fatores abióticos, a análise de regressão múltipla para *H. paulensis* e *H. schmitti* indicou que a variação do número de caranguejos pode ser explicada principalmente pela temperatura da água de fundo (TF) e diâmetro médio do sedimento (phi), sendo a temperatura positivamente correlacionada com a abundância e o phi negativamente (tabela II). Dessa forma a abundância de *H. paulensis* pode ser explicada pelo modelo  $\hat{Y} = -6,77 + 1,43TF - 0,70\Phi$  ( $P = 1,12 \cdot 10^{-7}$ ;  $F = 9,91$ ) e de *H. schmitti* pelo

modelo  $\hat{Y} = -1,82 + 0,91TF - 0,39Phi$  ( $P = 1,72 e^{-5}$ ;  $F = 7,03$ ), onde Y é o número estimado de indivíduos.

Tabela I: Resultados da análise de variância para a média de captura de *H. paulensis* e *H. schmitti*. (dados transformados para  $\ln x + 2$ ).

<b>Espécies</b>	<b>Fonte</b>	<b>df</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<i>H. paulensis</i>	Enseadas	2	5,71	23,46	0,00
	Transectos	5	4,90	20,12	0,00
	Anos	1	0,25	1,05	0,31ns
	Estações	3	3,45	14,14	0,00
	Enseadas x Transectos	10	3,84	15,78	0,00
<i>H. schmitti</i>	Enseadas	2	1,43	12,59	0,00
	Transectos	5	2,49	21,92	0,00
	Anos	1	0,68	5,87	0,02
	Estações	3	0,76	6,71	0,00
	Enseadas x Transectos	10	2,23	19,61	0,00

MS: média dos quadrados; df: graus de liberdade; F: MS fator/MS residual; P: probabilidade de significância; ns: não significativo ( $p > 0,05$ ).

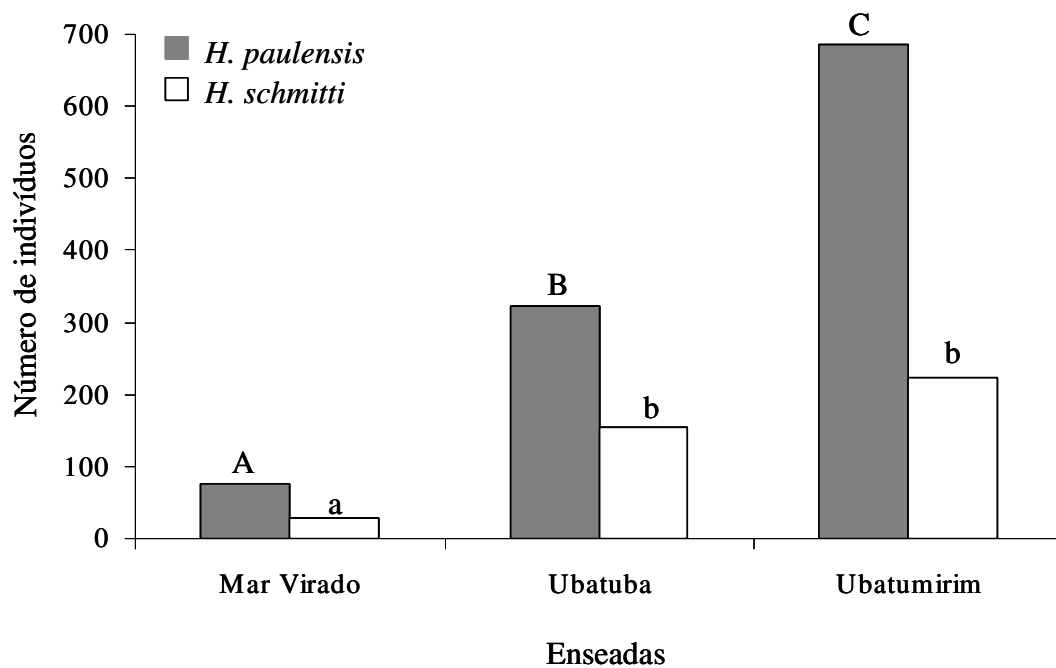


Figura 6: Número de indivíduos das duas espécies de *Hexapanopeus* em cada enseada. Letras maiúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre as enseadas com relação à abundância de *H. paulensis*; letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre as enseadas com relação à abundância de *H. schmitti*.



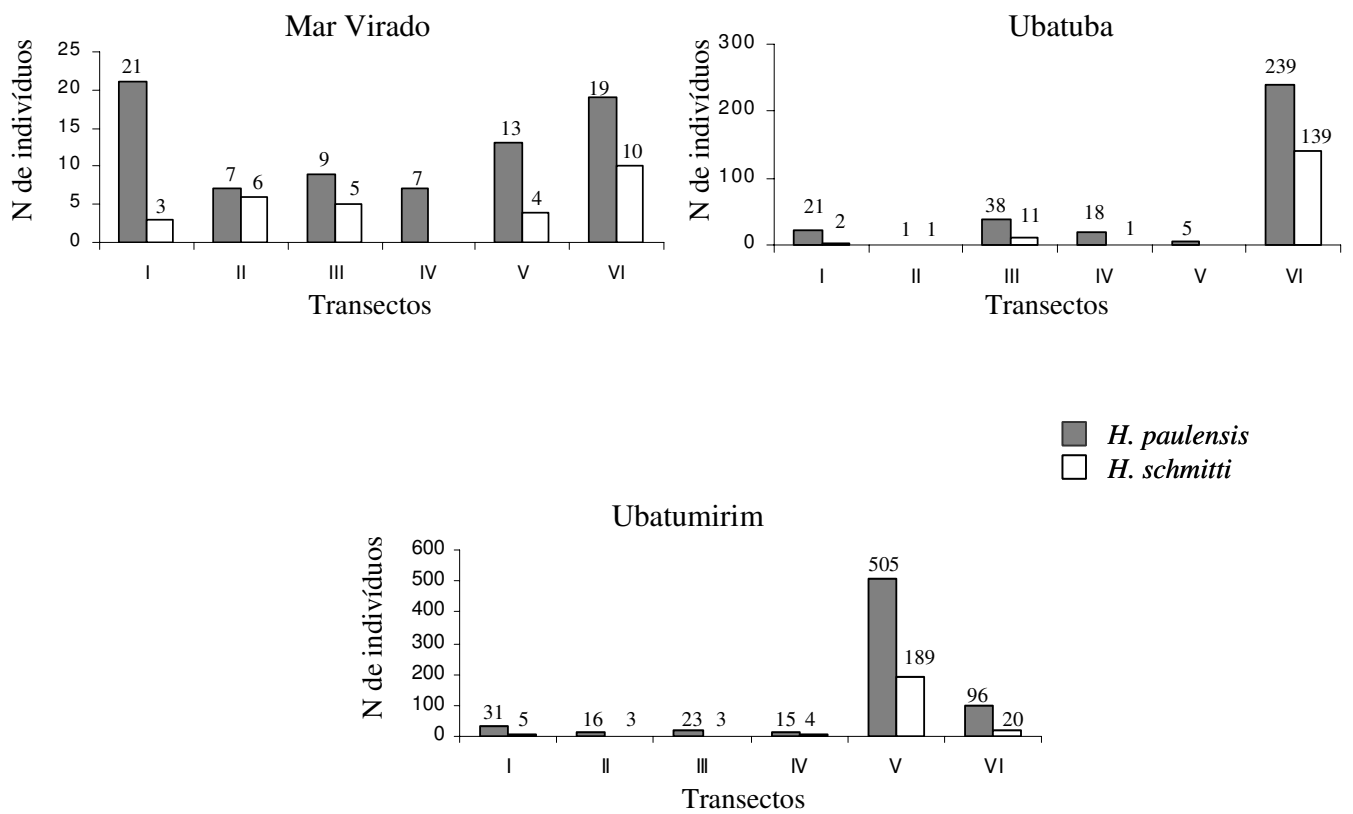


Figura 7: Distribuição espacial das espécies de Hexapanopeus em cada enseada (N de indivíduos=número de indivíduos). Os valores colocados sobre as barras representam o número de indivíduos.

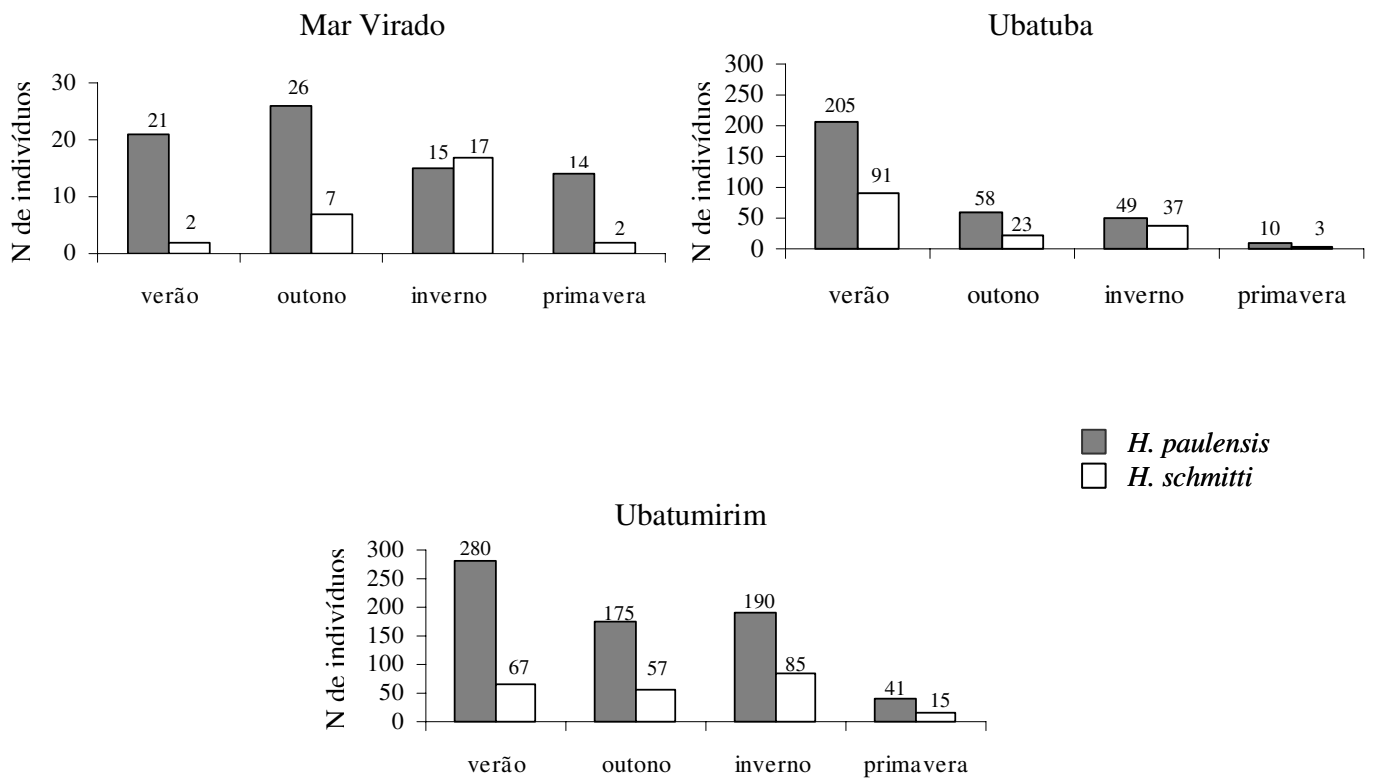


Figura 8: Distribuição temporal das espécies de Hexapanopeus em cada enseada (N de indivíduos=número de indivíduos). Os valores colocados sobre as barras representam o número de indivíduos.

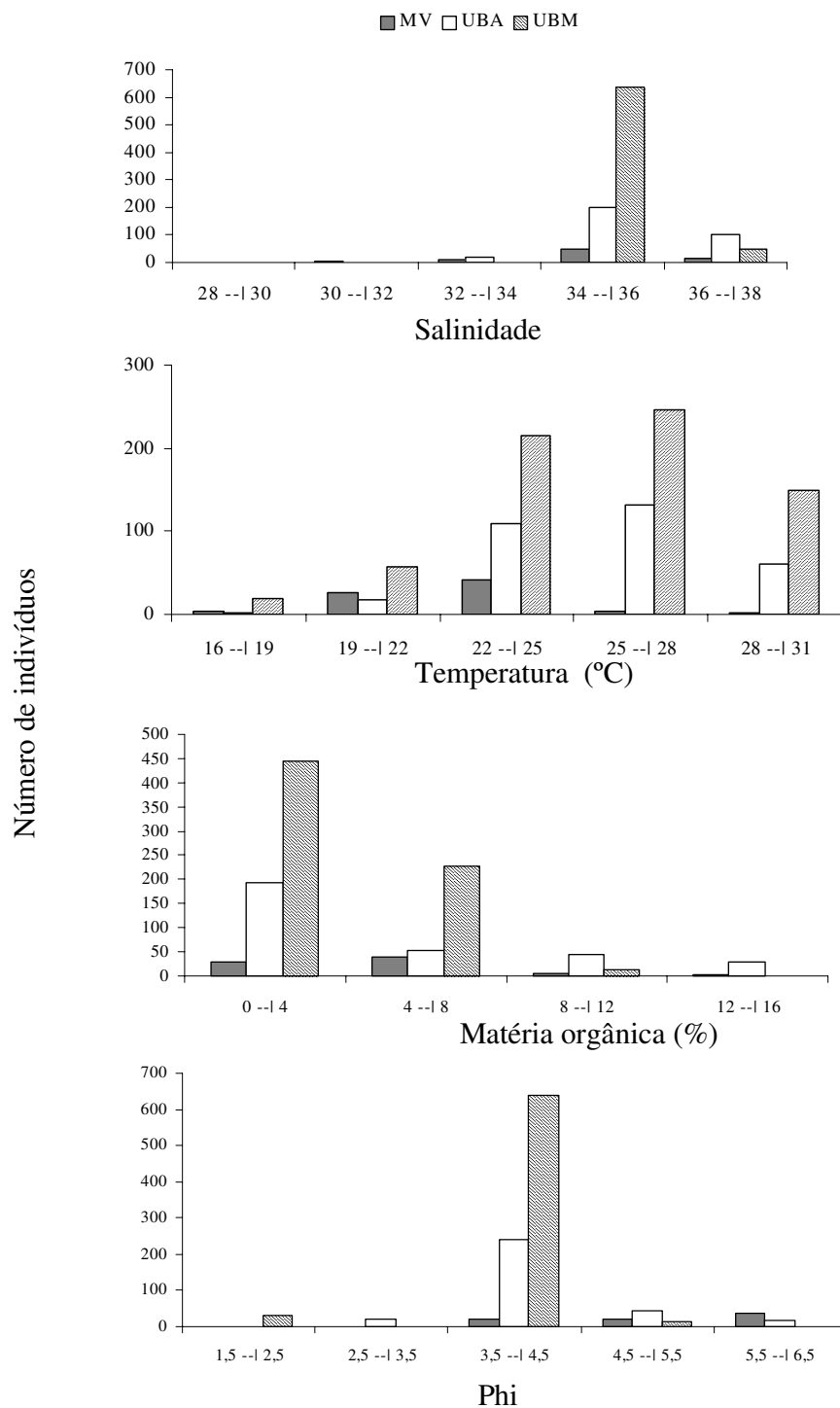


Figura 9: *H. paulensis*. Distribuição do número de indivíduos em cada classe de fator ambiental analisado (MV= Mar Virado; UBA=Ubatuba; UBM=Ubatumirim). A barra fechando a classe significa que o valor final está incluído na classe seguinte.

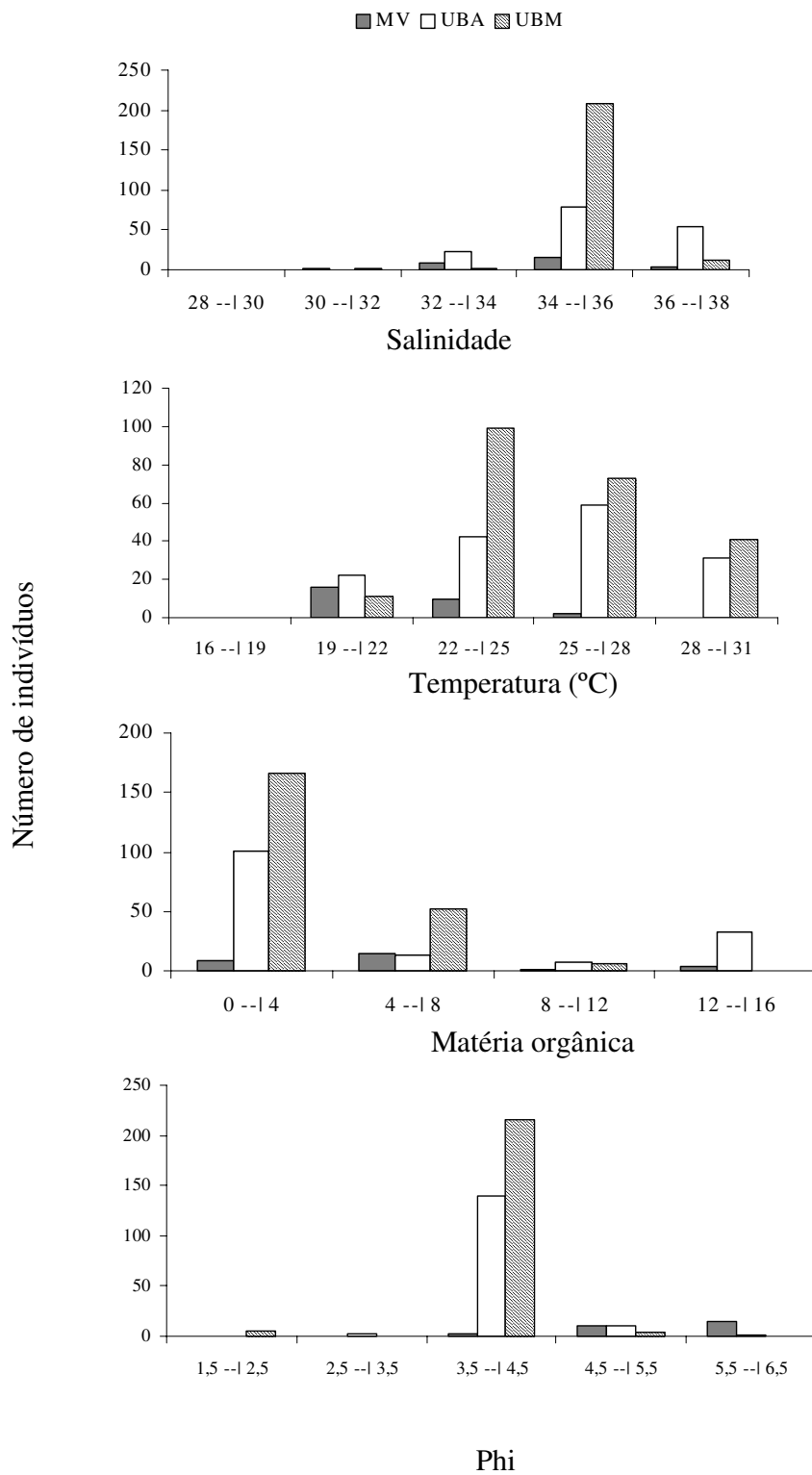


Figura 10: *H. schmitti*. Distribuição do número de indivíduos em cada classe de fator ambiental analisado (MV= Mar Virado; UBA=Ubatuba; UBM=Ubatumirim). A barra fechando a classe significa que o valor final está incluído na classe seguinte.

Tabela II: Análise de correlação, entre a abundância de indivíduos e os fatores abióticos durante o período de estudo (N=número de repetições, t=valor do teste, p=probabilidade de significância).

Fatores Ambientais	N	<i>H. paulensis</i>		<i>H. schmitti</i>	
		t	p	t	p
Temperatura de fundo	432	4,94	1,10 e-6 *	4,56	6,54 e-6 *
Salinidade	432	1,55	0,12	0,27	0,79
Matéria orgânica	432	0,43	0,66	-0,57	0,56
Phi	432	-3,97	8,40 e-5 *	-3,21	0,00 *

\* significativo para  $p < 0,05$ .

## *Discussão*

A plataforma continental da região estudada aumenta gradualmente em profundidade sem mostrar uma variação abrupta (Pires-Vanin, 1993). O presente estudo abrangeu uma área onde a profundidade foi sempre menor que 25m. De acordo com Castro-Filho et al. (1987), essas áreas mais internas sofrem uma forte influência das Águas Costeiras (AC), uma massa de água que mantém a salinidade sempre abaixo de 36 e a temperatura acima de 20°C. Além dessa massa, a região de Ubatuba sofre a influência de mais duas outras. Uma delas é a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), que apresenta temperaturas inferiores a 15 °C e salinidade de 35, sendo rica em nutrientes. A outra é a Água Tropical (AT) que possui temperaturas superiores a 24°C e salinidade variando de 36 a 37 e é pobre em nutrientes. A ação dessas três massas de água poder ser considerada a causa principal das mudanças climáticas observadas na área de estudo. Nas estações de primavera e verão, há a penetração da ACAS, uma massa de águas frias que atinge a camada mais profunda da costa, formando uma termoclina bem delimitada (Pires, 1992). No presente estudo, podemos observar que nos meses de outono e inverno, a coluna d'água apresentou-se homogênea comparando com verão e primavera, quando ocorreu a entrada da ACAS, ocasionando uma alta variação na temperatura, bem mais acentuada nos transectos I a III.

A ação dessas massas de água afeta diretamente a dinâmica e a estrutura das comunidades bentônicas ao longo do ano. Há, por exemplo, algumas espécies de decápodos conhecidas por viverem em águas frias, como o siri *Portunus spinicarpus* (Stimpson, 1871), mencionado por Pires (1992) e o camarão *Artemesia longinaris* (Bate, 1888) por Fransozo et al. (in press), que penetram nessa região juntamente com a entrada da ACAS.

No presente estudo, observou-se que a ACAS foi mais evidente no verão e primavera de 1999, cuja temperatura de fundo variou de 18,8 °C a 19,2°C e a de superfície 25,3 °C a 27,5°C. Esse fato provoca a formação de termoclinas entre as profundidades de 10 a 15 metros, causando uma estratificação térmica da coluna de água. Castro-Filho et al. (1987) investigaram as condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba, verificando que a distribuição da salinidade e da temperatura no verão e inverno está intimamente relacionada com as correntes de água, fato também verificado no presente estudo.

Com relação à salinidade, os menores valores foram observados nos transectos IV e VI das 3 enseadas. Tais transectos encontram-se próximos a desembocadura de rios, o que pode explicar tal fato. Valores similares foram também encontrados na região de Ubatuba, porém em outros locais, por Castro-Filho et al. (1987), Negreiros-Fransozo et al. (1991) e Mantelatto & Fransozo (1999).

Durante o presente estudo, verificou-se que o sedimento das áreas amostradas, principalmente as mais internas, são compostos predominantemente por areia muito fina e silte + argila. Essa característica é reflexo do baixo hidrodinamismo observado dentro das enseadas, o que leva a uma maior deposição de sedimentos mais finos nessa área (Mahiques et al. 1998). A presença de sedimentos finos foi mais acentuada na enseada do Mar Virado, corroborando com os resultados obtidos por Furtado & Mahiques (1990) que mencionaram que a porção sul do litoral norte do Estado de São Paulo é caracterizada por sedimentos finos devido à proximidade da Ilha e do Canal de São Sebastião.

No geral, os maiores valores de matéria orgânica foram observadas no transecto III e IV, onde o sedimento foi composto principalmente por areia muito fina e silte e argila. Esses transectos localizam-se na parte central das enseadas (isóbatas de 5 e 10m), sendo que o transecto IV é diretamente exposto a drenagem dos rios o que pode acarretar o acúmulo de restos orgânicos provenientes do interior dos estuários, corroborando com os dados obtidos na enseada de Ubatuba por Mantelatto & Fransozo (1999) e Bertini et al. (2001).

De acordo com Mantelatto & Fransozo (2000), o teor de matéria orgânica do sedimento, juntamente com condições abióticas, como salinidades, textura do sedimento e temperatura, podem determinar o desenvolvimento e o estabelecimento de invertebrados bentônicos em Ubatuba.

Pires (1992) relaciona o fator que influencia a distribuição da fauna bentônica marinha de acordo com a profundidade. De acordo com esse autor, entre 10 e 40m de profundidade é o tipo de sedimento que determina a distribuição dos animais, enquanto que em profundidades maiores que 40m o fator determinante é a temperatura.

Os resultados obtidos no presente estudo revelam consideráveis informações relacionadas à abundância das espécies coletadas nas três enseadas, revelando que as

características ambientais registradas nestas áreas podem ser consideradas parâmetros fundamentais para a distribuição dos caranguejos *H. paulensis* e *H. schmitti*.

A enseada mais rica em termos de número de indivíduos foi Ubatumirim. Essa enseada caracteriza-se por apresentar desembocadura com muitas ilhas e lajes, o que diminui a ação das ondas, tornando essa enseada propícia para o estabelecimento de espécies, principalmente de pequeno porte. Além disso, essa enseada possui o sedimento composto principalmente por areia muito fina, ao contrário da enseada do Mar Virado, onde o sedimento é predominantemente composto por silte + argila, o que limita a ocupação por essas espécies. Isso explica a baixa abundância de ambas as espécies observado na enseada do Mar Virado.

Bertini et al. (2004a), estudando a biodiversidade dos braquiúros nas três enseadas da região de Ubatuba, encontrou maior número de indivíduos na enseada de Ubatuba, relacionado ao fato de que essa enseada é a mais abrigada dentre as três, o que proporciona maior quantidade de abrigos e refúgios. Entretanto, a mesma autor registrou a maior diversidade na enseada de Ubatumirim, devido a menor uniformidade de indivíduos por espécies.

A menor abundância dos indivíduos na enseada do Mar Virado foi registrada também por Bertini et al. (2001) para os braquiúros *Persephona punctata* e *Persephona lichtensteinii* e por Costa & Fransozo (2004) para o peneídeo *Rimapenaeus constrictus*. Tais autores também relacionaram a baixa abundância ao predomínio de silte e argila naquela enseada.

A maior abundância das espécies foi sempre nos transectos referentes a regiões costeiras. Tal fato pode estar relacionado ao menor teor de matéria orgânica e ao phi ser mais heterogêneo. De acordo com Braga et al. (2005) e Bertini et al. (2004a) esses locais caracterizam-se por apresentarem sedimentos mal selecionados, possibilitando mais refúgios para as espécies. Alguns autores têm indicado que sedimentos compostos por areia e mal selecionados possuem maior riqueza de espécies em relação aos fundos de lamas e, portanto, apresentam grande variedade de microhabitats formados no substrato e sítios de alimentação (Sanders, 1968; Nichols, 1970; Boeschi, 1971; Felder & Chaney, 1979; Gray, 1981), além do efeito de borda, causado pela sobreposição de duas comunidades adjacentes criando uma zona de grande diversidade (Dajoz, 1977).



A maior representatividade de *H. paulensis* e *H. schmitti* foi verificada nos transectos VI (costeira abrigada) de Mar Virado e Ubatuba e V (costeira batida) de Ubatumirim. Tais áreas apresentaram predominância de areia muito fina. Com relação a enseada do Mar Virado, o maior número de indivíduos foi observado no transecto I, onde o valor de phi foi menor que os demais transectos. Esta observação foi confirmada com os resultados da análise de regressão múltipla que evidenciou uma associação significativa dessas espécies com os sedimentos arenosos, pois a predominância de silte + argila limitaria a distribuição dessas.

Outras espécies da região de Ubatuba também apresentam maior abundância nas regiões costeiras, tais como *Portunus spinimanus* e *Charybdis hellerii* estudados por Mantelatto & Fransozo (2000) e *Libinia ferreirae* estudada por Bertini et al. (2004).

Além disso, Mantelatto & Fransozo (2000) e Bertini et al. (2004a), estudando a diversidade de *Brachyura* e Fransozo et al. (1998), a diversidade de *Anomura* na região de Ubatuba, encontraram maior riqueza de espécies nas regiões costeiras, evidenciando que tal região apresenta condições ideais para o estabelecimento dos animais.

A menor ocorrência de ambas as espécies ocorreu no transecto II e V de Ubatuba, e de *H. schmitti* no transecto IV do Mar Virado e Ubatuba, locais caracterizados por apresentar predominância de silte + argila e ter influência de rios, o que possivelmente estaria limitando a presença destas espécies. Tal fato foi observado também para *Persephona mediterranea*, estudada por (Bertini et al. 2001). Além disso, Bertini et al. (2004a) estudando as mesmas enseadas que o presente estudo observaram que esses locais foram os que apresentaram menor diversidade.

O transecto V corresponde à costeira das enseadas que recebe a influência das correntes de mar aberto. No entanto, na enseada de Ubatumirim, a presença do Ilhote e da Ilha do Prumirim diminuem o impacto das ondas nesta costeira e o sedimento nesse local é composto, na maior parte por areia muito fina em vez de frações de silte e argila das outras enseadas. Além disso, foi observado neste local, grande quantidades de algas, folhas, gravetos e troncos de árvores, provenientes da mata adjacente. De acordo com Bertini et al. (2004a), essas características contribuem para o estabelecimento de várias espécies de xantídeos. Tal fato explica maior número de indivíduos no transecto V da enseada de Ubatumirim comparado ao mesmo transecto na enseada de Ubatuba.

Um outro fator, além do sedimento, que pode ter contribuído para a alta abundância das espécies nos transectos V e VI das três enseadas, foi a grande quantidade de fragmentos biotróficos tal como algas, folhas e gravetos, visto que esse transecto se localiza nas proximidades da região costeira nas três enseadas. Assim, pode-se inferir que os fatores ambientais atuantes nestes locais juntamente com os materiais orgânicos que podem promover ambientes mais protegidos são favoráveis ao seu estabelecimento e à sua permanência nestes locais.

Tanto *H. paulensis* como *H. schmitti* vivem em associação com fragmentos biotróficos, preferindo fundos de areia, conchas quebradas e rochas (Melo, 1996).

Particularmente para as espécies bentônicas, vários trabalhos têm considerado a textura do sedimento como um fator importante na distribuição (Amaral, 1980; Monteiro, 1987 e Ishikawa, 1989). Tais evidências são condizentes aos resultados do presente estudo, o qual demonstra que a textura do sedimento, provavelmente, é um dos fatores que favorece a permanência e o ciclo de vida deste organismo nas regiões amostradas.

Muitas espécies de decápodos possuem sua distribuição limitada pela textura do sedimento, podendo destacar os braquiúros *Portunus spinimanus* (Santos et al., 1994), *Hepatus pudibundus* (Mantelatto et al., 1995), *Callinectes danae* (Chacur et al., 2000), *Persephona mediterranea*, *P. punctata* e *P. lichtensteinii* (Bertini et al., 2001), *Charybdis hellerii* (Bertini, 2002); ao anomuros *Dardanus insignis* (Fernandes-Góes, 1997) e *Loxopagurus loxochelis* (Mantelatto et al., 2004 e Bertini et al., 2004b) e o peneídeo *Artemesia longinaris* (Fransozo et al., 2004).

Mantelatto & Fransozo (2000), estudando a distribuição dos *Brachyura* da região de Ubatuba, também encontraram que a distribuição de algumas espécies de caranguejos é limitada pelo diâmetro do grão que compõe o sedimento.

Devido à heterogeneidade dos locais amostrados no presente estudo, não é possível examinar a relação de apenas um fator ambiental com a distribuição de *H. paulensis* e *H. schmitti*, visto que é a interação vários fatores que determina a distribuição de uma espécie. No entanto, quando examinamos a distribuição dos indivíduos por classe de fator ambiental, ocorre predominância em locais com teor de matéria orgânica reduzido, embora não houve correlação significativa entre a abundância e tal fator ambiental para ambas as

espécies. Assim, a combinação desses fatores provavelmente esteja atuando na preferência de habitat por essas espécies.

Com relação ao padrão de distribuição temporal, evidenciou-se uma certa sazonalidade de ambas as espécies, com maior frequência no verão e um declínio da abundância na primavera. Neste aspecto, a variação sazonal da abundância dessas espécies pode estar relacionada com a alta temperatura registrada durante os meses do verão. Tal fato pode ser comprovado com a análise de regressão que indicou correlação positiva entre as espécies e a temperatura.

Outro fato que pode ter influenciado a distribuição sazonal dessas espécies é o regime de correntes observado na região de Ubatuba. De acordo com Castro-Filho et al. (1997), durante os meses de inverno, é possível observar uma grande movimentação das águas, devido à ação dos ventos no verão.

Segundo Furtado & Mahiques (1990), na área interna o assoalho oceânico é bastante revolvido, principalmente no outono e inverno, quando a velocidade das correntes chega a 50 cm/s. Já no verão, sob a influência da ACAS o revolvimento do fundo não é tão intenso. Assim, essa pode ser uma explicação para o declínio da abundância na primavera, visto que até a estação anterior o assoalho encontrava-se numa fase de revolvimento e os fragmentos utilizados como abrigos por esses animais foram arrastados com a corrente. Já durante o verão, quando a velocidade das correntes não é mais tão grande, o estabelecimento dos animais se torna possível, levando ao aumento na abundância dos indivíduos. Bertini & Fransozo (2004) também observaram uma redução no número de indivíduos de várias espécies de braquiúros na primavera.

O número de indivíduos coletados durante os meses de verão foi maior do que nas demais estações. Isso pode ser explicado pela interação de duas das massas de águas que afetam a região de estudo, a AC e a ACAS, com efeitos temporal e espacial dependentes da penetração e intensidade da ACAS. De acordo com Pires (1992) a ACAS é rica em nutrientes e quando atinge áreas superficiais no verão, aumenta a produção primária causando pronunciada eutrofização. Conseqüentemente, mais alimento pode ser disponibilizado para os bentos no verão, o que poderia explicar a variação sazonal na sua biomassa.

Outras espécies de decápodos também possuem maior abundância registrada nos meses de verão, tais como *Callinectes ornatus* estudado por Negreiros-Fransozo & Fransozo (1995), *Callinectes danae* por Chacur et al. (2000), *Hepatus pudibundus* e *Libinia spinosa* por Bertini (2002) e *Artemesia longinaris* por Fransozo et al. (2004).

De acordo com Bertini (2002) o fato de que maior número de indivíduos é registrado nos meses de verão está relacionado ao regime de mudanças sazonais da temperatura, relacionado à ACAS. Gonzalez-Gurriarán (1986) e Pires (1992) também observaram maior abundância de braquiúros no verão.

Embora as espécies aqui estudadas não apresentem importância comercial, são caranguejos muito abundantes no litoral norte paulista e conseqüentemente são membros importantes na ecologia de habitats tropicais e um importante integrante da cadeia trófica. Segundo Arntz (1978), as espécies numerosas podem ser tanto predadoras ativas de outros organismos da cadeia trófica, quanto altamente predadas, não só por elementos de seu próprio nível trófico, mas de níveis superiores. No entanto, é necessário que se realizem outros trabalhos que estão relacionados com o seu padrão de distribuição, tais como variação diurna e noturna e predação, que poderiam também explicar a dinâmica das duas populações aqui estudadas.

De um modo geral, o padrão distribucional de *H. paulensis* e *H. schmitti* é diretamente controlado pelo tipo de sedimento e pela dinâmica das massas de água, características da região de Ubatuba.

## *Referências Bibliográficas*

- Amaral, A. C. Z. 1980. Anelídeos poliachetos do infralitoral em duas enseadas da região de Ubatuba. 1. Características abióticas das enseadas. Bolm. Inst. Oceanogr., S. Paulo, 29 (1): 19-40.
- Arntz W. E. 1978. The “upper part” of the benthic food web: the role of macrobenthos in the Western Baltic. Rapp. P. – V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 173: 85-100.
- Bertini, G. 2002. Comunidades de caranguejos (Crustacea: Decapoda: Brachyura) no litoral norte do Estado de São Paulo. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Botucatu, SP, 184p [Tese de Doutorado].
- Bertini, G. & A. Fransozo. 2004. Bathymetric distribution of brachyurans (Crustacea, Decapoda) communities in soft bottom from southeastern Brazil. Mar. Ecol. Prog. Ser. 279: 193-200.
- Bertini, G. A. Fransozo & A. A. Braga. 2004. Ecological distribution and reproductive period of the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Anomura, Diogenidae) on the northern coast of São Paulo State, Brazil. J. Nat. Hist., 38: 2331-2344.
- Bertini, G.; A. Fransozo & R. C. Costa. 2001. Ecological distribution of three species of *Persephona* (Brachyura: Leucosiidae) in the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. Nauplius, 9(2): 31-42.
- Bertini, G., A. Fransozo. & G. A. S. Melo. 2004 (a). Biodiversity of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from non-consolidated sublittoral bottom on the northern coast of São Paulo State, Brazil. Biod. Conserv. 13: 2185-2207.
- Boeschi, D. F. 1971. Distribution and structure of benthic communities in a gradient estuary. The College of William and Mary, Williamsburg. 120p. [Tese de Doutorado].
- Braga A. A., A. Fransozo, G. Bertini & P. B. Fumis. 2005. Composition and abundance of the crabs (Decapoda, Brachyura) off Ubatuba and Caraguatatuba, northern coast of São Paulo, Brazil. Biota Neotropica, v5 (n2)- <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/en/abstract?article+BN002050220055>.
- Buchanan, B. A. & A. W. Stoner. 1988. Distributional patterns of blue crabs (*Callinectes* spp) in tropical estuarine lagoon. Estuaries, 11(4): 231-239.
- Castro Filho, B.M.; L. B. Miranda & S. Y. Myao. 1987. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. Bol. Inst. Oceanogr., 35(2): 135-151.
- Chacur, M. M., C. B. Mansur & M. L. Negreiros-Fransozo. 2000. Distributional patterns, seasonal abundance and moult cycle of *Callinectes danae* Smith, 1869 in the Ubatuba region, Brazil. Nauplius, 8(2): 215-226.
- Costa R. C., A. Fransozo. 2004. Abundance and ecologic distribution of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Crustacea: Penaeidae) on the northern coast of São Paulo State, Brazil. J. Nat. Hist., 38: 901-912.
- Dajoz, R. 1977. Ecologia Geral. 4ª edição. Rio de Janeiro. Editora Vozes. 472p.

- Felder, D. L., & A. H. Chaney. 1979. Decapod crustacean fauna of Seven and One-half Fathom Reef, Texas: species composition, abundance, and species diversity. *Mar. Sci.* 22:1-29.
- Fernandes-Góes, L. C., 1997, Distribuição e biologia populacional de *Dardanus insignis* (Saussure, 1858) (Crustacea: Decapoda: Anomura) na região de Ubatuba, São Paulo. Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, São Paulo, 150 pp. [Dissertação de Mestrado].
- Fransozo, A.; R. C. Costa; A. L. Castilho & F. L. M. Mantelatto. 2004. Ecological distribution of the shrimp “camarão serrinha” *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeidae) in Fortaleza bay, Ubatuba, Brazil, in relation to abiotic factors. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 16: 43-50.
- Fransozo, A.; F. L. M. Mantelatto; G. Bertini; L. C. Fernandes-Góes & J. M. Martinelli. 1998. Distribution and assemblages of anomuran crustaceans in Ubatuba Bay, north coast of São Paulo State, Brazil. *Acta Biol. Venez.* 18(4): 17-25.
- Fransozo, A., M. L. Negreiros-Fransozo; F. L. M. Mantelatto; M. A. A. Pinheiro & S. Santos. 1992. Composição e distribuição dos Brachyura (Crustacea, Decapoda) do sublitoral não consolidado na Enseada da Fortaleza, Ubatuba (SP). *Rev. Bras. Biol.* 52(4): 667-675.
- Fransozo, A.; R. C. Costa; F. L. M. Mantelatto; M. A. A. Pinheiro & S. Santos. in press. Distribution and assemblages of shrimps species (Penaeidae and Caridae) in Fortaleza bay, Ubatuba, São Paulo, Brazil. In: *Modern Approaches to the Study of Crustacea*.
- Furtado, V. V. & M. M. Mahiques. 1990. Distribuição de sedimentos em regiões costeiras e plataforma continental norte do Estado de São Paulo. In: *Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Estrutura, Função e Manejo*. 2. Águas de Lindóia, São Paulo, Academia de Ciências do Estado de São Paulo. Vol. 1: 20-29.
- González-Gurriarán, E. 1986. Seasonal changes of benthic megafauna in the Ría de Muros e Noia (Galicia, North-West Spain). II. Decapod crustaceans (Brachyura). *Mar. Biol.*, 92: 201-210.
- González-Gurriarán, E.; L. Fernández; J. Freire; R. Muiño & M. Rodríguez Solórzano. 1991. Estructura de la comunidad megabentónica (crustáceos decápodos –Brachyura – y peces demersales) de la Ría de Ferrol (Galicia, NW España). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 7(2): 89-99.
- Gray, J. S. 1981. *The ecology of marine sediments*. Cambridge University Press. 185p.
- Hankanson, L. & M. Jansson. 1983. Hierarchical classifications of community data. *J. Ecol.*, 69: 537-557.
- Ishikawa, K. 1989. Relationship between bottom characteristics and benthic organisms in the shallow water of Oppa Bay, Miyagi. *Mar. Biol., Berlín.*, 102: 265-273.
- Mahiques, M. M.; M. G. Tessler & V.V. Furtado. 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. 2000. Allocation of the portunid crab *Callinectes ornatus* (Decapoda: Brachyura) in the Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo State, Brazil. In: Klein J.C.V.V. and F.R. Schram (eds.) *The Biodiversity Crisis and Crustacea, Crustacean Issues Vol. 12* (pp. 431-443). A. A. Balkema, Rotterdam, Brookfield.
- Mantelatto, F. L. M., F. C. R. Faria; R. Biagi; & G. A. S. Melo. 2004. Majoid crabs community (Crustacea; Decapoda) from Infralitoral rochy/sandy bottom of Anchieta Island, Ubatuba, Brazil. *BABT*. 47(2): 273-279.
- Mantelatto, F.L. M. & A. Fransozo. 1999. Characterization of the physical and chemical parameters of Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo State, Brazil. *Revta Bras. Biol.*, 59(1): 23-31.
- Mantelatto, F.L. M. & A. Fransozo. 2000. Brachyuran community in Ubatuba Bay, Northern Coast of São Paulo State, Brazil. *J. Shelfish Res.*, 19(2): 701-709.
- Mantelatto, F.L. M.; A. Fransozo & M. L. Negreiros-Fransozo. 1995. Distribuição do Caranguejo *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea, Decapoda, Brachyura) na Enseada de Fortaleza, Ubatuba, SP, Brasil. *Bol. Inst. Oceanogr.*, 43(1): 51-61.
- Melo, G. A. S. 1996. Manual de Identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro. São Paulo, Ed. Plêiade/FAPESP, 604p.
- Monteiro, A. M. G. 1987. Ophiuroidea (Echinodermata) da região de Ubatuba (SP)- Aspectos morfológicos e ecológicos. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico 171p. [Tese de Doutorado].
- Negreiros-Fransozo, M. L & A. Fransozo. 1995. On the distribution of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 and *Callinectes danae* Smith, 1869 (Brachyura, Portunidae) in the Fortaleza Bay Ubatuba, Brazil. *Iheringia, Ser. Zool.*, 79:13-25.
- Negreiros-Fransozo, M. L.; A. Fransozo; M. A. A. Pinheiro; F. L. M. Mantelatto & S. Santos. 1991. Caracterização física e química da enseada da Fortaleza, Ubatuba, SP. *Rev. Bras. Geogr.*, 21 (2): 114-120.
- Negreiros-Fransozo, M. L. & J. M. Nakagaki. 1998. Differential benthic occupation by crabs in the Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil. *J. Shelfish Res.* 17(1):293-297.
- Negreiros-Fransozo, M. L., A. L. D. Reigada; & A. Fransozo. 1992. Braquiúros (Crustacea, Decapoda) dos sedimentos sublitorais da Praia da Enseada, Ubatuba (SP). *Bol. Inst. Pesca*. 19(único): 17-22.
- Nichols, F. H. 1970. Benthic polychaete assemblages and their relationships to the sediment in Port Madison, Washington. *Mar. Biol.*, 6: 48-57.
- Pinheiro, M. A. A.; A. Fransozo & M.L. Negreiros-Fransozo. 1996. Distribution patterns of *Aranaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Portunidae) in captivity. *Bull. Mar. Sci.*, 64(2): 243-253.
- Pires, A. M. S. 1992. Structure and dynamics of benthic megafauna on the continental shelf offshore of Ubatuba, southeastern Brazil. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 86: 63-76.
- Sanders, H. L. 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. *Am. Nat.*, 102: 243-282.

- Buchanan, B. A. & A. W. Stoner. 1988. Distributional patterns of blue crabs (*Callinectes* sp.) in a tropical estuarine lagoon. *Estuaries*, 11(4): 237-239.
- Santos, S.; M. L. Negreiros-Fransozo & A. Fransozo. 1994. The distribution of the swimming crab *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Brachyura, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba, Fortaleza, Brazil. *Atlântica*, 16: 125-141.
- Suguio, K.; 1973. *Introdução a sedimentologia*. São Paulo, Edgard Blucher, Ed. da Universidade de São Paulo, 312p.
- Tucker, M. 1988. *Techniques in Sedimentology*. Blackwell Scientific Publications, 394p.
- Warwick, R. M. & J. Uncles. 1980. Distribution of benthic macrofauna associations in the Bristol Channel in relation to tidal stress. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 3: 97-103.
- Wentworth, C. K. 1922. A scale of grade and terms for clastic sediments. *J. Geol.*, 30: 377-392.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Fourth edition. Prentice Hall. 663p.



## *Considerações finais*

Na presente dissertação, as espécies *Hexapanopeus paulensis* e *Hexapanopeus schmitti* foram estudadas quanto ao crescimento relativo, estrutura da população e distribuição ecológica.

O tamanho da maturidade sexual de *H. paulensis* machos (7,8mm) foi superior ao encontrado para as fêmeas (6,5mm). O mesmo foi observado para *H. schmitti*, sendo que machos atingiram a maturidade com 6,1mm de LC e fêmeas com 4,8mm, apresentando, para ambas as espécies, o padrão comum proposto para os braquiúros em estudos anteriores. Provavelmente as fêmeas ao direcionarem sua energia para os aspectos reprodutivos como postura e incubação de ovos, tendem a maturar com tamanhos inferiores aos machos, que investem seus recursos no crescimento somático, atingindo tamanhos maiores, favorecendo a corte e a cópula.

A maturidade sexual morfológica em *H. paulensis* e *H. schmitti* foi melhor evidenciada pelas relações CG vs. LC para machos e LA vs. LC para as fêmeas. No entanto, com base apenas na análise gráfica não foi possível determinar com absoluta certeza em que tamanho a maturidade sexual ocorre em ambos os sexos, sendo necessário para essa determinação o emprego do programa Mature para as duas espécies estudadas. Tal fato está provavelmente relacionado ao tipo de crescimento que essas espécies possuem, ou seja, indeterminado, sendo que continuam mudando até o final do ciclo de vida, não apresentando uma muda terminal, e, portanto, não tendo uma mudança tão evidente na inclinação das retas entre as fases juvenil e adulta.

A distribuição sazonal dos indivíduos em classes de tamanho indicou a presença de jovens de ambas as espécies em todas as estações, porém com maior intensidade no verão de 1999, enquanto que a menor frequência foi registrada na primavera dos dois anos de estudo. Dessa forma, pode-se considerar que a

entrada de jovens (recrutamento) ocorre o ano todo na população. Durante a primavera e o início do verão há a entrada da ACAS, favorecendo o enriquecimento das águas da zona eufótica com nutrientes, ocasionando uma alta produção primária pelo fitoplâncton. Por sua vez, essa produção primária sustenta uma biomassa maior de plâncton herbívoro e, conseqüentemente cria melhores condições para a sobrevivência de larvas de peixes e animais bentônicos.

A distribuição de freqüência de tamanho de *H. paulensis* e *H. schmitti* ao longo das estações apresentou padrão unimodal. Tal padrão é muito comum em populações de Decapoda de regiões tropicais, sem variações climáticas acentuadas, e caracteriza a ocorrência de variações mensais mínimas, sugerindo uma população em equilíbrio, com de recrutamento contínuo e taxas constantes de mortalidade. Além disso, as modas formam no geral, com indivíduos juvenis, sugerindo que a região estudada seja utilizada como berçário para essas espécies.

A razão sexual geral da população de ambas as espécies estudadas diferiu de 1:1, havendo predomínio de fêmeas em *H. paulensis* e de machos em *H. schmitti*. Porém, ocorreu predomínio de machos nas classes de tamanho maiores. Assim, pode-se considerar que as espécies exibiram o padrão “standard” de razão sexual, onde nas classes de tamanho menores o número de machos e fêmeas tende a se igualar, ocorrendo um predomínio de machos nas classes maiores, devido ao crescimento diferencial entre os sexos.

A distribuição espacial de ambas as espécies apresentaram-se muito semelhante, embora a abundância de *H. paulensis* foi superior a de *H. schmitti*. Ambas as espécies correlacionaram-se negativamente com o diâmetro médio do grão do sedimento e positivamente com a temperatura. O maior número de indivíduos de ambas as espécies ocorreram nos transectos de regiões costeiras, devido ao sedimento ser mais heterogêneo. Nesses locais ocorre uma maior quantidade de

abrigo, como troncos, gravetos, algas e folhiços, favorecendo a ocupação dessas espécies que estão sempre associadas a fragmentos biodetríticos.

Com relação à distribuição sazonal das espécies, ambas ocorreram com maior abundância durante o verão, enquanto que um acentuado declínio na abundância foi observado na primavera. Nesse aspecto, a variação sazonal da abundância dessas espécies pode estar relacionada com a temperatura registrada durante os meses do verão. Outro fato que pode ter influenciado a distribuição sazonal dessas espécies é o regime de correntes observado na região de Ubatuba, sendo que durante os meses da primavera, é possível observar uma grande movimentação das águas, devido à ação dos ventos que trazem a ACAS, diferente do que ocorre nos meses do verão.

A enseada mais representativa em termos de número de indivíduos de *H. paulensis* e *H. schmitti* foi Ubatumirim. Essa enseada caracteriza-se por apresentar desembocadura com muitas ilhas e lajes, o que diminui a ação das ondas, tornando essa enseada mais propícia para o estabelecimento de espécies, principalmente de pequeno porte.

O padrão distribucional, tanto espacial quanto temporal, de *H. paulensis* e *H. schmitti* está provavelmente relacionado a um conjunto de fatores ambientais favoráveis, sendo a textura do sedimento, e a dinâmica das massas de água os mais determinantes.

À fim de se obter maiores informações sobre o gênero *Hexapanopeus*, e ainda contribuir para a diferenciação das espécies, torna-se necessário a realização de trabalhos futuros relacionados, principalmente, com a fecundidade, sistemática e distribuição de outras espécies. Dada a grande dificuldade de identificação de espécies pertencentes a este gênero e o pouco conhecimento que se tem a respeito deste, tais trabalhos serão de grande importância.