

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SARA REGINA SAMPAIO

**DISTRIBUIÇÃO DOS SIRIS E BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Callinectes danae* Smith, 1869 (DECAPODA, PORTUNIDAE) NA BAÍA DE GUARATUBA E ÁREA COSTEIRA ADJACENTE, PARANÁ, BRASIL**

**CURITIBA  
2009**

**SARA REGINA SAMPAIO**

**DISTRIBUIÇÃO DOS SIRIS E BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Callinectes danae* Smith, 1869 (DECAPODA, PORTUNIDAE) NA BAÍA DE GUARATUBA E ÁREA COSTEIRA ADJACENTE, PARANÁ, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências, área de concentração Zoologia.

Orientadora: Setuko Masunari

**CURITIBA  
2009**

“Dedico este trabalho a Deus, pelas Graças de todos os dias; aos meus pais e irmão, Regina, João e Jonas, pelo apoio e carinho sempre presentes; ao meu marido, Júnior, pela cumplicidade, compreensão e amor; e a todos os amigos por fazerem a vida ainda melhor todos os dias.”

## AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Ecologia e Taxonomia de Crustacea da UFPR, na pessoa da Prof<sup>a</sup> Dra. Setuko Masunari, pela orientação criteriosa e apoio sempre presente.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela bolsa concedida. Ao Programa de Pós Graduação em Zoologia da Universidade Federal do Paraná pela estrutura oferecida durante o período do curso.

Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA pela licença concedida para coleta de material biológico (n° 15701-1). Ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP), na pessoa do Diretor de Biodiversidade e Áreas Protegidas João Batista Campos, pela licença n° 98/08 para estudo científico na APA de Guaratuba.

Aos pescadores Álvaro, pelas iscas cedidas, Darci pela realização dos arrastos na área costeira e João Fatia pela direção do barco no interior da Baía de Guaratuba e manuseio do gerival.

Aos colegas de laboratório André Marafon de Almeida, André Trevisan, Alexandre Dias Kassuga, Jéferson Nagata, Odete Lopez Lopes, Mariana Baptista Lacerda, Murilo Zanetti e Suellen Frigotto pelo auxílio em campo e discussões em laboratório.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para realização deste trabalho: muito obrigada!

*"A frase mais deliciosa de se ouvir na Ciência,  
aquela que anuncia descobertas, não é Eureka,  
mas... Que engraçado"*

Isaac Asimov

**SUMÁRIO**

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	vii
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	x
<b>RESUMO GERAL</b> .....	12
<b>ABSTRACT</b> .....	13
<b>CAPÍTULO I – Distribuição espaço-temporal dos siris (Decapoda, Portunidae) na Baía de Guaratuba e região costeira adjacente</b> .....	16
INTRODUÇÃO .....	17
ÁREA DE ESTUDO .....	20
MATERIAL E MÉTODOS .....	20
RESULTADOS .....	23
DISCUSSÃO .....	35
REFERÊNCIAS .....	43
<b>CAPÍTULO II – Biologia reprodutiva de <i>Callinectes danae</i> Smith, 1869 na Baía de Guaratuba e área costeira adjacente</b> .....	48
INTRODUÇÃO .....	49
MATERIAL E MÉTODOS .....	51
RESULTADOS .....	53
DISCUSSÃO .....	66
REFERÊNCIAS .....	75
<b>APÊNDICES</b> .....	80

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo I

- Fig. 1. Baía de Guaratuba. Localização das quatro estações de coleta: Ilha da Coroa Grande, Ilha do Araçá, Ilha da Sepultura e região costeira adjacente (Morro do Cristo). Escala: 1:1000.000 (1cm = 1km) .....21
- Fig. 2. Baía de Guaratuba. Oscilação temporal (fev/2008 a jan/2009) das variáveis abióticas da água nas três estações no interior da baía.....25
- Fig. 3. Portunídeos da Baía de Guaratuba. Distribuição do número de indivíduos das espécies nas três estações de coleta .....26
- Fig. 4 Portunídeos da Baía de Guaratuba. Variação mensal do número total de indivíduos das espécies de siris coletados e oscilação da temperatura média mensal do ar (SIMEPAR) durante o período de estudo.....27
- Fig. 5. Portunídeos da Baía de Guaratuba. Distribuição do dos indivíduos das espécies de portunídeos do interior da Baía de Guaratuba nas classes das diferentes variáveis abióticas.....29
- Fig. 6 Portunídeos da Baía de Guaratuba. Dendrograma da análise de agrupamento para a o número de indivíduos (A) e representação da freqüência relativa (B) mensal das espécies. Os grupos I, II e III foram formados com corte no nível de similaridade de 70%.....30
- Fig. 7. Portunídeos da Baía de Guaratuba. Análise de escalonamento multidimensional não métrica do número de indivíduos das espécies (linhas) e número total de *Callinectes danae* (círculos de tamanho proporcional ao n) para os meses amostrados. ....31
- Fig. 8. Região Costeira adjacente – Morro do Cristo. Oscilação da temperatura média mensal do ar e precipitação mensal para a região de Guaratuba no período de fev/2008 a jan/2009. Dados fornecidos pelo SIMEPAR.....32
- Fig. 9. Portunídeos da região costeira adjacente - Morro do Cristo. Distribuição do número total de indivíduos das espécies.....33
- Fig. 10. Portunídeos da região costeira adjacente – Morro do Cristo. Dendrograma da análise de Agrupamento para o número de indivíduos (A) e freqüência relativa (B) mensal das espécies. Os grupos I, II e III foram formados com corte ao nível de similaridade de 75%. ....34

Fig. 11. Portunídeos da região costeira adjacente – Morro do Cristo. Análise de escalonamento multidimensional não-métrica (MDS) do número de indivíduos das espécies nos meses amostrados. ....35

## Capítulo II

Fig. 1. *Callinectes danae*. Número de machos juvenis (MJ) e adultos (MA) e fêmeas juvenis (FJ), adultas (FA) e ovígeras (FO) no interior da Baía de Guaratuba. \* Diferença significativa na proporção dos sexos .....55

Fig. 2. *Callinectes danae*. Número de machos juvenis (MJ) e adultos (MA) e fêmeas juvenis (FJ), adultas (FA) e ovígeras (FO) na região costeira adjacente à Baía de Guaratuba - Morro do Cristo. \* Diferença significativa na proporção dos sexos .....55

Fig. 3. *Callinectes danae*. Frequência relativa de machos e fêmeas nas estações de coleta no interior da Baía de Guaratuba e na área costeira adjacente .....56

Fig. 4. *Callinectes danae*. Frequência absoluta de machos e fêmeas em diferentes estágios de maturação gonadal nas estações de coleta. Estágio de desenvolvimento gonadal: Gônada imatura (IM), rudimentar (RU), em desenvolvimento (DE) para machos e fêmeas e desenvolvidas (DD) nos machos e intermediárias (IN) e avançadas (AV) nas fêmeas. Fêmeas ovígeras foram separadas para esta análise.....57

Fig. 5. *Callinectes danae*. Frequência relativa mensal de fêmeas ovígeras (FO) e em estágio avançado de maturação gonadal (AV) em relação à frequência de fêmeas com gônadas imaturas (IM), rudimentares (RU) ou intermediárias (IN) na região de Guaratuba.....58

Fig. 6. Fig. 6. *Callinectes danae*. Distribuição de frequência absoluta de machos (M), fêmeas não-ovígeras (F) e fêmeas ovígeras (FO) nas diferentes classes de tamanho dos siris no interior da Baía de Guaratuba (a), na área costeira adjacente (b) e na região de Guaratuba como um todo (c) (área costeira e estuário).....60

Fig.7. *Callinectes danae*. Distribuição de frequência relativa de machos e fêmeas nas classes de LCB das estações de coleta na região de Guaratuba. As linhas pontilhadas indicam a maturação gonadal de ambos os sexos.....61



Fig. 8. *Callinectes danae*. Probabilidade de maturação sexual morfológica (MM) e gonadal (MG) de machos (a e b) e fêmeas (c e d) na Baía de Guaratuba e adjacências. LCB: largura da carapaça na base dos últimos espinhos laterais. 63

Fig. 9. *Callinectes danae*. Curvas de crescimento relativo de machos (b,c e d) e fêmeas (a). Largura da carapaça (LCB), Largura do abdômen (LA), comprimento da quela direita (CQD), comprimento da quela esquerda (CQE) e comprimento da maior quela (CMQ). .....66

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo I

Tabela I - Baía de Guaratuba. Média e desvio padrão das variáveis abióticas nas diferentes estações de coleta. ....	25
Tabela II - Baía de Guaratuba. Resultados do teste Kruskal-Wallis para as variações temporais e espaciais das variáveis abióticas.....	25
Tabela III - Portunídeos da Baía de Guaratuba. Distribuição da abundância mensal e total do número de machos (M), fêmeas (F) e fêmeas ovígeras (FO) das quatro espécies e razão de sexos mensal e total (P) de <i>C. danae</i> e de <i>C. sapidus</i> , durante o período de estudo.....	28
Tabela IV - Portunídeos da Baía de Guaratuba. Contribuição percentual das duas espécies mais abundantes para a formação dos três grupos da análise de agrupamento (segundo o teste SIMPER).....	30
Tabela V - Portunídeos da região costeira adjacente - Morro do Cristo. Distribuição do número de machos (M), fêmeas (F), fêmeas ovígeras (FO) e proporção de sexos (P) mensal e total (P) de <i>C. danae</i> e de <i>C. ornatus</i> , durante o período de estudo.....	33
Tabela VI - Portunídeos da região costeira adjacente – Morro do Cristo. Contribuição percentual das espécies para os três grupos formados na análise de Agrupamento (segundo o teste SIMPER).....	35

### Capítulo II

Tabela I. <i>Callinectes danae</i> . Estágios de maturação gonadal (Adaptado de Costa & Negreiros-Fransozo (1998)) .....	52
Tabela II. <i>Callinectes danae</i> . Valores mínimos, máximos, média e desvio padrão da largura da carapaça (LCB) de machos, fêmeas e fêmeas ovígeras nas estações de coleta na região de Guaratuba .....	59
Tabela III. <i>Callinectes danae</i> . Crescimento relativo de machos e fêmeas na região de Guaratuba. Ponto de inflexão das curvas de juvenis e adultos (PI), número de indivíduos mensurados (n), valor do intercepto da equação linear logaritimizada	

(a), valor da inclinação da equação linear logaritimizada (b), coeficiente de determinação ( $r^2$ ), crescimento e valor do teste t para a declividade (t).....	65
Tabela IV. <i>Callinectes danae</i> . Análise de covariância para o valor do coeficiente de regressão e interceptos das curvas de crescimento relativo de juvenis machos e fêmeas. ....	65
Tabela V. <i>Callinectes danae</i> . Tamanho estimado para maturidade sexual das populações estudadas no litoral brasileiro. <b>Em negrito</b> : medida calculada com a equação linear para a largura da carapaça medida na base dos últimos espinhos laterais (LCB) e largura da carapaça medida nas pontas dos últimos espinhos laterais (LCE).....	71

## RESUMO GERAL

Um estudo sobre a distribuição espaço-temporal dos siris e dos parâmetros populacionais e da maturidade sexual de *Callinectes danae* foi realizado no interior da Baía de Guaratuba, PR (25°51'S-48°33'W e 25°52'S-48°43'W) e na área costeira adjacente. As coletas foram realizadas em três estações dentro da baía ao longo do gradiente crescente de salinidade (Ilha da Coroa Grande, Ilha do Araçá e Ilha da Sepultura) e numa quarta estação na região costeira adjacente (Morro do Cristo). As coletas ocorreram de fevereiro de 2008 a janeiro de 2009, com amostragens bimestrais do final do outono ao início da primavera e mensais do final da primavera até o início do outono. As amostragens no estuário foram efetuadas com espinhel de fundo artesanal e arrasto de gerival, enquanto na área costeira, com arrastos de fundo (malha de 2,5cm). Somente *C. danae* teve o sexo e os estágios de maturação morfológica e gonadal reconhecidos e as larguras da carapaça na base (LCB) e na ponta dos últimos espinhos laterais (LCE) medidas. A temperatura média mensal do ar na região de Guaratuba variou de 18,5 °C (set/2008) a 24,9 °C (fev/2008) e a precipitação de 23,2mm (jul/2008) a 685,6mm (nov/2008). No estuário, a salinidade variou de zero (Coroa Grande) a 35 (Sepultura), o oxigênio dissolvido de 4,6 a 11,5 mg.L<sup>-1</sup>, e a profundidade de 1,78 a 6,48 m. No interior da baía, a salinidade e o oxigênio dissolvido no fundo variaram significativamente entre as estações de coleta, enquanto o oxigênio dissolvido e as temperaturas da água e do ar o fizeram entre os meses amostrados. Tanto no estuário como na região costeira, *C. danae* foi a espécie dominante (n=451); *A. cribrarius* ocorreu apenas no Morro do Cristo (n=11), *C. bocourti* (n=2) somente na Ilha da Coroa Grande e *C. ornatus* foi rara no estuário (n=1), porém a segunda espécie mais freqüente na área costeira (n=96). O número de indivíduos de *C. danae* foi menos abundante na estação de menor salinidade (Coroa Grande). Houve uma oscilação temporal acentuada dos portunídeos dentro da baía, de 4 (mai/2008) a 67 (mar/2008) siris, o que pode estar relacionado com a migração destes para locais específicos e com a alternância espacial e temporal gerada pela sobreposição de nichos das espécies dominantes. As variações da salinidade e da temperatura explicam melhor, respectivamente, a distribuição espacial e temporal dos siris no interior da baía e estão diretamente relacionadas com a precipitação, variável que mais influi na distribuição temporal dos mesmos

na área costeira. Dos 451 espécimes de *C. danae*, 182 o foram no interior da baía e 269 na área costeira adjacente. O número total dos organismos desta espécie foi diretamente relacionado com a temperatura média mensal do ar. Machos predominaram no interior da baía, enquanto que fêmeas adultas e fêmeas ovígeras, na área costeira. Fêmeas não ocorreram na Ilha da Coroa Grande, machos adultos e fêmeas em tamanho de maturação foram mais freqüentes na Ilha do Araçá, juvenis constituíram a maioria na Ilha da Sepultura; na estação costeira, juvenis pequenos foram ausentes, mas houve dominância de fêmeas em estágio avançado de maturação gonadal e ovígeras. Machos apresentaram maior média de tamanho e maior classe modal do que as fêmeas. A maturidade morfológica de fêmeas foi estimada em 54,59mm LCB com o método da curva logística e em 54,37mm com o método do crescimento relativo, enquanto o tamanho em que ocorre a maturação gonadal de fêmeas foi de 55,45mm LCB. Para machos, estes valores foram ,respectivamente, 70,03, 68,86 e 71,15mm LCB. A população de *C. danae* na Baía de Guaratuba e adjacências apresenta um ciclo de vida com uma fase estuarina e outra costeira, cujos machos atingem maturidade sexual em tamanho superior ao das fêmeas e as maturidades sexuais morfológicas e gonadais, de ambos os sexos, ocorrem sincronicamente.

**Palavras chave:** portunídeos, distribuição, maturidade, salinidade

#### **ABSTRACT**

A study on spatial and temporal distribution of swimming crabs and population parameters and the sexual maturity of the blue crab *Callinectes danae* was carried out in Guaratuba Bay, PR (25°51'S-48°33'W and 25°52'S-48°43'W) and adjacent coastal area. The samples were taken at three stations inside the bay along the gradient of increasing salinity (Coroa Grande Island, Araçá Island and Sepultura Island) and at a fourth station in the coastal area adjacent to the bay (Morro do Cristo). Crabs were collected from February 2008 to January 2009, with bimonthly sampling from the end of autumn to the early spring and monthly sampling from the late spring to the early autumn. They were obtained with baited bottom longlines (locally called "espinhel") and a handmade drag net (locally called "gerival") inside the bay, and with trawling by a professional fisherman in the

adjacent coastal area. The monthly air temperature average in the Guaratuba municipality ranged from 18.5 ° C (Sep/2008) to 24.9 ° C (Feb/2008) and precipitation from 23.2 mm (Jul/2008) to 685.6 mm (Nov/2008 ). In the estuary the salinity varied from zero (Coroa Grande) to 35 (Sepultura), the dissolved oxygen from 4.6 to 11.5 mg.L<sup>-1</sup> and the station depth from 1.78 to 6.48 m. The crabs' sex and stage of morphological and gonadal maturation were recognized of *C. danae* specimens and the carapace width between last lateral spines' base (CWB) and between their tips (CWT) was measured too. The salinity and dissolved oxygen in the bottom varied significantly according to collection stations inside the bay, and the dissolved oxygen and air and water temperatures varied significantly in monthly samples. *Callinectes danae* was the dominant species (n=451), both in the estuary and in the coastal area; *A. cribrarius* occurred only in Morro do Cristo (n=11), *C. bocourti* only in Coroa Grande (n=2) and *C. ornatulus* was rare in the estuary (n=1) but the second most frequent specie in the coastal area (n=96). The *C. sapidus* abundance did not differ significantly between the stations inside the estuary, while *C. danae* was less abundant in lower salinity waters (Coroa Grande). The portunids abundance widely oscillated inside the bay, from 4 (mai/2008) to 67 (mar/2008) crabs, and the highest values were recorded in warmer months, that may be related to the migration to specific sites or to the spatial and temporal differentiation on the species occupancy reported to the niches over lap. The spatial and temporal distribution of crabs inside the bay is better explained, respectively, by the oscillation of salinity and temperature, while the rainfall amount influences their temporal distribution in the coastal area. Were obtained 451 *C. danae* crabs, of which 182 inside of the bay and 269 in the adjacent coastal area. The oscillation of total abundance was directly related to the oscillation of monthly air temperature average. Males predominated inside the bay, whereas adult females (including ovigerous ones) in the coastal area. Females were absent in Coroa Grande Island, mature adults were more frequent in Araçá Island, juveniles constituted the majority in Sepultura Island, and in the coastal station, small juveniles were absent and females in advanced stages of gonadal maturation and ovigerous females dominated. Males had average size greater than females'. Females' morphologic maturity was estimated in 54.59 mm CWB with the logistic curve method, and at 54.37 mm CWB with the relative growth

method, while gonadal maturity was attained at 55.45 mm CWB. For males, these values were respectively 70.03, 68.86 and 71.15 mm CWB. The population of *C. danae* in Guaratuba Bay and adjacent area presents a life cycle with coastal and estuarine phases, where males attain sexual maturity in larger sizes than females, and both morphological and gonadal sexual maturities occur synchronously in males and females.

**Key words:** portunids, distribution, maturity, salinity

**CAPÍTULO I**  
**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS SIRIS (DECAPODA,**  
**PORTUNIDAE) NA BAÍA DE GUARATUBA E REGIÃO COSTEIRA**  
**ADJACENTE**

**RESUMO**

Um estudo sobre a distribuição espaço-temporal dos siris foi realizado no interior da Baía de Guaratuba, PR (25°51'S-48°33'W e 25°52'S-48°43'W) e na área costeira adjacente. As coletas foram realizadas em três estações dentro da baía ao longo do gradiente crescente de salinidade (Ilha da Coroa Grande, Ilha do Araçá e Ilha da Sepultura) e numa quarta estação na região costeira adjacente (Morro do Cristo). As coletas ocorreram de fevereiro de 2008 a janeiro de 2009, com amostragens bimestrais do final do outono ao início da primavera e mensais do final da primavera até o início do outono. As amostragens no estuário foram efetuadas com espinhel de fundo artesanal e arrasto de gerival, enquanto na área costeira, com arrastos de fundo (malha de 2,5cm). A temperatura média mensal do ar na região de Guaratuba variou de 18,5 °C (set/2008) a 24,9 °C (fev/2008) e a precipitação de 23,2mm (jul/2008) a 685,6mm (nov/2008). No estuário, a salinidade variou de zero (Coroa Grande) a 35 (Sepultura), o oxigênio dissolvido de 4,6 a 11,5 mg.L<sup>-1</sup>, e a profundidade de 1,78 a 6,48 m. Dentre as variáveis abióticas, somente a salinidade apresentou diferenças significativas entre os valores de superfície e fundo. No interior da baía, a salinidade e o oxigênio dissolvido no fundo variaram significativamente entre as estações de coleta, enquanto o oxigênio dissolvido e as temperaturas da água e do ar o fizeram entre os meses amostrados. Foram capturados 596 siris de cinco espécies: *Callinectes danae* (n=451), *C. sapidus* (n=35), *C. ornatus* (n=97), *C. bocourti* (n=2) e *Arenaeus cribrarius* (n=11). Tanto no estuário como na região costeira, *C. danae* foi a espécie dominante; *A. cribrarius* ocorreu apenas no Morro do Cristo, *C. bocourti* somente na Ilha da Coroa Grande e *C. ornatus* foi rara no estuário, porém, a segunda espécie mais freqüente na área costeira. O número de indivíduos de *C. sapidus* não diferiu significativamente entre as estações no interior do estuário, enquanto *C. danae* foi menos abundante na estação de menor salinidade (Coroa Grande). Houve uma oscilação acentuada na abundância dos portunídeos dentro da baía, de 4 (mai/2008) a 67 (mar/2008) siris, tendo as maiores abundâncias registradas nos meses mais quentes o que pode estar relacionado com a migração para locais específicos ou alternância espacial e temporal causada pela sobreposição de nichos. As variações da salinidade e da temperatura explicam melhor, respectivamente, a distribuição espacial e temporal, dos siris no interior da baía, enquanto a precipitação é o fator que mais influi na distribuição temporal dos mesmos na área costeira.

Palavras chave: portunídeos, salinidade, precipitação, distribuição



## ABSTRACT

**Spatial and temporal distribution of swimming crabs in Guaratuba Bay and adjacent coastal area, Paraná State, Brazil.** A study on spatial and temporal distribution of swimming crabs was carried out in Guaratuba Bay, PR (25°51'S-48°33'W and 25°52'S-48°43'W) and adjacent coastal area. The samples were taken at three stations inside the bay along the gradient of increasing salinity (Coroa Grande Island, Araçá Island and Sepultura Island) and at a fourth station in the coastal area adjacent to the bay (Morro do Cristo). Crabs were collected from February 2008 to January 2009, with bimonthly sampling from the end of autumn to the early spring and monthly sampling from the late spring to the early autumn. They were obtained with baited bottom longlines (locally called "espinhel") and a handmade drag net (locally called "gerival") inside the bay, and with trawling by a professional fisherman in the adjacent coastal area. The monthly air temperature average in the Guaratuba municipality ranged from 18.5 ° C (Sep/2008) to 24.9 ° C (Feb/2008) and precipitation from 23.2 mm (Jul/2008) to 685.6 mm (Nov/2008). In the estuary the salinity varied from zero (Coroa Grande) to 35 (Sepultura), the dissolved oxygen from 4.6 to 11.5 mg.L<sup>-1</sup> and the station depth from 1.78 to 6.48 m. Among abiotic variables, only salinity showed significant differences between surface and bottom values. The salinity and dissolved oxygen in the bottom varied significantly according to collection stations inside the bay, and the dissolved oxygen and air and water temperatures varied significantly in monthly samples. A total of 596 crabs were captured which belonged to five species: *Callinectes danae* (n=451), *C. sapidus*(n=35), *C. ornatus* (n=97), *C. bocourti* (n=2) and *Arenaeus cribrarius* (n=11). *Callinectes danae* was the dominant species, both in the estuary and in the coastal area; *A. cribrarius* occurred only in Morro do Cristo, *C. bocourti* only in Coroa Grande and *C. ornatus* was rare in the estuary but the second most frequent specie in the coastal area. The *C. sapidus* abundance did not differ significantly between the stations inside the estuary, while *C. danae* was less abundant in lower salinity waters (Coroa Grande). The portunids abundance widely oscillated inside the bay, from 4 (mai/2008) to 67 (mar/2008) crabs, and the highest values were recorded in warmer months, that may be related to the migration to specific sites or to the spatial and temporal differentiation on the species occupancy reported to the niches over lap. The spatial and temporal distribution of crabs inside the bay is better explained, respectively, by the oscillation of salinity and temperature, while the rainfall amount influences their temporal distribution in the coastal area.

Keywords: portunids, salinity, rainfall, distribution

## INTRODUÇÃO

Os siris são crustáceos portunídeos comuns em habitats costeiros das regiões tropicais, subtropicais e temperadas (Taisson, 1973; Williams, 1984). Possuem importância na cadeia trófica como predadores, podendo afetar

diretamente a abundância e a estrutura das populações de suas presas devido à sua voracidade (Wright *et al.*, 1996; Mantelatto & Fransozo, 1999; Mantelatto & Christofolletti, 2001; Seitz *et al.* 2003), e como consumidores de matéria orgânica acumulada (Mantelatto & Fransozo, 1999). A importância destes organismos é ressaltada em habitats dependentes de uma base primária detritívora, tais como estuários com grande influência do aporte de água continental (Grange *et al.*, 2000).

Estudos sobre a distribuição espacial e temporal de organismos marinhos constituem uma das principais ferramentas para a obtenção de maiores informações sobre a biologia destes animais (Buchanan & Stoner, 1988). O padrão de distribuição dos siris é resultado da preferência e da plasticidade de adaptação a diferentes habitats destes animais (Norse, 1978, Hines *et al.*, 1990) combinadas com as interações intra e interespecíficas (Buchanan & Stoner, 1988). Este padrão é também influenciado por comportamentos migratórios destes crustáceos, tais como aqueles realizados pelas fêmeas para mar aberto em períodos de desova (Seitz *et al.*, 2003, Carr *et al.*, 2004; Aguilar *et al.*, 2005) ou a entrada das megalopas e juvenis no estuário para fins de assentamento (Epifanio, 1988; Posey *et al.*, 2005).

Os siris, juntamente com os demais braquiúros, são abundantes na fauna bentônica de ambientes costeiros; e essa relevância quantitativa permite que a produção pesqueira dos portunídeos seja significativa na economia nacional de alguns países (Van Engel, 1958; Roman-Contreras, 1986). Por outro lado, os siris são também frequentemente ameaçados pela pesca dirigida a outras espécies quando esta coincide com a área de vida dos mesmos, caracterizando-os como fauna acompanhante (“by catch”) da espécie alvo da pesca. Em estudo realizado com a fauna acompanhante da pesca do camarão sete barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), no litoral paulista, os siris *Callinectes danae* e *C. ornatus* foram classificados como espécies constantes nas capturas por redes de arrasto camaroeiras (Severino-Rodrigues *et al.*, 2002). A tendência ao aumento da exploração dos portunídeos, bem como a diminuição das populações exploradas, sugere a necessidade de frequente monitoramento dos estoques naturais destes organismos (Mantelatto & Fransozo, 1999).

No Brasil, os siris do gênero *Callinectes* são considerados de grande potencial pesqueiro, porém, a captura destes ainda é praticada de forma artesanal por comunidades pesqueiras distribuídas por todo o litoral (Severino-Rodrigues *et al.*, 2001). No Paraná, em 1995 a exploração dos siris ainda era incipiente, constituindo apenas uma complementação alimentar e econômica das comunidades litorâneas (IBAMA, 1995), entretanto com a diminuição dos estoques de peixes e camarões existe a tendência ao aumento da exploração de portunídeos, principalmente em períodos de proibição da pesca do camarão.

Segundo Melo (1996) ocorrem 20 espécies de portunídeos no litoral brasileiro, das quais 12 são citadas para o Estado do Paraná: *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818), *Callinectes bocourti* A. Milne Edwards, 1879, *C. danae* Smith, 1869, *C. exasperatus* (Gerstaecker, 1856), *C. ornatus* Ordway, 1863, *C. sapidus* Rathbun, 1896, *Cronius ruber* (Lamarck, 1818), *Coenophthalmus tridentatus* A. Milne Edwards, 1879, *Ovalipes trimaculatus* (De Haan, 1833) e os portunídeos anteriormente classificados como pertencentes ao gênero *Portunus* Weber, 1975 e recentemente realocados no gênero *Achelous* De Haan, 1833 - *Achelous ordwayi* (Stimpson, 1860), *A. spinicarpus* (Stimpson, 1871) e *A. spinimanus* Latreille, 1819, (Mantelatto *et al.*, 2009) E mais recentemente, o siri do Oceano Pacífico *Charybdis helleri* (A. Milne-Edwards, 1867) foi registrado no litoral paranaense, especificamente na área do Cabaraquara, dentro da Baía de Guaratuba (Frigotto & Serafim-Júnior, 2007).

Para o litoral paranaense, citam-se estudos com *Callinectes* apenas na região de Paranaguá (Gaspar, 1981; Branco & Lunardon-Branco, 1993, Baptista *et al.*, 2003 e Baptista-Metri *et al.*, 2005) com dados relativos à Baía de Guaratuba relatando a ocorrência destes organismos dentre a macrofauna de fundo inconsolidado (Blankensteyn & Moura, 2002) e presentes na dieta do tubarão martelo *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) (Bornatowski *et al.*, 2007). Portanto, não há conhecimento de qualquer aspecto da biologia destes siris para a Baía de Guaratuba e região. Diante desta lacuna o presente estudo tem como objetivos registrar as espécies de portunídeos ocorrentes na Baía de Guaratuba e na área costeira adjacente e descrever a distribuição espaço-temporal destas populações.

## ÁREA DE ESTUDO

A Baía de Guaratuba ( $25^{\circ}52'S-48^{\circ}43'W$  e  $25^{\circ}51'S-48^{\circ}33'W$ ) é o segundo maior complexo estuarino do litoral paranaense e recebe grande volume de água de rios como o Cubatão e Rio São João com mais de  $80m^3.s^{-1}$  de vazão (Maak, 1968) (Fig. 1). O espelho de água da baía tem  $50,19 Km^2$  e aproximadamente 24% dessa área é composta por águas rasas ou bancos de areia; as maiores profundidades, que chegam a 27m, estão localizadas próximas ao canal de entrada da baía. Por sofrer forte influência da descarga de água doce de seus afluentes de um lado e da ação das marés do outro, a coluna de água da baía apresenta estratificação vertical evidente (Morone, comunicação pessoal). Com exceção da zona urbana do município de Guaratuba, a margem da baía é dominada por manguezais na sua porção média e oriental com ocorrência de bancos de *Spartina* sp., enquanto na porção ocidental, a vegetação marginal é composta principalmente pelas plantas aquáticas *Scirpus californicus*, conhecidas popularmente como piris. Desta forma, a baía oferece uma alta diversidade de microhabitats propiciando a existência de alta riqueza faunística: foram registradas 87 espécies de peixe nas suas águas (Chaves & Vendel, 2001) e sete espécies de caranguejos *Uca* Leach nos baixios entremarés (Masunari, 2006).

Na região de Guaratuba domina exclusivamente o clima mesotérmico temperado do tipo Af(t) de Köppen, chuvoso tropical sempre úmido, com temperaturas médias de  $21,1^{\circ} C$ , conseqüentes do rápido aquecimento do solo com o sol nascente (IAP, 2006).

## MATERIAL E MÉTODOS

Com base no número de indivíduos capturados em 5 amostras pilotos realizadas previamente em 8 diferentes estações de coleta foram estabelecidas três estações no interior da Baía de Guaratuba ao longo do gradiente crescente de salinidade conhecido (Jakobi, 1953): (1) Ilha da Coroa Grande, localizada na porção mais interior ( $25^{\circ}52'S-48^{\circ}42'W$ ); (2) Ilha do Araçá, situada na parte central ( $25^{\circ}51'S-48^{\circ}37'W$ ); e (3) Ilha da Sepultura, localizada próxima à boca da baía

(25°51'S-48°35'W). Uma estação de coleta adicional (4) foi estabelecida na área costeira adjacente, ao largo do Morro do Cristo, ao sul da boca da baía (Fig. 1).

As coletas dos siris foram realizadas de fevereiro/2008 a janeiro/2009 em dois períodos amostrais, tendo sido bimestrais no primeiro período (do final do outono até o início da primavera, em maio, julho e setembro de 2009), e mensais no segundo (do final da primavera até o início do outono, em fevereiro, março, novembro e dezembro de 2008 e janeiro de 2009). A coleta referente a novembro de 2008 foi realizada no dia 2 de dezembro de 2008, devido à combinação de fortes chuvas e mar agitado que ocorreu na maior parte de novembro, o que impossibilitou a saída para o campo neste mês.

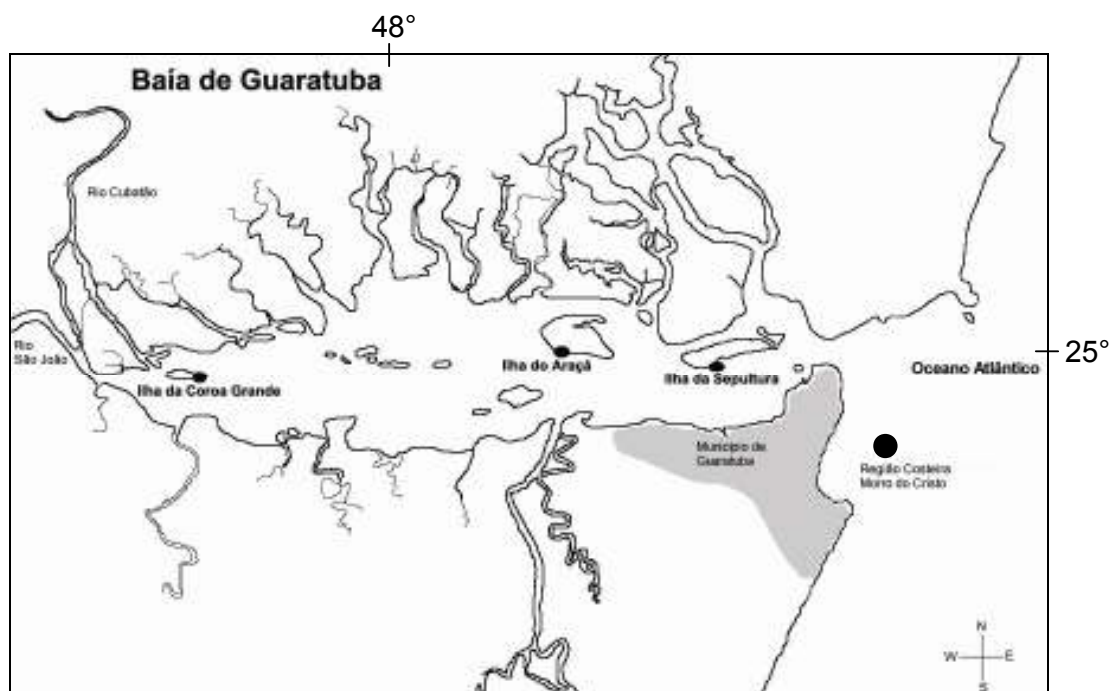


Fig. 1. Baía de Guaratuba. Localização das quatro estações de coleta: Ilha da Coroa Grande, Ilha do Araçá, Ilha da Sepultura e região costeira adjacente (Morro do Cristo). Escala: 1:1000.000 (1cm = 1km)

As variáveis abióticas foram mensuradas somente nas estações do interior da baía, as quais consistiram da salinidade, temperatura e teor de oxigênio dissolvido da água de superfície e de fundo, da profundidade do ponto amostrado e temperatura do ar no momento da coleta. A salinidade foi medida com um refratômetro óptico: a água de superfície foi coletada diretamente com um recipiente, enquanto a do fundo com uma garrafa do tipo “VanDorn”. O oxigênio

dissolvido e a temperatura, tanto da água de superfície como do fundo, foram tomados com um oxigenômetro portátil com cabo de seis metros de comprimento. A temperatura do ar foi obtida com um termômetro digital. Na estação de mar aberto, as variáveis abióticas analisadas foram limitadas às médias mensais da temperatura do ar e da precipitação disponibilizadas pelo Instituto Tecnológico SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná).

No interior da baía, os siris foram coletados com três espinheis artesanais de fundo, contendo 10 anzóis cada, e com um gerival. Os espinheis foram iscados com carcaças de peixes em decomposição e moela de frango e lançados duas vezes em cada estação de coleta, totalizando seis lances ou 60 anzóis iscados. Cada lance de espinhel permaneceu imerso por 15 minutos. O gerival (rede de arrasto artesanal de formato cônico provido de uma fileira de pesos de chumbo no bordo inferior e 2,0cm de abertura de malha) foi arrastado por três vezes durante cinco minutos em cada estação de coleta. Em mar aberto, as coletas foram executadas por um pescador profissional, através de um único arrasto de fundo com uma rede de portas de 2,5cm de abertura de malha no ensacador, durante uma hora. Estes arrastos tiveram como produto-alvo o camarão-branco e, portanto, os siris fizeram parte da fauna acompanhante. Os siris coletados foram mantidos em caixas térmicas resfriadas e posteriormente congelados.

No laboratório, os siris foram identificados de acordo com Melo (1996) e mensurados na largura da carapaça, tanto entre as bases dos últimos espinhos laterais como entre as pontas dos mesmos, com um paquímetro manual de 0,01mm de precisão. Foram ainda reconhecidos o sexo e o estágio de maturação sexual morfológica (juvenil ou adulto) dos indivíduos, conforme o formato e aderência do abdômen.

Os conjuntos de dados de todas as variáveis abióticas e do número de organismos nas estações de coleta e nos meses amostrados foram analisados quanto à normalidade com o teste de Shapiro-Wilk e à homogeneidade da variância com o teste de Levene. Diferenças entre as médias/medianas dos dados abióticos mensurados na superfície e no fundo foram testadas com o teste t (somente para salinidade, a qual apresentou distribuição normal) e o teste não-paramétrico de Mann-Whitney (para as demais). Para as análises de variação espacial e temporal das espécies utilizou-se o teste não paramétrico de Kruskal-

Wallis, com localização das fontes de variação efetuada pelo método *a posteriori* de Student-Newman-Keuls. As diferenças na proporção de sexos foram testadas utilizando-se o teste G.

A correlação entre as variáveis abióticas e o número de indivíduos das espécies foi realizada por postos de Spearman em regressão simples e através do teste BIOENV, o qual relaciona os dados através da simples comparação multivariada da concordância entre matrizes de similaridade de dados bióticos e abióticos. A análise de cluster para o número de organismos mensal das espécies foi realizada com base em uma matriz de similaridade de Bray-Curtis, através do método de ligação completa entre os grupos (complete linkage). O teste SIMPROF foi utilizado para testar a estruturação dos grupos obtidos na análise de Cluster e uma análise de escalonamento multidimensional não-métrica (MDS) foi realizada para confirmação dos grupos gerados no dendrograma. A similaridade das percentagens (SIMPER) foi utilizada para obter a contribuição de cada espécie para a média de semelhança nos grupos de meses.

As análises estatísticas foram realizadas nos programas Statistica 7.0, Bioestat 5,0 e Primer 6.0. Todos os testes foram feitos ao nível de significância de 95%.

## **RESULTADOS**

### **Baía de Guaratuba**

A temperatura da água apresentou média de  $23,36 \pm 3,13^{\circ}\text{C}$  na superfície e  $23,31 \pm 2,97^{\circ}\text{C}$  no fundo. As médias da salinidade foram de  $12,83 \pm 10,38$  na superfície e  $17,37 \pm 11,12$  no fundo. O teor de oxigênio médio foi de  $7,64 \pm 1,16$   $\text{mg.L}^{-1}$  para a água de superfície e  $7,17 \pm 1,72$   $\text{mg.L}^{-1}$  para a água de fundo (Apêndice I). Dentre as variáveis abióticas mensuradas na água de superfície e fundo, somente a salinidade apresentou diferença significativa entre as duas profundidades (teste t,  $p=0,0003$ ), com valores maiores para a água de fundo. Deste modo, para as análises que envolveram valores de temperatura e do teor de oxigênio dissolvido foram considerados apenas aqueles da água de fundo.

A temperatura do ar na ocasião das coletas oscilou de 17,8°C (Sepultura, maio) a 34,9°C (Araçá, fevereiro). A temperatura da água de fundo variou de 19,0°C (Sepultura, Setembro) a 28,4°C (Sepultura, março) com oscilação temporal significativa: fevereiro de 2008 e janeiro de 2009 foram significativamente diferentes de julho e setembro e março diferiu dos últimos meses e também de maio de 2008 (Student-Newman-Keuls,  $p < 0,05$ ) (Fig. 1). Não houve diferença significativa na temperatura da água entre as estações de coleta.

A quantidade de oxigênio dissolvido na água variou de 4,6 mg.L<sup>-1</sup> (Coroa Grande, dezembro) a 11,5 mg.L<sup>-1</sup> (Sepultura, maio); especialmente, a Coroa Grande apresentou menor teor de oxigênio que a Sepultura ( $p = 0,0099$ ) e temporalmente, os meses de fevereiro, março e dezembro diferiram de maio e setembro ( $p < 0,05$ ).

A salinidade da água de superfície variou de zero (Coroa Grande, fevereiro, março, novembro e dezembro de 2008 e janeiro de 2009) a 30 (Sepultura, julho e novembro), e a da água de fundo de zero (Coroa Grande, fevereiro, março, dezembro de 2008 e janeiro de 2009) a 35 (Sepultura, julho). As salinidades da água de superfície e de fundo variaram espacialmente e foram sempre superiores na estação próxima à boca da baía (Ilha da Sepultura). A salinidade de superfície da Ilha da Sepultura diferiu significativamente da Coroa Grande, para a salinidade de água de fundo a Sepultura diferiu significativamente dos outros dois pontos amostrados no interior da Baía de Guaratuba (Araçá e Coroa Grande) (Student-Newman-Keuls,  $p < 0,05$ ). Temporalmente, não houve variação significativa tanto para salinidade da água de superfície quanto para a do fundo.

A profundidade das estações de coleta variou de 1,78 m (Coroa Grande, janeiro) a 6,48 m (Araçá, Novembro) e não apresentou variação temporal ou espacial significativa entre as amostragens (Tab. I).

A temperatura média mensal do ar oscilou de 18,5°C (setembro) a 24,9°C (fevereiro) e a precipitação foi mínima em julho de 2008, com 23,2mm e máxima em novembro do mesmo ano 2008 com 685,6mm (Fig. 8). O período de maio a setembro corresponde aos meses mais frios e secos do presente estudo.



Tab. I. Baía de Guaratuba. Média e desvio padrão das variáveis abióticas nas diferentes estações de coleta.

	Média e desvio Padrão nas Estações de coleta		
	Coroa Grande	Araçá	Sepultura
Temperatura do ar	22,52±2,31	23,7±3,34	23,7±3,39
Temperatura da água	27,78±4,67	26,3±5,57	23,92±4,09
Salinidade de superfície	4,75±6,69	12±8,82	21,75±8,08
Salinidade de fundo	6,50±8,90	19±8,52	26,62±4,31
Oxigênio dissolvido	6,19±0,99	6,85±1,55	8,49±1,76
Profundidade	3,23±1,08	4,55±1,29	3,25±0,69

Tab. II. Baía de Guaratuba. Resultados do teste Kruskal-Wallis para as variações temporais e espaciais das variáveis abióticas.

	Variação espacial		Variação temporal	
	H	p	H	p
Temperatura do ar (°C)	2,29	0,318	19,44	0,007*
Temperatura da água (°C)	0,50	0,780	21,70	0,003*
Salinidade de superfície	10,48	0,006*	9,81	0,199
Salinidade de fundo	13,89	0,001*	6,83	0,447
Oxigênio dissolvido (MG.L <sup>-1</sup> )	6,86	0,032*	15,06	0,035*
Profundidade (m)	5,72	0,057	9,48	0,220

\* Kruskal-Wallis: diferença significativa.

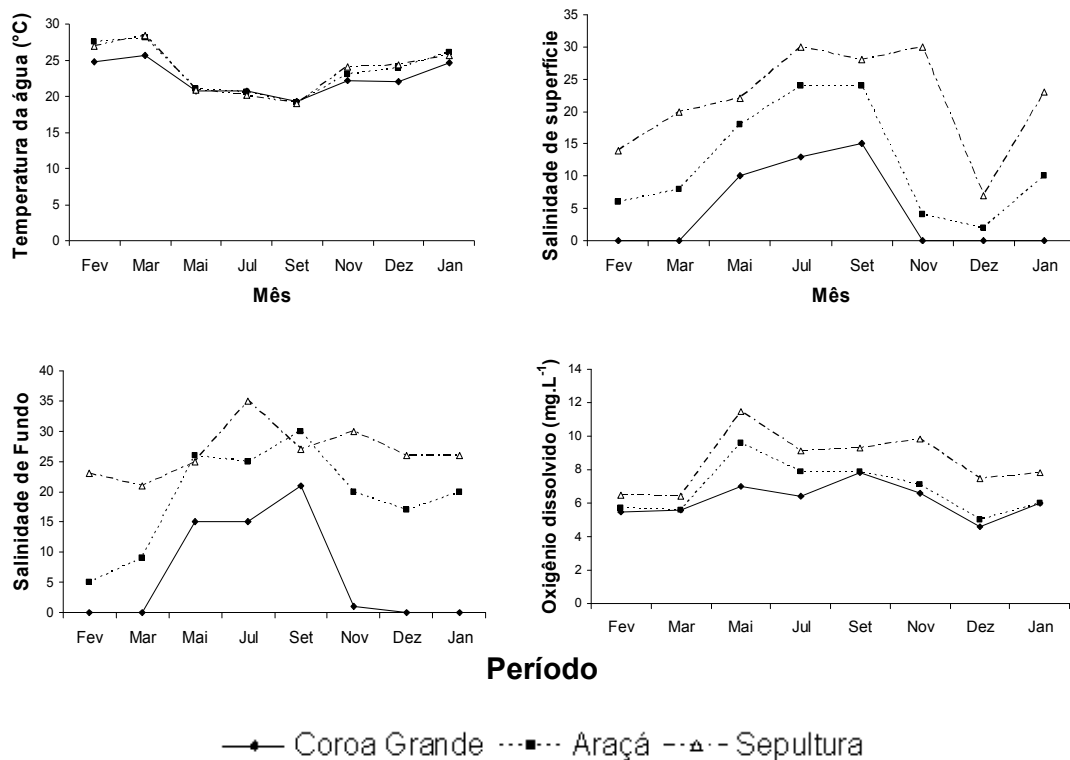


Fig. 2. Baía de Guaratuba. Oscilação temporal (fev/2008 a jan/2009) das variáveis abióticas da água nas três estações no interior da baía.

Foram coletados 217 siris, dos quais 182 foram *Callinectes danae*, 32 de *C. sapidus*, 2 de *C. bocourti* e apenas 1 de *C. ornatus*. A espécie mais abundante - *C. danae* - perfaz 83,87% do total e foi seguida de *C. sapidus* com 14,75%; *C. ornatus* e *C. bocourti* com frequências relativas menores que 1% cada.

As estações da Ilha do Araçá e da Ilha da Sepultura apresentaram número de indivíduos maior que a Ilha da Coroa Grande. *Callinectes danae* foi a espécie mais freqüente nas estações Araçá e Sepultura e *C. sapidus* teve maior dominância na estação Coroa Grande (mais interna da baía) (Fig. 3). Apesar disso, segundo o teste de Kruskal-Wallis, somente *C. danae* apresentou diferença significativa na média de indivíduos entre as estações de coleta ( $H=6,89$ ,  $p=0,03$ ) (Apêndice 3).

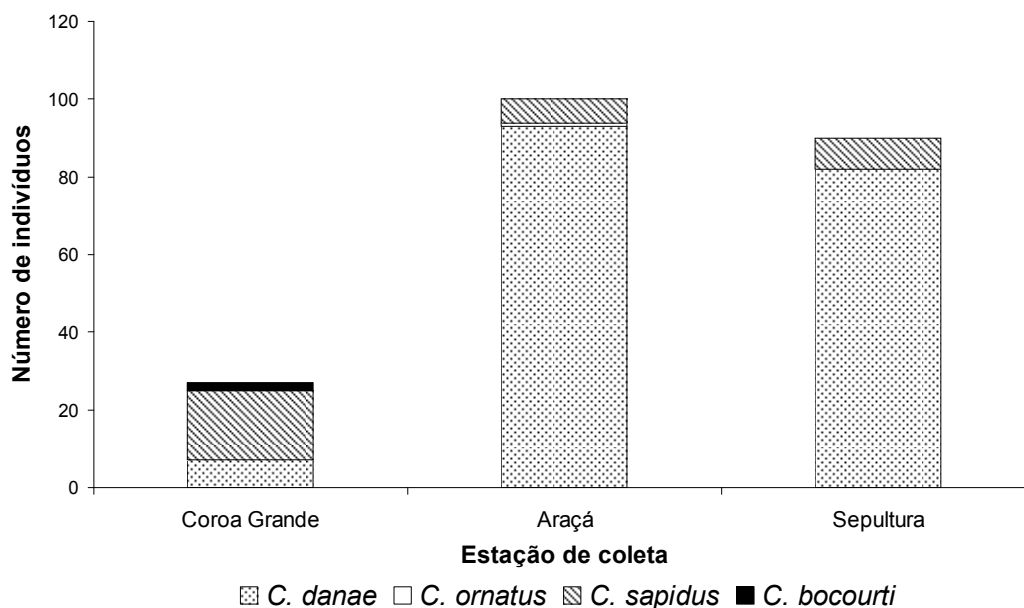


Fig. 3. Portunídeos da Baía de Guaratuba. Distribuição do número de indivíduos das espécies nas três estações de coleta.

As maiores ocorrências de portunídeos aconteceram em fevereiro e março de 2008 e as menores em maio e dezembro do mesmo ano, porém, o número médio de indivíduos coletados não variou significativamente entre os meses tanto para *C. danae* ( $H=4,55$ ,  $p=0,71$ ) quanto para *C. sapidus* ( $H=11,70$ ,  $p=0,11$ ). *Callinectes danae* foi dominante na maioria dos meses de amostragem, enquanto que *C. sapidus* o foi somente em dezembro/08 e janeiro/09 (Fig. 4).

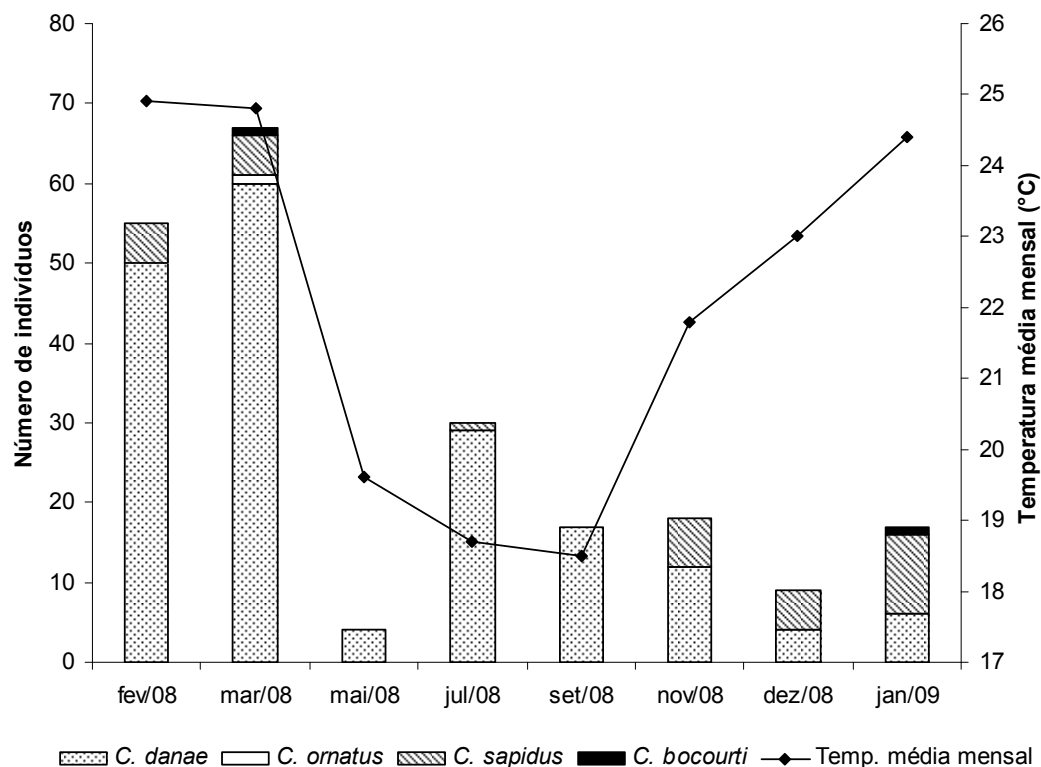


Fig. 4. Portunídeos da Baía de Guaratuba. Variação mensal do número total de indivíduos das espécies de siris coletados e oscilação da temperatura média mensal do ar (SIMEPAR) durante o período de estudo.

Os machos de *C. danae* predominaram em todos os meses, com exceção de julho, quando as fêmeas foram significativamente mais abundantes. A proporção de sexos não foi significativamente diferente de 1:1 somente em setembro, dezembro e janeiro. Fêmeas não ocorreram em maio e novembro, e fêmeas ovígeras desta espécie foram pouco frequentes ocorrendo somente em julho e setembro (Tab. III).

Indivíduos de *C. sapidus* não foram coletados em maio e setembro. A proporção de sexos permaneceu igual a 1:1 na maioria dos meses e fêmeas ovígeras ocorreram em fevereiro e dezembro de 2008 e janeiro de 2009. Um único espécime de *C. ornatus* foi coletado em março e *C. bocourti* ocorreu em março e janeiro (Tab. III).

Tab. III. Portunídeos da Baía de Guaratuba. Distribuição mensal e total do número de machos (M), fêmeas (F) e fêmeas ovíferas (FO) das quatro espécies e razão de sexos mensal e total (P) de *C. danae* e de *C. sapidus*, durante o período de estudo.

	<i>C. danae</i>				<i>C. ornatus</i>			<i>C. sapidus</i>				<i>C. Bocourti</i>			
	M	F	FO	P	M	F	FO	M	F	FO	P	M	F	FO	Total
<b>Fev/08</b>	37	13		2,85:1*				3	1	1	1,5:1				55
<b>Mar</b>	43	17		2,53:1*		1		4	1		4:1*	1			67
<b>Mai</b>	4			-							-				4
<b>Jul</b>	8	19	2	1:2,62*				1			-				30
<b>Set</b>	10	6	1	1,43:1							-				17
<b>Nov</b>	12			-				3	3		1:1				18
<b>Dez</b>	3	1		3:1				2	1	2	1:1,5				9
<b>Jan/09</b>	5	1		5:1*				7	2	1	2,33:1*	1			17
<b>Total</b>	122	57	3	2,14:1*	0	1	0	20	8	4	1,66:1*	2	0	0	217

\* Proporção dos sexos significativamente diferente de 1:1.

A variação espaço-temporal de *Callinectes danae* não apresentou correlação linear com a oscilação das variáveis abióticas e ocorre independentemente da oscilação destas (Fig. 5). Entretanto, a de *C. sapidus* apresentou correlação positiva com a temperatura média mensal do ar e com as temperaturas do ar e da água na ocasião das coletas ( $r= 0,57$ ,  $r=0,60$  e  $r= 0,51$ , respectivamente) e correlação negativa com as salinidades de fundo e de superfície ( $r= -0,63$  e  $r=-0,49$ , respectivamente) e com a quantidade de oxigênio dissolvido ( $r=-0,45$ ). Pode-se observar que indivíduos desta espécie são mais abundantes em estações de salinidades de superfície quantidade de oxigênio menores e em meses de temperatura média mensal e precipitação maiores (Fig. 5). O número de indivíduos de *C. bocourti* apresentou correlação negativa com ambas as salinidades ( $r=-0,42$  para salinidade de superfície e  $r=-0,44$  para a salinidade de fundo) (Apêndice 4).

Segundo a análise BIOENV, as salinidades de superfície e de fundo demonstraram ser as variáveis abióticas mais relacionadas com a distribuição de todos os organismos no interior da Baía de Guaratuba ( $r=0,634$  e  $r=0,644$ , respectivamente), com forte relação adicional da precipitação sobre *C. danae* ( $r =0,884$ ) (Apêndice 5). É importante salientar que a salinidade no interior do estuário é inversamente relacionada com a precipitação.

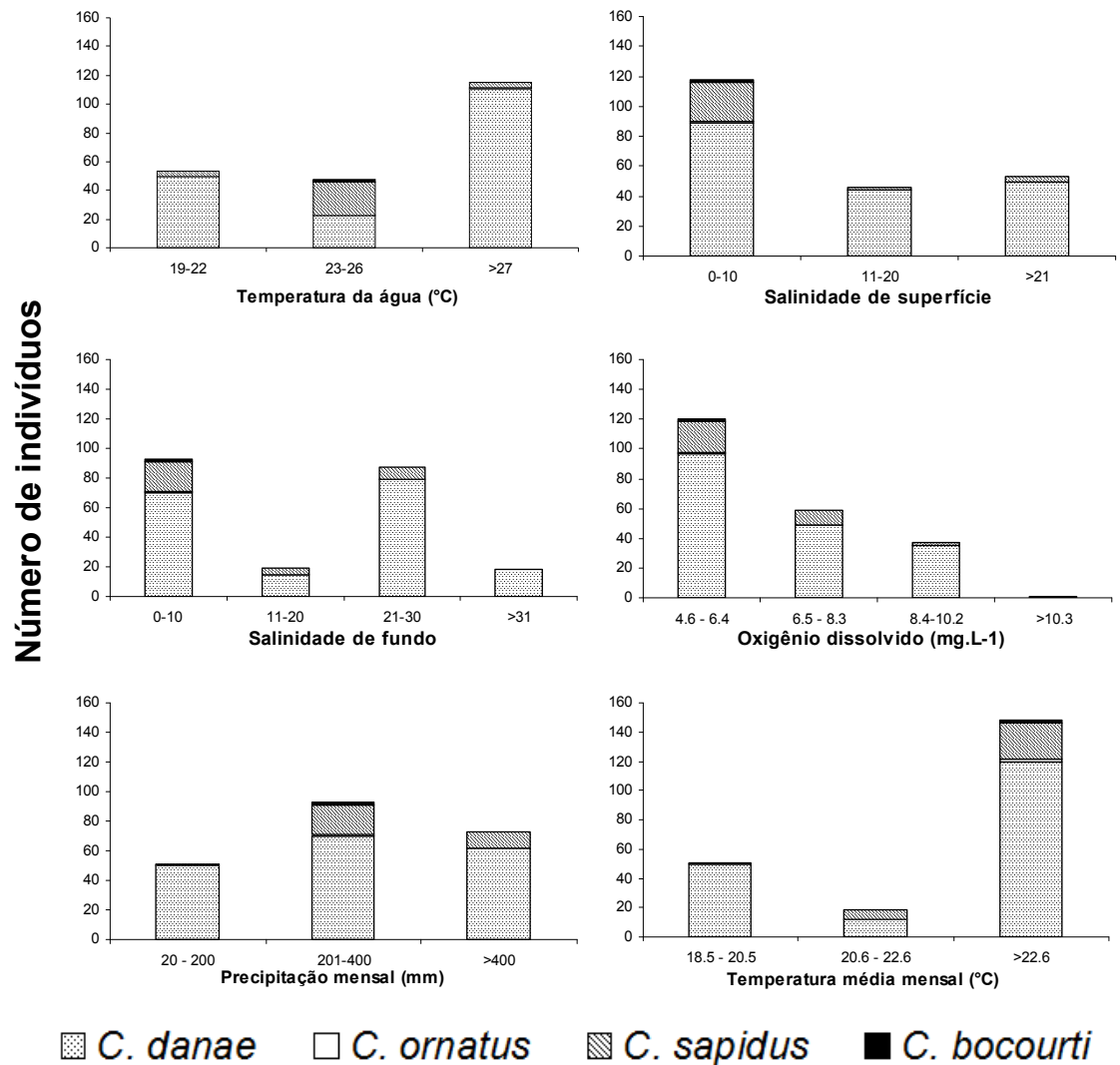


Fig. 5. Portunídeos da Baía de Guaratuba. Distribuição do número total dos indivíduos das espécies de portunídeos do interior da Baía de Guaratuba nas classes das diferentes variáveis abióticas.

A análise de agrupamento para o número de organismos das espécies indicou três grupos de meses com similaridade de 70%. O grupo I foi composto por setembro e julho e apresentou predomínio de *C. danae*; e juntamente com maio, que não foi agrupado a este por possuir um número extremamente baixo (n=4), correspondeu aos meses de menor temperatura. O grupo II, representado pelos meses de temperatura intermediária do final de primavera e verão apresentou contribuição relativa semelhante das espécies *C. danae* e *C. sapidus* para sua formação. Já o grupo III apresentou as maiores temperaturas e teve a maior contribuição de *C. danae* e presença de *C. sapidus* (Fig. 6). Segundo o

teste Simprof, todos os grupos obtidos pela análise de agrupamento possuem estruturação significativa.

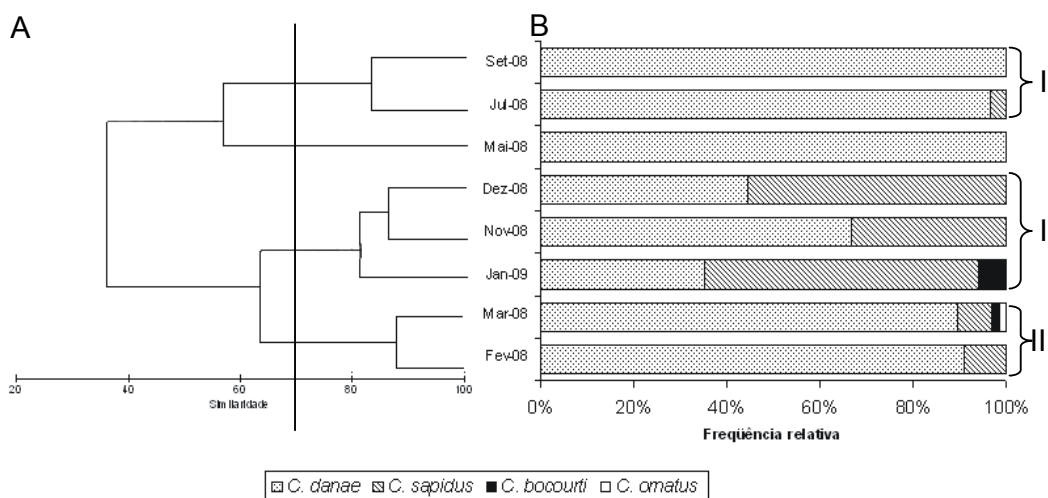


Fig. 6. Portunídeos da Baía de Guaratuba. Dendrograma da análise de agrupamento para a o número de indivíduos (A) e representação da freqüência relativa (B) mensal das espécies. Os grupos I, II e III foram formados com corte no nível de similaridade de 70%.

Tab. IV. Portunídeos da Baía de Guaratuba. Contribuição percentual das duas espécies mais abundantes para a formação dos três grupos da análise de agrupamento (segundo o teste SIMPER).

	Similaridade média do grupo	Contribuição percentual das espécies	
		<i>C. danae</i>	<i>C. sapidus</i>
Grupo I	82,76	100,00	---
Grupo II	82,70	48,20	51,80
Grupo III	87,97	68,70	31,30

O MDS (análise de escalonamento multidimensional) confirmou os grupos obtidos pelo agrupamento (Fig. 7). Nota-se, também, a formação de dois grupos com nível de similaridade de 50%, os quais dizem respeito aos meses quentes (verão e outono) e meses frios (primavera e inverno) do período de estudo.

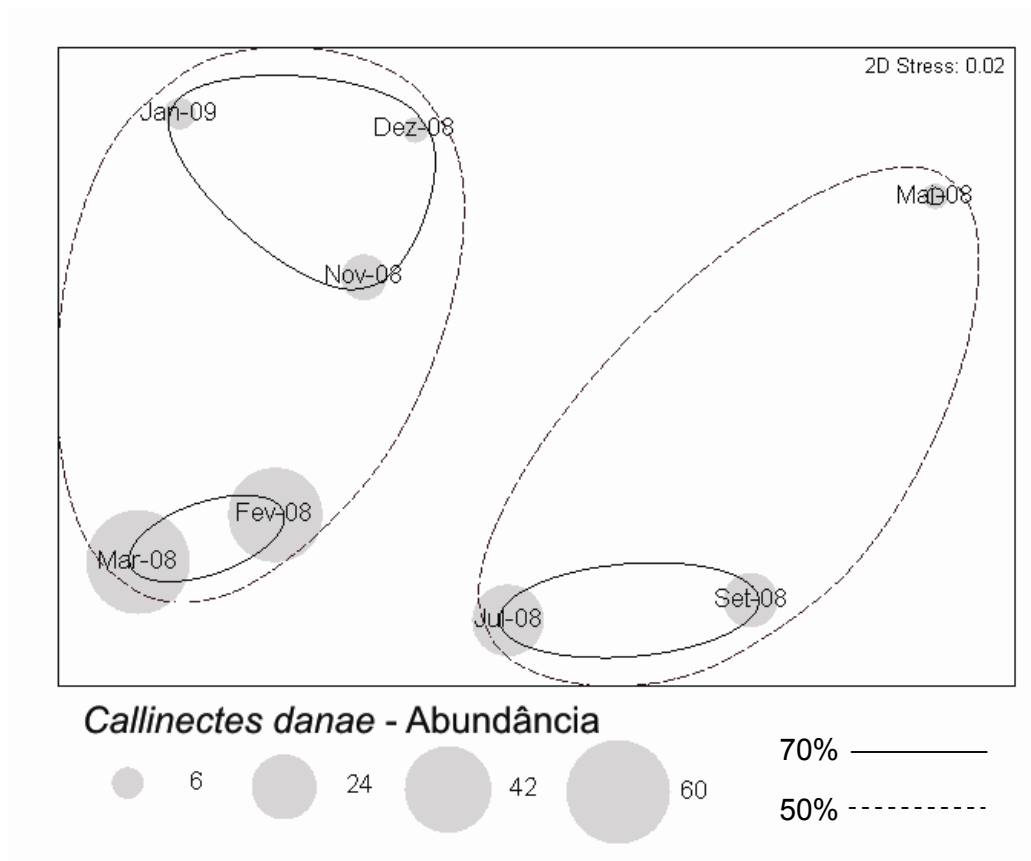


Fig. 7. Portunídeos da Baía de Guaratuba. Análise de escalonamento multidimensional não métrica do número de indivíduos das espécies (linhas) e número total de *Callinectes danae* (círculos de tamanho proporcional ao n) para os meses amostrados.

### Região costeira adjacente – Morro Do Cristo

A temperatura média mensal do ar no período do estudo oscilou de 18,5°C (setembro de 2008) a 24,9°C (fevereiro de 2008). A precipitação mensal variou de 23,2 mm (julho de 2008) a 685,6 mm (novembro de 2008), com destaque para este último mês pela elevada quantidade de chuvas. As menores temperaturas mensais do ar coincidiram com os meses mais secos, no período de abril a setembro de 2008 (Fig. 8 e Apêndice 6).

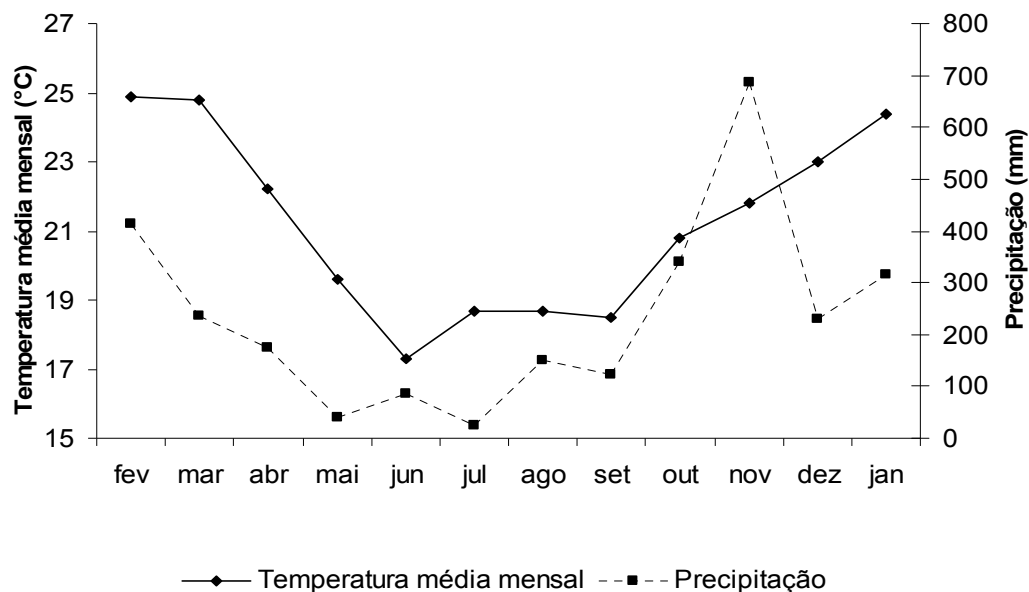


Fig. 8. Região Costeira adjacente – Morro do Cristo. Oscilação da temperatura média mensal do ar e precipitação mensal para a região de Guaratuba no período de fev/2008 a jan/2009. Dados fornecidos pelo SIMEPAR.

Foram coletados 379 siris de quatro espécies, dos quais 269 de *C. danae* (70,98%) e 96 de *C. ornatus* (25,33%); e com menor frequência, *Arenaeus cribrarius* que totalizou 11 indivíduos (2,90%) e *C. sapidus* com apenas 3 indivíduos (0,79%).

Tab. V. Portunídeos da região costeira adjacente - Morro do Cristo. Distribuição do número de machos (M), fêmeas (F), fêmeas ovíferas (FO) e proporção de sexos (P) mensal e total (P) de *C. danae* e de *C. ornatus*, durante o período de estudo.

	<i>C. danae</i>				<i>C. ornatus</i>				<i>C. sapidus</i>			<i>A. cribrarius</i>			
	M	F	FO	P	M	F	FO	P	M	F	FO	M	F	FO	Total
<b>fev/08</b>	15	22	10	1:2,13*	13	3		4,33:1*			2				65
<b>mar/08</b>	7	10	8	1:2,57*	6	3		2:1				4	2		40
<b>mai/08</b>	8	18	3	1:2,62*	17	8	1	1,88:1				2			57
<b>jul/08</b>		7	8	-	19	1		19:1*							35
<b>set/08</b>		12	4	-	10	5		2:1				1	1		33
<b>nov/08</b>	27	30		1:1,11				-			1	1			59
<b>dez/08</b>	13	22	10	1:2,46*	1			-							46
<b>jan/09</b>	12	10	13	1: 1,92	4	5		1:1,25							44
<b>Total</b>	82	131	56	1:2,28*	70	25	1	2,69:1*	0	0	3	8	3	0	379

Teste G: \* diferença na proporção sexual significativa.



As maiores ocorrências foram registradas em fevereiro, maio e novembro de 2008. *Callinectes danae* foi a mais abundante em todo período de estudo, com exceção de julho, quando o número de *C. ornatus* sobrepujou o da mesma. As demais espécies foram pouco abundantes e ocorreram de modo esporádico: *C. sapidus* ocorreu somente em fevereiro e novembro e *A. cribrarius* em quatro dos oito meses de estudo (Tab. V e Fig. 9).

Fêmeas ovígeras de *C. danae* ocorreram em todos os meses do estudo, exceto em novembro/08, enquanto apenas uma de *C. ornatus* foi registrada em maio/08. *Callinectes sapidus* foi representado exclusivamente por fêmeas ovígeras (N=3), enquanto que para *A. cribrarius* estas não ocorreram.

Houve uma forte dominância de fêmeas de *C. danae* em quase todo período de estudo, tendo a proporção de sexos sem diferença significativa de 1:1 somente em novembro/08 e janeiro/09. No total, fêmeas foram significativamente mais abundantes que machos. Em contraste, machos foram quase sempre mais freqüentes para *C. ornatus*, mas, a proporção de sexos manteve-se estatisticamente igual a 1:1 na maioria dos meses, com exceção fevereiro/08 e julho/08 (Tab. V).

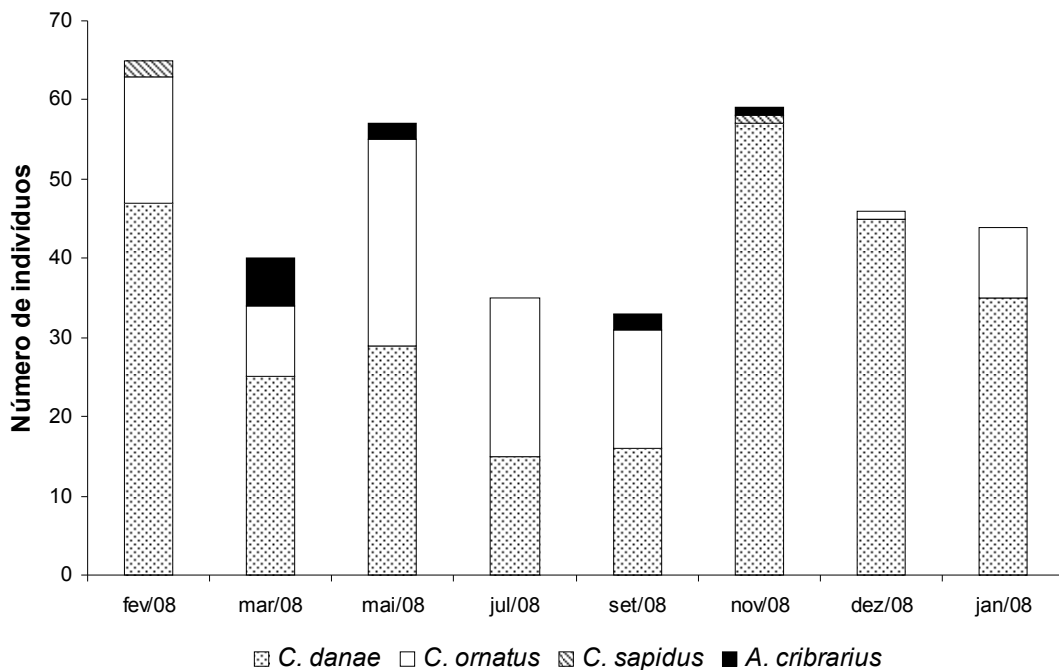


Fig. 9. Portunídeos da região costeira adjacente - Morro do Cristo. Distribuição do número total de indivíduos das espécies.

*Callinectes danae* e *C. sapidus* apresentaram correlação direta com a precipitação mensal para a área costeira ( $r= 0,83$  e  $r=0,73$ , respectivamente) (Apêndice 7). A maior densidade de *C. danae* na região ocorreu no mês de maior precipitação (novembro de 2008) e a ocorrência de fêmeas ovíferas de *C. sapidus* coincidiu também com maiores valores desta variável.

Segundo a análise de BIOENV a precipitação foi a variável abiótica que mais influenciou a distribuição temporal dos siris na região costeira ( $r=0,609$ ); apesar disso os grupos formados na análise de agrupamento e confirmados pela análise de escalonamento multidimensional (MDS) não demonstram um padrão sazonal claro. O grupo III, composto por novembro e dezembro, foram reunidos pela alta abundância de *C. danae*, cuja contribuição foi de 100%. Os grupos I e II apresentaram contribuição significativa de *C. ornatus*. *Arenaeus cribrarius* apresentou alguma contribuição apenas para a formação do grupo II (Figs. 10 e 11) (Tab. VI).

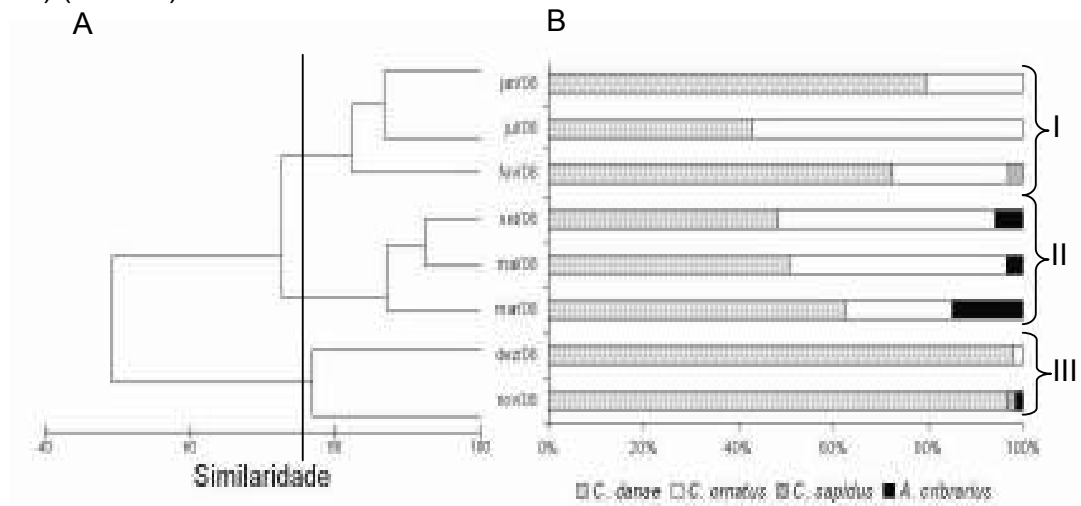


Fig. 10. Portunídeos da região costeira adjacente – Morro do Cristo. Dendrograma da análise de Agrupamento para o número de indivíduos (A) e frequência relativa (B) mensal das espécies. Os grupos I, II e III foram formados com corte ao nível de similaridade de 75%.

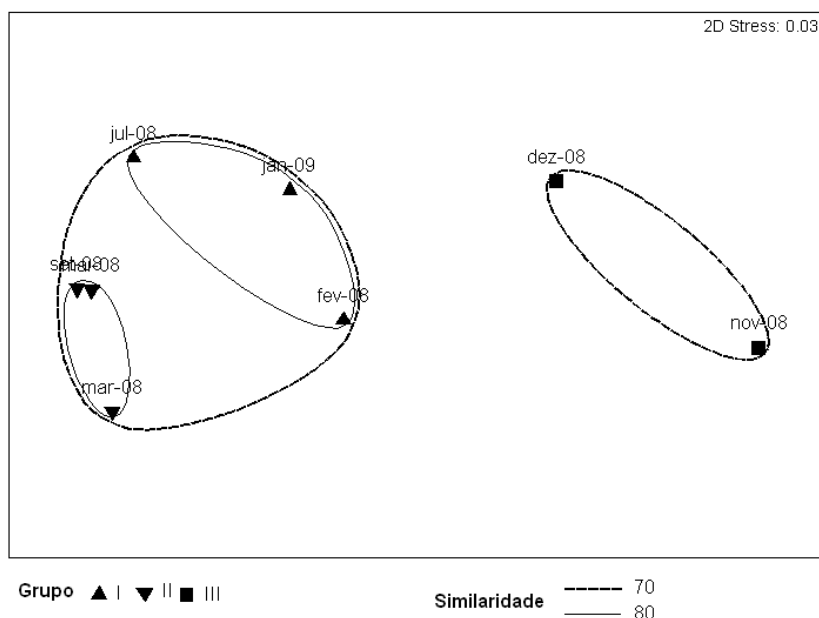


Fig. 11. Portunídeos da região costeira adjacente – Morro do Cristo. Análise de escalonamento multidimensional não-métrica (MDS) do número de indivíduos das espécies nos meses amostrados.

Tab. VI. Portunídeos da região costeira adjacente – Morro do Cristo. Contribuição percentual das espécies para os três grupos formados na análise de Agrupamento (segundo o teste SIMPER).

	Similaridade média do grupo	Contribuição percentual das espécies (%)		
		<i>C. danae</i>	<i>C. ornatus</i>	<i>A. cribrarius</i>
Grupo I	85,01	55,07	44,93	---
Grupo II	89,08	45,48	37,70	16,83
Grupo III	76,81	100,00	---	---

## DISCUSSÃO

A diversidade na tolerância à variação da salinidade, a migração diferencial e a divisão temporal de nichos das espécies, influenciadas pela variação sazonal principalmente da precipitação, influenciaram a distribuição espacial e temporal dos portunídeos na região da Baía de Guaratuba e área costeira adjacente.

Variações de salinidade e temperatura na coluna da água são comuns em estuários, principalmente aqueles com grande aporte de águas fluviais e influência de maré (Grange *et al.*, 2000). A Baía de Guaratuba demonstrou essa estratificação somente para os valores de salinidade, indicando que porções de água do mar permanecem muito tempo sem se dissolver com as águas continentais.

Horizontalmente, a Baía de Guaratuba apresentou-se bastante heterogênea. Houve diferenças significativas na salinidade e na quantidade de oxigênio dissolvido entre as estações de coleta, com os maiores valores próximos à desembocadura da baía seguindo o gradiente relatado por Jakobi (1953).

As temperaturas da água e do ar variaram temporalmente; a salinidade, apesar de não apresentar variação significativa entre os meses, apresentou os menores valores nos meses mais frios e secos. Esta variação sazonal na salinidade é comum, visto que na região ocorrem períodos mais chuvosos no trimestre de dezembro a janeiro, e em épocas secas, o aporte fluvial sobre o estuário é menor propiciando altas salinidades (IAP, 2006).

Dentre as variáveis físico-químicas, a salinidade é apontada como um dos fatores que mais influencia na distribuição das diferentes espécies de siris, principalmente do gênero *Callinectes* (Norse, 1978; Paul, 1982; Buchanan & Stoner, 1988; Carmona-Suárez & Conde, 2002; Carmona-Suárez, 2009). A capacidade de resistir a uma determinada amplitude de salinidade pode afetar a alocação de diferentes espécies de siris, como observado por Norse (1978). Tanto no interior da Baía de Guaratuba quanto na área adjacente, *C. danae* foi a espécie mais abundante, com exceção da estação de coleta mais interna na baía, na qual, *C. sapidus* foi a espécie predominante e onde *C. danae* não ocorreu na maioria dos meses. Com base, também, na análise de BIOENV, a salinidade pode ser então considerada dentre os fatores analisados como o que mais influenciou a distribuição espacial e temporal dos siris no interior da Baía de Guaratuba.

No presente estudo, a quantidade de oxigênio apresentou relação inversa com o número de organismos de *C. sapidus* e *C. bocourti*. Carmona-Suárez & Conde (2002), defendem que, apesar de ser conhecida a adaptação de portunídeos a baixas taxas de oxigênio não há suporte para a idéia de que o

aumento das densidades destes organismos seja devido a diminuições na quantidade de oxigênio dissolvido. Mas, antes, estas diminuições são reflexos ambientais da alta disponibilidade de alimento e mortalidade de invertebrados que necessitam de alta demanda de oxigênio e estão relacionadas com variações sazonais da pluviosidade e temperatura.

A granulometria e o tipo de sedimento são algumas das variáveis mais citadas como importantes na distribuição espacial de portunídeos (Mantelatto, 2000; Guerra-Castro *et al.*, 2007). *Callinectes danae* ocupa principalmente sedimentos finos e lodosos (Chacur & Negreiros-Fransozo, 2001), *A. cribrarius* tem preferência por locais de sedimento arenoso com grãos finos (Pinheiro *et al.*, 1996), *C. ornatus* ocorre em locais com sedimento nos quais o silte prevalece, com grande variedade de granulometrias (Guerra-Castro *et al.*, 2007), e *C. sapidus* apresenta preferência por sedimentos finos, com juvenis habitando preferencialmente áreas vegetadas ou protegidas no hemisfério Norte (Hines, 1978; Meise & Stehlik, 2003). Embora no presente estudo, esta variável não tenha sido considerada, a ocorrência de *A. cribrarius* exclusivamente na área adjacente pode se explicada, também pela granulometria arenosa do referido substrato.

A temperatura atua como importante fator na distribuição temporal, ou seja, na abundância das espécies coletadas no estuário dentre os meses amostrados. Segundo a análise de agrupamento, os três grupos formados no interior da baía, tiveram como base a grande contribuição de *C. danae* e aparentaram alguma relação com a temperatura. O grupo (I) com menores abundâncias totais é formado por meses de temperaturas mais baixas, o grupo II é formado por meses com temperaturas intermediárias e há grande contribuição de *C. sapidus* para formação deste grupo e o grupo III, formado pelos meses de maiores temperaturas é composto por grandes abundâncias de *C. danae*. Na Baía de Ubatuba, SP, a temperatura também foi considerada fator determinante na distribuição temporal de *C. danae* (Chacur & Negreiros-Fransozo, 2001), assim como para *A. cribrarius* em São Vicente (Zangrande *et al.*, 2003), salientando a importância desta variável como fator limitante para portunídeos e determinante, principalmente, das abundâncias sazonais das espécies. A precipitação, também, foi um fator importante na distribuição das espécies, afetando a salinidade das estações de coleta nas diferentes épocas do ano.

Devido à ausência de coleta de dados físico-químicos da região costeira não foi possível realizar inferências sobre a oscilação de abundância dos siris, entretanto, citam-se também a profundidade e o hidrodinamismo como fatores que influenciam a presença/ausência de espécies em áreas costeiras (Carmona-Suárez & Conde, 2002).

A distribuição temporal dos organismos na área costeira esteve relacionada à precipitação principalmente no que diz respeito a *C. danae* e *C. sapidus*, corroborando outros estudos como os de Buchanan & Stoner (1988) e Ortiz-Léon *et al.* (2007). Adicionalmente, muitos citam a existência de padrão de distribuição sazonal de siris ligados a diferentes estações climáticas (Roman-Contreras, 1986; Chacur & Negreiros-Fransozo, 2001; Zangrande *et al.* 2003). Entretanto, observou-se que o padrão de distribuição temporal de *A. cribrarius* e *C. ornatus* não apresentou sazonalidade clara, evidenciando ainda mais a importância de variáveis abióticas pontuais do local de ocorrência das espécies.

Os siris do gênero *Callinectes* são amplamente distribuídos na região neotropical (Williams, 1974). Possuem resistência fisiológica às variações na salinidade (Norse, 1978) e podem ocorrer tanto em bocas de rios, estuários como em regiões costeiras (Williams, 1974; Norse, 1977; Carmona-Suárez & Conde, 2002). Por outro lado, *A. cribrarius* não tolera essa ampla variação salina e é registrado para regiões litorâneas de praias arenosas com alta energia de ondas (Williams, 1984; Carmona-Suárez & Conde, 2002; Guerra-Castro *et al.*, 2007). Esta diversidade na tolerância à variação da salinidade pode explicar a presença de *A. cribrarius* somente na estação Morro do Cristo, e a presença das espécies de *Callinectes*, tanto nas estações estuarinas como na marinha.

A composição específica e as frequências relativas dos siris na Baía de Guaratuba foram semelhantes às da Baía da Babitonga, estuário do norte de Santa Catarina, exceto pela presença de *C. exasperatus* no estuário catarinense (Pereira *et al.*, 2009) e diferentes das encontradas para a Baía de Ubatuba, litoral Norte de São Paulo, onde *C. ornatus* foi a espécie dominante, seguida de *C. danae* e *A. cribrarius* e *Achaelous espinimanus* com ocorrência esporádica de outras seis espécies, incluindo o siri exótico do pacífico *Charybdis helleri* (Mantelatto & Fransozo, 2000). Apesar de já ter sido registrado na área de estudo, o siri introduzido não foi coletado no presente trabalho.

As abundâncias mensais totais foram maiores em fevereiro tanto no interior da baía quanto em mar aberto. No estuário, houve uma queda significativa na abundância de *Callinectes* spp., a qual pode estar relacionada a uma série de fatores como a baixa no metabolismo ou mortalidade causadas pela diminuição da temperatura. Entretanto, estudos que demonstram a influência da mortalidade e da baixa metabólica, causadas por variações térmicas, na abundância de populações de portunídeos foram realizados em temperaturas muito inferiores às encontradas na região de Guaratuba (próximas a 3°C) (Jensen *et al.*, 2005; Jensen & Miller, 2005; Rome *et al.*, 2005). Além disso, o registro de maiores abundâncias de portunídeos no inverno em São Vicente, SP com captura através de espinhel (Severino-Rodrigues *et al.*, 2001), reforçam a idéia que a baixa metabólica e mortalidade não sejam responsáveis pela grande variação temporal dos siris no estuário da Baía de Guaratuba, assim, outras duas hipóteses podem explicar melhor tais variações:

- I. Migração para habitats específicos – com a baixa metabólica causada pela queda da temperatura, os siris migrariam para locais mais protegidos (vegetados, por exemplo) onde ficariam menos expostos à predação, ou migrariam para outros locais em busca de alimento (Heck & Orth, 1980; Wilson *et al.*, 1987, Seitz *et al.*, 2003) ou de águas mais mornas (Meise & Stehlik, 2003). Tais hipóteses devem ser levadas em consideração, visto que, a variedade e a complexidade de habitats ocupados por siris azuis podem ser distintas dentre as regiões devido às suas características geomorfológicas próprias e constituem uma das áreas da biologia destes animais que mais necessitam de estudos (Hines, 2003). Como as coletas dos siris do presente estudo abrangeram apenas quatro estações pontuais no interior e na região costeira da Baía de Guaratuba, a possibilidade de uma migração destes animais para a montante de rios e para micro-habitats complexos não pode ser descartada quando se quer explicar a baixa densidade durante alguns meses.
- II. Sobreposição de nichos e partição espacial e temporal das espécies – Não é raro que espécies simpátricas e congêneres utilizem os mesmos recursos abióticos e bióticos (Maguire, 1973), entretanto espécies

simpátricas que possuem alto grau de sobreposição em alguma dimensão de seus nichos tendem a se separar ao longo de outra dimensão, como o espaço ou tempo (Ebeling & Hixon, 1991). Na Baía de Guaratuba *Callinectes danae* e *C. sapidus* são as espécies dominantes, e demonstram diferenças em sua distribuição espacial (*Callinectes sapidus* predomina na porção mais interna da baía) e temporal (há domínio de *C. danae* em quase todo o período de estudo, entretanto em dezembro e janeiro *C. sapidus* predomina).

Na região costeira, embora as abundâncias tenham sido menores em julho e setembro, a diminuição do número de siris capturados não foi tão marcante quanto no estuário. Tal fato deve-se provavelmente à maior estabilidade das variáveis abióticas bem como à maior homogeneidade da região costeira, e/ou à metodologia de coleta utilizada (o arrasto de fundo), a qual revolve o sedimento e captura inclusive animais enterrados no sedimento (supostamente com baixo metabolismo). A abundância de animais na região costeira (mesmo nos meses frios) fortalece a hipótese de que a queda no número de siris capturados no estuário deve-se principalmente à migração para áreas específicas.

A dominância de *C. danae* em estuários registrada no presente estudo, foi observada também por Buchanan & Stoner (1988) em Laguna Joyuda, Porto Rico, por Carmona-Suárez & Conde (2002) na Ensenada de La Vela, Venezuela, por Severino-Rodrigues *et al.* (2001) no complexo estuarino de São Vicente, SP e por Pereira *et al.* (2009) na Baía da Babitonga, SC, e deve estar relacionada à capacidade de adaptação da espécie às variações de salinidade (Norse, 1978) e à preferência por habitats abrigados de ondas (Carmona-Suárez & Conde, 2002). A alta frequência desta espécie, também, na região costeira, demonstra a sua capacidade de ocupar áreas próximas à costa não abrigadas em estuários como observado em outras populações estudadas (Carmona-Suárez & Conde, 2002; Baptista-Metri *et al.*, 2005) e pode indicar uma sobreposição entre a área de pesca na região e os locais utilizados por fêmeas ovígeras em migração para desova assim como observado por Mantelatto (2000) na Baía de Ubatuba. Assim como descrito para outras espécies do gênero (Williams, 1974; Branco & Lunardon-Branco, 1993; Negreiros-Fransozo & Fransozo, 1995; Pinheiro & Fransozo, 2002), *C. danae* necessita de áreas hipersalinas para a liberação das



larvas e o seu desenvolvimento, possuindo um ciclo de vida com uma fase estuarina e outra costeira (Branco & Masunari, 2000; Chacur & Negreiros-Fransozo, 2001). A presença de grande número de fêmeas ovígeras na região costeira contrastando com a escassez destas e dominância de machos no interior do estuário, indica que *C. danae* da região de Guaratuba apresenta ciclo de vida semelhante ao proposto na bibliografia.

A ocorrência de *C. ornatus* e *A. cribrarius* na região costeira pode ser explicada pela independência de áreas estuarinas no ciclo de vida destas espécies (Williams, 1984; Mantelatto, 2000). A menor frequência de *A. cribrarius* está relacionada com o local de realização dos arrastos, sempre distante das praias e das regiões de alta energia das ondas, as quais são descritas como preferenciais para esta espécie (Williams, 1984).

A preferência de *C. sapidus* por águas hiposalinas registrada no presente estudo concorda com outros autores como Buchanan & Stoner (1988), Hines (2003) e Jensen *et al.* (2005). Além disso, áreas de baixa salinidade são essenciais para o desenvolvimento dos juvenis desta espécie, pois constituem uma estratégia de sobrevivência em ambientes hiposalinos, onde a ocorrência de predadores é menor (Paul, 1982; Posey *et al.*, 2005). Como os juvenis foram capturados raramente no presente trabalho, é possível que os mesmos estivessem concentrados em regiões ainda menos afetadas pelas marés como à montante dos rios que desembocam na Baía de Guaratuba. Entretanto, o método de coleta pode ter selecionado animais a favor daqueles de maior porte.

A área costeira demonstra ser importante para a reprodução de *C. danae* e *C. sapidus*. A baixa frequência de fêmeas ovígeras coletadas da última espécie indica que o sítio de desova desta espécie e de *C. danae* são diferentes; entretanto, cita-se a importância da área costeira para a reprodução da referida espécie, visto que já existem dados consistentes sobre a necessidade de águas salinas para desova e eclosão das larvas desta espécie (Williams, 1974; Epifanio, 1988; Carr *et al.*, 2004; Aguilar, *et al.*, 2005).

A distribuição dos siris na região de Guaratuba está relacionada a variáveis abióticas e a fatores biológicos como a necessidade de migração de fêmeas ovígeras de *C. danae* e *C. sapidus* para desova em áreas salinas. A salinidade demonstrou-se principal fator limitante a distribuição espacial das espécies, e a

sazonalidade (demonstrada por variações na precipitação e temperatura) influenciou a distribuição temporal, principalmente de *C. danae* e *C. sapidus*. Muitas das variações encontradas nos padrões de distribuição espaço-temporal dos siris na região podem estar ainda relacionadas a pontos não contemplados neste estudo como comportamento, migração diferencial entre as categorias demográficas e ocupação de habitats específicos não amostrados.

## REFERÊNCIAS

- AGUILAR, R., HINES, A. H., WOLCOTT, T. G., KRAMER, M. A.; LIPICIUS, R. N. 2005. The timing and route of movements and migration of post-copulatory female blue crabs, *Callinectes sapidus* Rathbun, from the upper Chesapeake Bay. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 319(1): 117-128.
- BAPTISTA, C.; PINHEIRO, M. A. A.; BLANKENSTEYN, A.; BORZONE, C. A. 2003. Estrutura populacional de *Callinectes ornatus* Ordway (Crustacea, Portunidae) no Balneário Shangri-lá, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 20 (4): 661-666.
- BAPTISTA-METRI, C.; PINHEIRO, M. A. A.; BLANKENSTEYN, A. ; BORZONE, C. A. 2005. Biologia populacional e reprodutiva de *Callinectes danae* Smith (Crustacea, Portunidae), no Balneário de Shangri-lá, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 22 (2): 446-453.
- BLANKENSTEYN, A.; MOURA, R. S. 2002. Lista preliminar das espécies da macrofauna de fundos inconsolidados da Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 19(3): 715-721.
- BORNATOWSKI, H.; COSTA, L.; ROBERT, M. C.; PINA, J. V. 2007. Hábitos alimentares de tubarões-martelo jovens, *Sphyrna zygaena* (Carcharhiniformes: Sphyrnidae), no litoral sul do Brasil. **Biota Neotrópica**, 7(1): 213-216.
- BRANCO, J. O.; LUNARDON-BRANCO, M. J. 1993. Aspectos da biologia de *Callinectes ornatus* Ordway, 1563 (Decapoda, Portunidae) da região de Matinhos, Paraná, Brazil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, 36 (3): 489-496.
- BRANCO, J.O.; MASUNARI, S. 2000. Reproductive ecology of the blue crab, *Callinectes danae* Smith, 1869 in the Conceição Lagoon System, Santa Catarina Isle, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, 60 (1): 17-27.
- BUCHANAN, B. A.; STONER, A. W. 1988. Distributional patterns of blue crabs (*Callinectes sp.*) in a tropical estuarine lagoon. **Estuaries**, 11 (4): 231-239.
- CARMONA-SUÁREZ, C. A. 2009. Swimming crab community ecology in an estuarine complex in western Venezuela (Decapoda, Portunidae). **Nauplius**, 17(1): 19-27.
- CARMONA-SUÁREZ, C. A.; CONDE, J. E. 2002. Local distribution and abundance of swimming crabs (*Callinectes spp.* and *Arenaeus cribrarius*) on a tropical arid beach. **Fishery Bulletin**, 100 (1): 11-25.
- CARR, S. D.; TANKERSLEY, R. A.; HENCH, J. L.; FORWARD JR, R. B.; LUETTICH JR, A. 2004. Movement patterns and trajectories of ovigerous blue crabs *Callinectes*

*sapidus* during the spawning migration. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 60 (1): 567-579.

- CHACUR, M. M.; NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. 2001. Spatial and seasonal distributions of *Callinectes danae* (Decapoda, Portunidae) in Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, 21(2): 414-425.
- CHAVES, P. T. C.; VENDEL, A. L. 2001. Nota complementar sobre a composição ictiofaunística da Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 18 (Supl. 1): 349-352.
- EBELING, A. W. & HIXON, M. A. 1991. Tropical and temperate reef fishes: comparison of community structures. In: **The ecology of coral reefs fishes**. Sale, P. F. (editor). London: 509 - 563.
- EPIFANIO, C. E. 1988. Dispersal strategies of two species of swimming crab on the continental shelf adjacent to Delaware Bay. **Marine Ecology – Progress Series**, 49: 243-248.
- FRIGOTTO, S. F.; SERAFIM-JUNIOR, M. 2007. Primeiro registro de *Charybdis hellerii* (Milne Edwards, 1867) (Crustacea) no litoral do estado do Paraná. **Estudos de Biologia**, 29 (67): 227-230.
- GASPAR, M. L. 1981. **Contribuição ao estudo biológico do “siri” *Callinectes danae* Smith, 1869 (Decapoda - Portunidae) do Rio Itiberê (Paranaguá - Paraná)**. Dissertação de mestrado do Curso de Pós Graduação em Zoologia, Universidade Federal do Paraná, 150p.
- GRANGE, N.; WHITFIELD, A. K; VILLIERS, C. J.; ALLANSON, B. R. 2000. The response of two South African east coast estuaries to altered river flow regimes. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, 10: 155-177.
- GUERRA-CASTRO, E.; CARMONA-SUÁREZ, C. A.; CONDE, J. E. 2007. Activity patterns and zonation of the swimming crabs *Arenaeus cribrarius* and *Callinectes ornatus*. **Journal of Crustacean Biology**, 27(1): 49-58.
- HECK, K. L.; ORTH, 1980. Seagrass habitats: the roles of habitat complexity, competition and predation in structuring associated fish and motile macroinvertebrate assemblages. In: Kennedy, V. S. (Ed). **Estuarine Perspectives**: 449–464.
- HINES, A. H. 2003. Ecology of juvenile and adult blue crabs: summary of discussion of research themes and direction. **Bulletin of Marine Science**, 72 (2): 423 - 433.
- IAP. 2006. **Plano de manejo da área de proteção ambiental de Guaratuba**. Curitiba, IAP, SEMA, 259p.

- IBAMA. 1995. **Projeto de co-gestão de manejo ambiental e desenvolvimento comunitário da APA de Guaraqueçaba, Paraná. Comunidades pesqueiras da APA de Guaraqueçaba: uma caracterização sócio-cultural.** Curitiba, IBAMA, SPVS, 53p.
- JAKOBI, H. 1953. Sobre a distribuição da salinidade e do pH na Baía de Guaratuba. **Arquivos do Museu Paranaense**, 10: 3-35.
- JENSEN, O. P.; MILLER, T. J. 2005. Geostatistical analysis of the abundance and winter distribution patterns of the blue crab *Callinectes sapidus* in the Chesapeake Bay. **Transactions of the American Fisheries Society**, 134(1): 1582-1598.
- JENSEN, O. P.; SEPPELT, R.; MILLER, T. J.; BAUER, L. J. 2005. Winter distribution of blue crab *Callinectes sapidus* in Chesapeake Bay: application and cross-validation of a two-stage generalized additive model. **Marine Ecology Progress Series**, 299: 239-255.
- MAGUIRE, JR. B. 1973. Niche response structure and the analytical potentials of its relationship to the habitat. **American Naturalist**, 107 (954): 213 – 246.
- MANTELATTO, F. L. M. & FRANSOZO, A. 1999. Reproductive biology and moulting cycle of the crab *Callinectes ornatus* (Decapoda, Portunidae) from the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. **Crustaceana**, 72 (1): 63-73.
- 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. **Crustacean Issues**, 12: 431-443
- MANTELATTO, F. L. M. & CHRISTOFOLETTI, R. A. 2001. Natural feeding activity of the crab *Callinectes ornatus* (Portunidae) in Ubatuba Bay (São Paulo, Brazil): influence of season, sex, size and molt stage. **Marine Biology**, 138: 585- 594.
- MANTELATTO, F.L. M; ROBLES, R; SCHUBART, C. D.; & FELDER, D. L. 2009. Geographic differentiation and molecular phylogeny of the genus *Cronius* Stimpson, 1860, with reclassification of *C. tumidulus* and several American species of *Portunus* within the genus *Achelous* De Haan, 1833 (Brachyura: Portunidae). In: Martin, J.W., Crandall, K.A. & Felder, D.L. (eds.), **Crustacean Issues 18: Decapod Crustacean Phylogenetics**: 567-579.
- MASUNARI, S. 2006. Distribuição e abundância dos caranguejos *Uca* Leach (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 23 (4): 901-914.
- MEISE, C. J.; STEHLIK, L. L. 2003. Habitat use, temporal abundance variability, and diet of blue crabs from a New Jersey estuarine system. **Estuaries**, 26 (3): 731-745.

- MELO, G. A. S. 1996. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro**. Plêiade/EDUSP, São Paulo, 604p.
- NEGREIROS-FRANZOZO, M. L.; FRANZOZO, A. 1995. On the distribution of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 and *Callinectes danae* Smith, 1869 (Brachyura, Portunidae) in the Fortaleza bay, Ubatuba, Brazil. **Iheringia, Série Zoologia**, 79: 13-25.
- NORSE, E. 1977. Aspects of zoogeographic distribution of *Callinectes* (Brachyura: Portunidae). **Bulletin of Marine Science**, 27(1): 440 – 447.
- NORSE, E. A. 1978. An experimental gradient analysis: hyposalinity as an “upstress” distributional determinant for Caribbean portunid crabs. **Biological Bulletin**, 155(1): 586-598.
- ORTIZ-LÉON, H. J.; JESÚS-NAVARRETE, A; CORDERO, E. S. 2007. Distribución espacial y temporal del cangrejo *Callinectes sapidus* (Decapoda: Portunidae) en la Bahía de Chetumal, Quintana Roo, México. **Revista de Biología Tropical**, 55 (1): 235-245.
- PAUL, R. K. G. 1982. Observations on the ecology and distribution of swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda, Brachyura, Portunidae) in the Gulf of California, Mexico. **Crustaceana**, 42 (1): 96-100.
- PEREIRA, M. J; BRANCO, J. O.; CHRISTOFFERSEN, M. L.; FREITAS, F. JR.; FRACASSO, H. A. A.; PINHEIRO, T. C. 2009. Population biology of *Callinectes danae* and *Callinectes sapidus* (Crustacea: Brachyura: Portunidae) in the south-western Atlantic. **Journal of Marine Biological Association of United Kingdom**, 90 (1): 1-11.
- PINHEIRO, M.A.A. & FRANZOZO, A. 2002. Reproduction of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Brachyura: Portunidae) on the Brazilian coast near 23°30'S. **Journal of Crustacean Biology**, 22 (2): 416-428.
- PINHEIRO, M. A A.; FRANZOZO, A; NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. 1996. Distribution patterns of *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba (SP), Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, 56 (1):705 - 716.
- POSEY, M. H.; ALPHIN, T. D.; HARWELL, H; ALLEN, B. 2005. Importance of low salinity areas for juvenile blue crabs, *Callinectes sapidus* Rathbun, in river-dominated estuaries of southeastern United States. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 319: 81-100.
- ROMAN-CONTRERAS, R. 1986. **Ánalisis de la población de *Callinectes spp.* (Decapoda: Portunidae) en el sector occidental de la Laguna de Terminos, Campeche, Mexico. I. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología**, 13(1): 315-322.

- ROME, M. S.; YOUNG-WILLIAMS, A. C.; DAVIS, G. R.; HINES, A. H. 2005. Linking temperature and salinity tolerance to winter mortality of Chesapeake Bay blue crabs (*Callinectes sapidus*). **Journal of Experimental Biology and Ecology**, 319: 129-145.
- SEITZ, R. D.; LIPCIUS, R. N.; STOCKHAUSEN, W. T.; DELANO, K. A.; SEEBO, M. S.; GERDES, P. D. 2003. Potential bottom-up control of blue crab distribution at various spatial scales. **Bulletin of Marine Science**, 72(2): 471-490.
- SEVERINO-RODRIGUES, E.; GUERRA, D. S. F.; GRAÇA-LOPES, R. 2002. Carcinofauna acompanhante da pesca dirigida ao camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) desembarcada na praia do Perequê, Estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto da Pesca**, 28(1): 33 – 48.
- SEVERINO-RODRIGUES, E.; PITA, J. B.; GRAÇA-LOPES, R. 2001. Pesca artesanal de siris (Crustacea, Decapoda, Portunidae) na região estuarina de Santos e São Vicente (SP), Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 27(1): 7-19.
- TAISSON, E. 1973. Los cangrejos de la familia “Portunidae” (Crustáceos Decápodos Brachyura) em el occidente de Venezuela. **Boletim del Centro de Investigaciones Biológicas**, Universidad del Zulia, 8: 9- 76.
- VAN ENGEL, W. A. 1958. The blue crab and its fishery in Chasepeake bay. Part 1. Reproduction, early development, growth and migration. **Commercial fisheries Review**, 20(6): 6-17.
- WILLIAMS, A. B. 1974. The swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda: Portunidae). **Fishery Bulletin**, 72(3): 685-798.
- WILLIAMS, A. B. 1984. **Shrimps, lobsters and crabs of the Atlantic coast of the eastern United States, Maine to Florida**. Smithsonian Institution Press, 550 p.
- WRIGHT, R. A.; CROWDER, L. B.; MARTIN, T. H. 1996. Selective predation by blue crabs on the gastropod, *Bittium varium*: confirmation from opercula found in the sediments. **Estuaries**, 19(1): 75-81.
- ZANGRANDE, C. M.; SANT’ANNA, B. S.; REIGADA, A. L. D. 2003. Distribuição de *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818), (Decapoda, Brachyura), no complexo Baía-Estuário de São Vicente (SP), Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 29(2): 133-138.

## CAPÍTULO II

### BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Callinectes danae* Smith, 1869 NA BAÍA DE GUARATUBA E ÁREA COSTEIRA ADJACENTE

#### RESUMO

Foram estudados os parâmetros populacionais e a maturidade sexual de *Callinectes danae* na Baía de Guaratuba (25°52'S e 48°43'W - 25°51'S e 48°33'W) e região costeira adjacente, PR, Brasil. Os siris foram obtidos com espinheis e gerival em três estações de coleta no interior da baía: Ilha da Coroa Grande, Ilha do Araçá e Ilha da Sepultura (seguindo o gradiente crescente de salinidade) e com arrasto de fundo realizado por um pescador profissional em uma quarta estação em mar aberto. As coletas foram realizadas de fevereiro de 2008 a janeiro de 2009, com amostragens bimestrais do final do outono ao início da primavera, e mensais do final da primavera até o início do outono. Os siris tiveram o sexo e os estágios de maturação morfológica e gonadal reconhecidos e as larguras da carapaça na base (LCB) e na ponta dos últimos espinhos laterais (LCE) medidas. A temperatura média mensal do ar na região de Guaratuba variou de 18,5 °C (set/2008) a 24,9 °C (fev/2008) e a precipitação entre 23,2mm (jul/2008) e 685,6mm (nov/2008). Foram capturados 451 exemplares de *C. danae*, dos quais 182 no interior da baía e 269 na área costeira adjacente. A abundância total dos organismos foi diretamente relacionada com a temperatura média mensal do ar. Machos predominaram no interior da baía, enquanto que fêmeas adultas e fêmeas ovígeras, na área costeira. Fêmeas não ocorreram na Ilha da Coroa Grande, machos adultos e fêmeas em tamanho de maturação foram mais freqüentes na Ilha do Araçá, juvenis constituíram a maioria na Ilha da Sepultura e na estação costeira, juvenis pequenos foram ausentes com dominância de fêmeas em estágio avançado de maturação gonadal e ovígeras. Machos apresentaram maior média de tamanho e maior classe modal do que as fêmeas. A maturidade morfológica de fêmeas foi estimada em 54,59mm LCB com o método da curva logística e em 54,37mm com o método do crescimento relativo, enquanto o tamanho em que ocorre a maturação gonadal de fêmeas foi de 55,45mm LCB. Para machos, estes valores foram respectivamente, 70,03mm, 68,86mm e 71,15mm LCB. A população de *C. danae* na Baía de Guaratuba e adjacências apresenta um ciclo de vida com uma fase estuarina e outra costeira, os machos atingem maturidade sexual em tamanho superior ao das fêmeas e as maturidades sexuais morfológicas e gonadais, de ambos os sexos, ocorrem sincronicamente.

Palavras chave: reprodução, crescimento relativo, maturidade fisiológica, maturidade morfológica

#### ABSTRACT

**Reproductive biology of the blue crab *Callinectes danae* Smith, 1869 from Guaratuba Bay and adjacent coastal area, Paraná State, southern Brazil.** Population parameters and the sexual maturity of the blue crab *Callinectes danae*



were studied in a population living in Guaratuba Bay (25 ° 51'S and 48 ° 33'W - 25 ° 52'S and 48 ° 43'W) and adjacent coastal region, Paraná State, Brazil. Crabs were obtained with bottom longlines (locally called “espinhel”) and a handmade drag net (locally called “gerival”) at three collection sites inside the bay (Coroa Grande Island, Araçá Island and Sepultura Island) that are located along an increasing gradient of salinity. Another collection site was established in the open sea, near the mouth of the bay, where crabs were caught with trawling by a professional fisherman. Crab collection was carried out from February 2008 to January 2009, with bimonthly sampling from the end of autumn to early spring and monthly sampling from late spring to early autumn. The crabs' sex and stage of morphological and gonadal maturation were recognized. Carapace width between last lateral spines' base (CWB) and between their tips (CWT) was measured. The monthly air temperature average in Guaratuba municipality ranged from 18.5 ° C (Sep/2008) to 24.9 ° C (Feb/2008) and total precipitation from 23.2 mm (Jul/2008) to 685.6 mm (Nov/2008). A total of 451 crabs were obtained, of which 182 inside of the bay and 269 in the adjacent coastal area. The oscillation of total abundance was directly related to the oscillation of monthly air temperature average. Males predominated inside the bay, whereas adult females (including ovigerous ones) in the coastal area. Females were absent in Coroa Grande Island, mature adults were more frequent in Araçá Island, juveniles constituted the majority in Sepultura Island, and in the coastal station, small juveniles were absent and females in advanced stages of gonadal maturation and ovigerous females dominated. Males had average size greater than females'. Females' morphologic maturity was estimated in 54.59 mm CWB with the logistic curve method, and in 54.37 mm CWB with the relative growth method, while gonadal maturity was attained in 55.45 mm CWB. For males, these values were respectively 70.03 mm, 68.86 mm and 71.15 mm CWB. The population of *C. danae* in Guaratuba Bay and adjacent area presents a life cycle with coastal and estuarine phases, where males attain sexual maturity in larger sizes than females, and both morphological and gonadal sexual maturities occur synchronously in males and females.

Key words: reproduction, relative growth, physiologic maturity, morphologic maturity

## INTRODUÇÃO

Estudos sobre parâmetros populacionais tais como distribuição espacial e temporal, período reprodutivo, razão de sexos, composição de tamanho dos indivíduos e maturidade sexual, dentre outros, são essenciais para avaliação de recursos pesqueiros de espécies de importância comercial e devem ser realizados periodicamente, pois, as densidades dessas espécies são dependentes das taxas de mortalidade causadas pela pesca (King, 1995).

Atualmente, a permissão da captura de siris com tamanho mínimo de 12 cm de largura da carapaça e a proibição da pesca de fêmeas ovígeras constituem as únicas ações de manejo efetuadas pelo IBAMA (IBAMA, 1983) para a preservação das populações naturais destes animais. Este procedimento tem sido criticado em função das alterações da proporção de sexos e da estrutura de tamanho dos machos provocadas pela remoção seletiva de indivíduos maiores da população (Smith & Jamieson, 1991; Jivoff, 2003). Apesar desta fragilidade, o estabelecimento de um tamanho mínimo legal de captura ainda é a medida de manejo mais amplamente utilizada para a pesca de crustáceos (Tallack, 2007), visto que, outras ações como a delimitação de áreas específicas para pesca e a criação de períodos de defeso são recebidas com maior resistência social e política.

O tamanho mínimo de captura de crustáceos é determinado com base em estudos de estimativa do tamanho em que estes animais atingem a maturidade sexual, os quais são comumente realizados através de dois métodos: 1) obtenção do  $L_{50}$  (tamanho em que um indivíduo tem igual probabilidade de ser juvenil ou adulto) em curvas logísticas e 2) obtenção de pontos de inflexão em curvas de crescimento relativo baseados na mudança da taxa de crescimento de estruturas morfológicas relacionadas com a reprodução (largura do abdômen das fêmeas e comprimento das quelas em machos) durante a muda da puberdade (Hartnoll, 1978). Como as estimativas resultantes das diferentes metodologias nem sempre são coincidentes, a utilização de mais de um método para tal finalidade torna-se necessária para um manejo adequado das espécies (Haefner, 1990; Leme, 2005).

*Callinectes danae* Smith, 1869 tem ampla distribuição geográfica no Atlântico Ocidental, ocorrendo da Flórida ao Sul do Brasil, no Rio Grande do Sul. Habita águas bem rasas da zona do entremarés até 75 m de profundidade, tanto em habitats marinhos como estuarinos, perto da desembocadura de rios e ao largo de manguezais (Melo, 1996).

No Brasil, apesar da existência um grande potencial pesqueiro para as espécies do gênero *Callinectes*, a captura desses siris ainda é praticada de forma artesanal por pequenas comunidades pesqueiras distribuídas por todo o litoral. Essa dispersão do esforço de pesca e a inexistência de uma rede de coleta de dados de produção pesqueira bem definida impedem a consolidação de

estatísticas seguras, e não permitem estimar o volume real de desembarque desses crustáceos no país (Severino-Rodrigues *et al.*, 2001).

Dentre os portunídeos ocorrentes no litoral paranaense, *Callinectes danae* é a espécie mais abundante na Baía de Guaratuba e região marinha adjacente (v. Cap. I). Entretanto, os aspectos reprodutivos das populações desta baía são desconhecidos. No Paraná, somente Gaspar (1981) estudou o crescimento e a biologia reprodutiva deste siri no Rio Itiberê em Paranaguá e Baptista-Metri *et al.* (2005) estudaram a biologia populacional e reprodutiva no Balneário Shangri-lá, em Pontal do Paraná.

Em outros estados, *C. danae* foi estudado sob aspectos variados como a biologia (Branco & Masunari, 1992; Baptista-Metri *et al.*, 2005), a reprodução (Pita *et al.*, 1985; Barreto *et al.*, 2006), o crescimento (Branco & Masunari, 1992), mortalidade (Keunecke *et al.*, 2008) e a distribuição espacial (Pita *et al.*, 1985; Chacur & Negreiros-Fransozo, 2001).

O objetivo do presente trabalho é descrever a estrutura populacional e estimar o tamanho da primeira maturação sexual da população de *C. danae* ocorrente na Baía de Guaratuba e área costeira adjacente através dos métodos de maturação morfológica e gonadal e de crescimento relativo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Exemplares de *C. danae* foram coletados no interior da Baía de Guaratuba e na área costeira adjacente no período de um ano. As metodologias das coletas estão descritas no Capítulo I da presente Dissertação.

Depois de identificados, os siris tiveram o sexo e sua maturação morfológica reconhecidos com base na forma e aderência do abdômen: (1) juvenil com abdômen ainda aderido ao cefalotórax e (2) adulto com abdômen livre e em formato arredondado nas fêmeas e de “t” invertido nos machos. A largura da carapaça foi mensurada na distância entre as pontas dos últimos espinhos laterais (LCE) e na distância entre as bases dos mesmos (LCB). Também, foram medidos o comprimento do própodo de ambos os quelípodos dos machos (CQE,

CQD: comprimento da quela esquerda e direita, respectivamente) e a largura do abdômen das fêmeas (LA) na altura do 4º segmento abdominal.

Os estágios de maturação gonadal foram identificados de acordo com Costa & Negreiros-Fransozo (1998) e Barreto *et al.* (2006), os quais levam em consideração a coloração e o formato das gônadas e a porcentagem da cavidade torácica ocupada pelas mesmas em relação ao hepatopâncreas (tab. I). Para estudo da maturidade os siris com gônadas imaturas e rudimentares foram considerados juvenis. O teste G foi utilizado para testar as diferenças de 1:1 na proporção de sexos.

Tab. I. *Callinectes danae*. Estágios de maturação gonadal (Adaptado de Costa & Negreiros-Fransozo (1998)).

Estágio de maturação		Descrição da gônada
<b>Fêmeas</b>		
IM	Imatura	Gônadas não diferenciadas
RU	Rudimentar	Gônada filamentosa com coloração amarelo-parda
DE	Em desenvolvimento	Gônadas com coloração amarelo claro, taxa entre gônada e hepatopâncreas é de aproximadamente 1:8
IN	Intermediária	Gônadas com coloração laranja brilhante. A taxa entre gônada e hepatopâncreas é de 1:2. Ovário apresenta lobos
AV	Avançada	Ovário ocupando quase toda cavidade torácica. Coloração laranja brilhante com lobos bem desenvolvidos
<b>Machos</b>		
IM	Imaturo	Gônadas não diferenciadas
RU	Rudimentar	Vasos deferentes observados próximo ao estômago. Gônadas transparentes com coloração amarela-parda
DE	Em desenvolvimento	Testículos visíveis na região ântero-lateral. Vasos deferentes podem ser divididos em 2 regiões. Taxa entre gônada e hepatopâncreas é de aproximadamente 1:4
DD	Desenvolvido	Vasos deferentes apresentam 3 regiões distintas. A taxa entre gônada e hepatopâncreas é de 1:2

Os siris foram distribuídos em 10 classes de LCB com amplitude de 8mm cada. O número de classes utilizado no histograma foi estimado segundo a diretriz de Sturges (1926).

Para determinar o  $L_{50}$  morfológico e gonadal utilizou-se a curva logística, considerando a largura da carapaça como variável independente e a maturação como variável dependente binária, para a qual se atribuiu o valor 0 para indivíduos imaturos e 1 para maduros, conforme Barreto *et al.* (2003). Com a equação da curva logística resultante da relação acima mencionada, calculou-se o  $L_{50}$  como a largura da carapaça em que um indivíduo possui igual probabilidade de ser imaturo (0) ou maduro (1), ou seja, o valor dado à variável dependente (maturação) foi igual a 0,5 .

No estudo do crescimento relativo, os dados foram linearizados através de transformação logarítmica. Os valores de  $b$  obtidos nas equações lineares foram utilizados para a determinação do nível de alometria dos caracteres sexuais: o teste  $t$  foi utilizado para determinar se houve diferença significativa entre o valor de  $b$  e 1, pois se  $b=1$  há ausência de alometria (isometria), se  $b>1$  há alometria positiva (dimensão de caráter sexual cresce mais que a LCB) e se  $b<1$  a alometria é negativa (dimensão de caráter sexual cresce menos que LCB) (Tessier, 1960; Hartnoll, 1978). Depois de calculado o ponto de inflexão (mudança na inclinação ou valor de  $b$  das retas), a diferença entre as retas (intercepto e coeficiente de correlação) de juvenis e adultos foi testada com a análise de covariância (ANCOVA).

Dados de temperatura média e precipitação total mensal foram utilizados para as análises de correlação do número de organismos com tais variáveis abióticas. Estes dados foram disponibilizadas pelo Instituto Tecnológico SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná).

A linearização, regressões e obtenção de pontos de inflexão foram realizados com o auxílio do programa Regrans® e a análise de covariância, curva logística, teste  $G$ , Kruskal Wallis e teste  $t$  no programa Statistica7.0®.

## RESULTADOS

A precipitação na região estudada oscilou entre 23,2mm (julho) e 685,6mm (novembro) e a temperatura média variou entre 18,5°C (setembro) e 24,9°C

(fevereiro), há a ocorrência de um período frio e seco de maio a setembro de 2008.

Foram capturados 451 exemplares de *C. danae*, dos quais 182 no interior da Baía de Guaratuba e 269 na área costeira adjacente, ao largo do Morro do Cristo, Guaratuba, PR. No interior da baía os machos (n=122) predominaram sobre as fêmeas (n=60), enquanto que na área costeira o número de fêmeas (n=187) foi superior ao de machos (n=82). Foram coletadas 56 fêmeas ovíferas na área costeira e apenas três no interior do estuário.

No interior do estuário as maiores abundâncias da espécie foram registradas de fevereiro e março com queda abrupta nos demais meses, para a área costeira há ocorrência de um pico em fevereiro e outro em novembro e não há uma oscilação tão grande no número de siris entre os meses amostrados. A abundância de siris na área costeira apresentou correlação positiva com a precipitação mensal ( $r=0,83$ ) e a abundância total dos organismos (estuário e área costeira) foi diretamente relacionada com a temperatura média mensal ( $r=0,76$ ).

Machos adultos predominaram significativamente em relação aos juvenis em fevereiro ( $G=12,66$ ) e março ( $G=10,70$ ) no interior da baía e em maio ( $G=5,06$ ) na área costeira, juvenis foram ausentes somente em maio de 2008 na baía e em julho e setembro na área costeira. Fêmeas adultas predominaram em fevereiro ( $G=3,98$ ) no interior da baía e em quase todos os meses na região costeira com ausência de juvenis em maio, novembro e dezembro no estuário e em maio e julho em mar aberto.

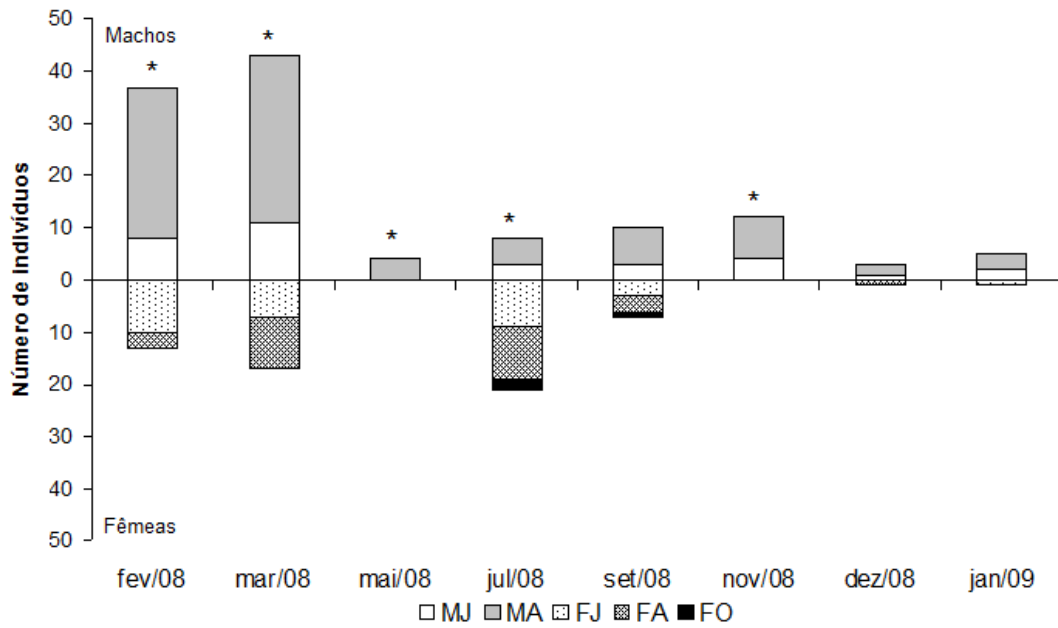


Fig. 1. *Callinectes danae*. Número de machos juvenis (MJ) e adultos (MA) e fêmeas juvenis (FJ), adultas (FA) e ovíferas (FO) no interior da Baía de Guaratuba. \* Diferença significativa na proporção dos sexos.

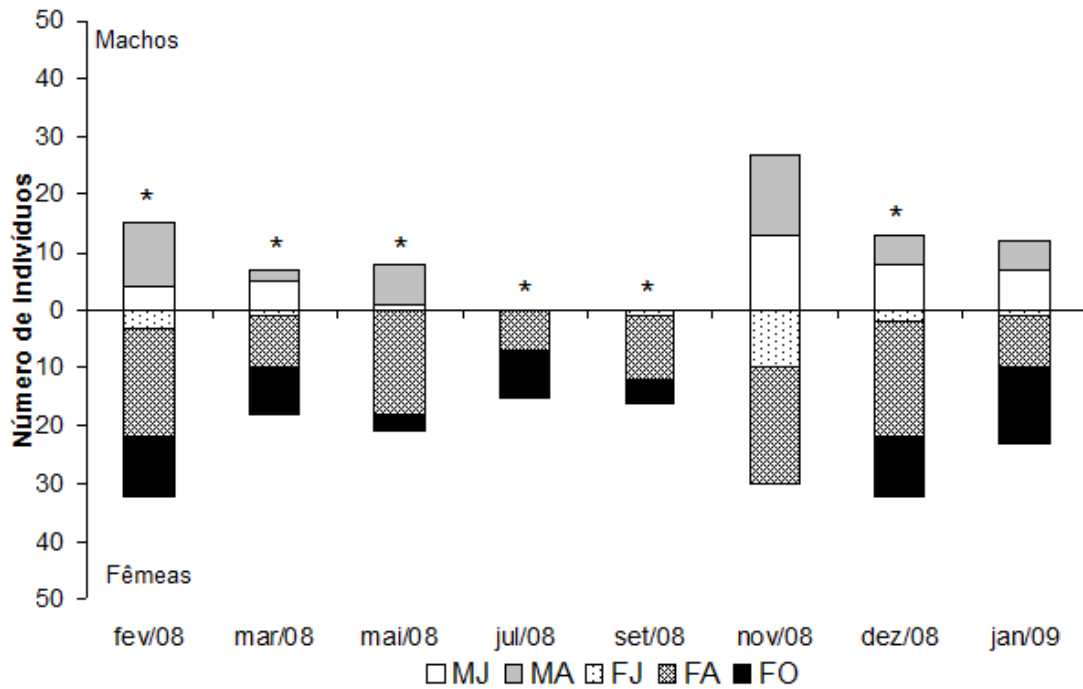


Fig. 2. *Callinectes danae*. Número de machos juvenis (MJ) e adultos (MA) e fêmeas juvenis (FJ), adultas (FA) e ovíferas (FO) na região costeira adjacente à Baía de Guaratuba - Morro do Cristo. \* Diferença significativa na proporção dos sexos.

A proporção de sexos esteve a favor dos machos na maioria dos meses na área estuarina e a favor das fêmeas na área costeira adjacente. A frequência relativa de machos nas estações de coleta decresce com a proximidade com o oceano (Fig. 3).

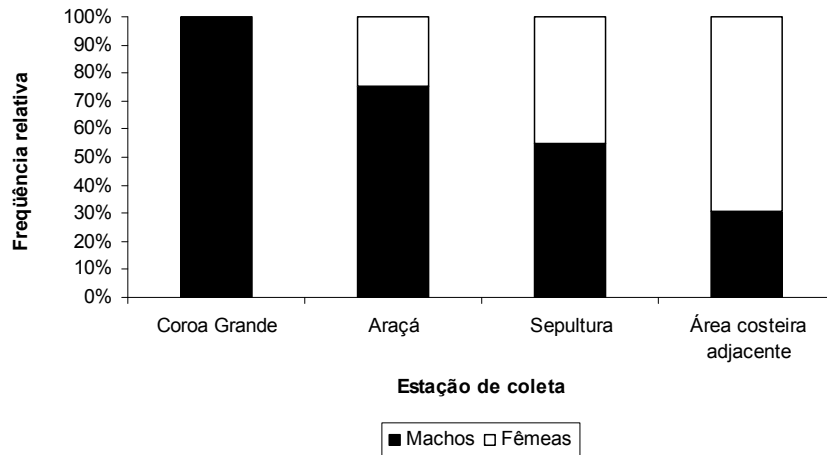


Fig. 3. *Callinectes danae*. Frequência relativa de machos e fêmeas nas estações de coleta no interior da Baía de Guaratuba e na área costeira adjacente.

Machos com gônadas desenvolvidas foram encontrados tanto no interior da baía quanto na região costeira, e estiveram presentes em todos os meses de coleta em pelo menos uma das estações. Por outro lado, machos com gônadas imaturas foram raros nas estações mais internas da Baía de Guaratuba. A frequência relativa de machos com gônadas imaturas e em desenvolvimento e desenvolvidas permaneceu constante durante os meses. Fêmeas em estágio avançado de maturação gonadal foram raras no interior da Baía de Guaratuba, enquanto em mar aberto ocorreram em todos os meses amostrados (Fig. 4).



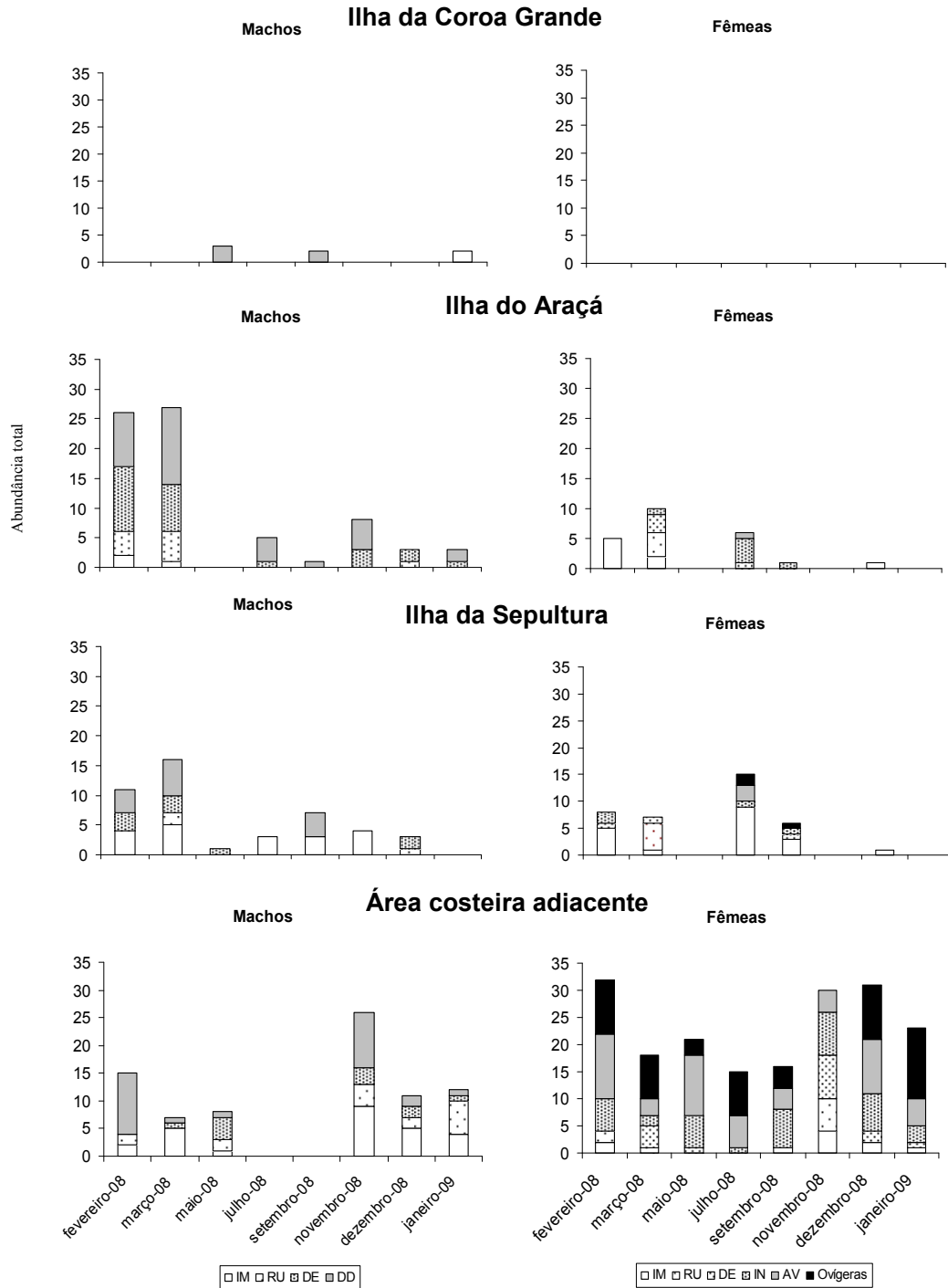


Fig. 4. *Callinectes danae*. Freqüência absoluta de machos e fêmeas em diferentes estágios de maturação gonadal nas estações de coleta. Estágio de desenvolvimento gonadal: Gônada imatura (IM), rudimentar (RU), em desenvolvimento (DE) para machos e fêmeas e desenvolvidas (DD) nos machos e intermediárias (IN) e avançadas (AV) nas fêmeas. Fêmeas ovígeras foram separadas para esta análise.

Fêmeas ovígeras ou com gônadas em estágio avançado de maturação ocorreram constantemente ao longo do ano, com dois picos de frequência relativa em maio de 2008 e janeiro de 2009 (Fig. 5). O número de fêmeas ovígeras e em estágio avançado de maturação não apresentou correlação significativa com a temperatura ( $r=0,39$ ) e nem com a precipitação ( $r=0,67$ ).

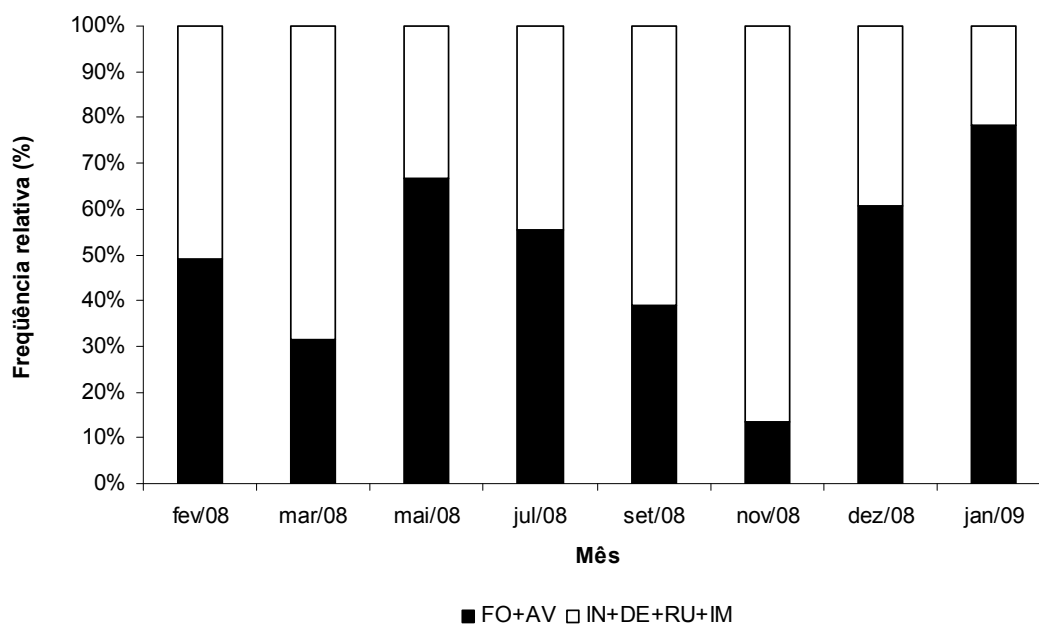


Fig. 5. *Callinectes danae*. Frequência relativa mensal de fêmeas ovígeras (FO) e em estágio avançado de maturação gonadal (AV) em relação à frequência de fêmeas com gônadas imaturas (IM), rudimentares (RU) ou intermediárias (IN) na região de Guaratuba.

A largura da carapaça dos machos variou de 21 a 95,86mm com média de  $71,94 \pm 14,32$ mm, enquanto as fêmeas apresentaram LCB de 29,27mm a 79,51mm, com média de  $62,68 \pm 10,13$ mm (Tab. II). Houve diferença significativa no tamanho dos indivíduos das diferentes categorias demográficas ( $H=93,72$ ). Machos foram significativamente maiores que fêmeas não ovígeras ( $p < 0,0001$ ) e ovígeras ( $p=0,0002$ ), e estas, por sua vez, foram maiores que as fêmeas não ovígeras ( $p=0,0037$ ). A média da largura na carapaça dos machos foi menor na Ilha da Sepultura (estação mais externa da baía), entretanto, segundo o teste a posteriori de Student-Newman-Keuls somente a Ilha do Araçá foi significativamente diferente das estações Sepultura ( $p=0,0013$ ) e Morro do Cristo (região costeira) ( $p=0,0006$ ). As fêmeas da área costeira adjacente mostraram

uma média da largura da carapaça maior que as das estações interiores à baía (H=32,57).

Tab. II. *Callinectes danae*. Valores mínimos, máximos, média e desvio padrão da largura da carapaça (LCB) de machos, fêmeas e fêmeas ovígeras nas estações de coleta na região de Guaratuba.

	LCB Machos				LCB Fêmeas				LCB Fêmeas ovígeras			
	Min.	Máx.	Média	DP	Min.	Máx.	Média	DP	Min.	Máx.	Média	DP
Ilha da Coroa												
Grande	38,77	93,82	71,15	17,16	----	----	----	----	----	----	----	----
Ilha do												
Araçá	27,73	93,35	76,64	12,00	40,33	73,29	56,65	8,69	----	----	----	----
Ilha da												
Sepultura	21,00	88,25	66,08	19,35	29,27	73,21	50,62	15,28	66,91	72,14	69,18	2,67
Área costeira												
adjacente	47,81	95,86	71,20	11,30	44,67	77,91	64,62	7,60	51,12	79,51	67,19	6,47
Total	21,00	95,86	71,94	14,33	29,27	77,91	61,11	11,02	51,12	79,51	67,29	6,33

No interior da baía machos ocorreram em todas as classes de tamanho e na área costeira foram ausentes nas menores classes (de 20 a 44 mm). A classe modal da largura da carapaça (LCB) dos machos no interior da baía (76 – 84 mm) foi maior que na área costeira adjacente (68-76mm). Fêmeas não apresentaram uma moda bem definida no interior da baía, enquanto que na região marinha, esta foi representada pela classe modal de 60-68mm (Fig. 6).

Na população como um todo, machos apresentaram classe modal maior do que as fêmeas e estiveram distribuídos em todas as classes de tamanho. Fêmeas ovígeras foram ausentes nas primeiras três classes de tamanho (menores) e nas duas últimas (maiores) (Fig. 6).

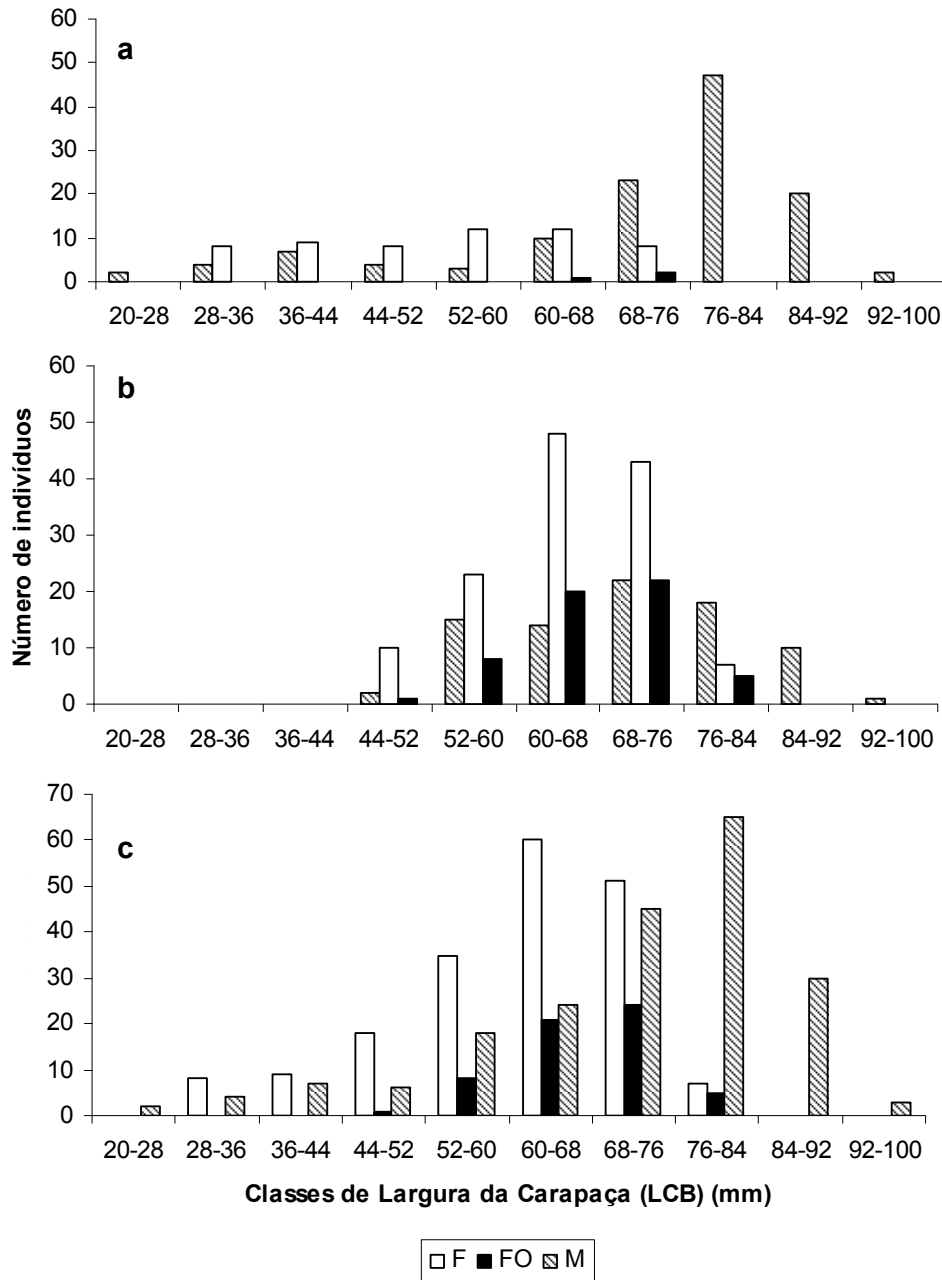


Fig. 6. *Callinectes danae*. Distribuição de freqüência absoluta de machos (M), fêmeas não-ovíferas (F) e fêmeas ovíferas (FO) nas diferentes classes de tamanho dos siris no interior da Baía de Guaratuba (a), na área costeira adjacente (b) e na região de Guaratuba como um todo (c) (área costeira e estuário).

Machos e fêmeas juvenis ocorreram em todas as estações de coleta, entretanto as estações da Ilha do Araçá e Sepultura apresentaram as maiores amplitudes de LCB de juvenis com maiores freqüências relativas destes na

Sepultura. Na área costeira, os indivíduos juvenis estão presentes, mas nunca nas menores classes de LCB. A Ilha do Araçá tem as maiores frequências de machos adultos e a classe modal das fêmeas nesta região coincide com a classe que incluía LCB de maturação destas. Na região costeira, as fêmeas maduras predominam (Fig. 7).

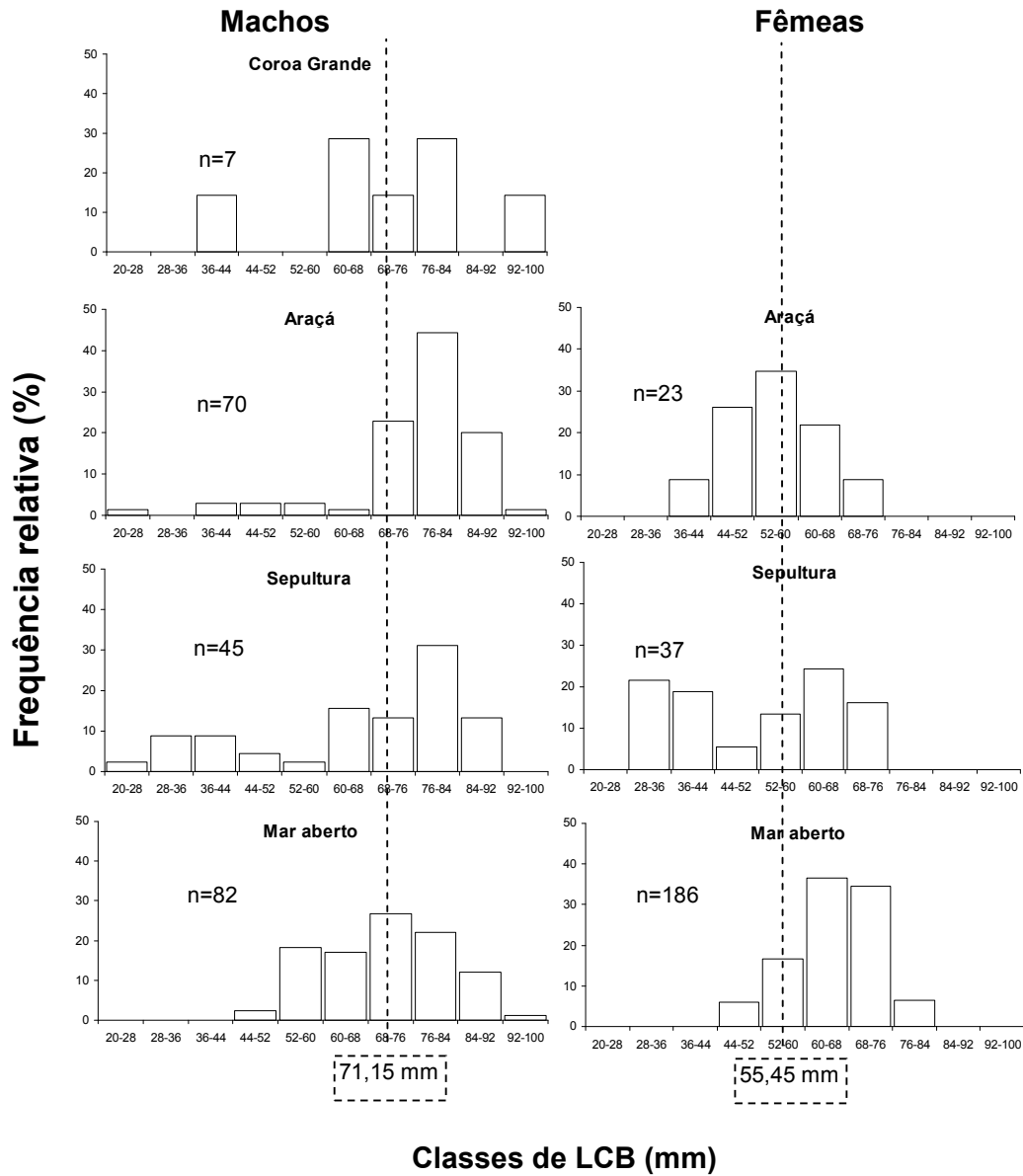


Fig. 7. *Callinectes danae*. Distribuição de frequência relativa de machos e fêmeas nas classes de LCB das estações de coleta na região de Guaratuba. As linhas pontilhadas indicam a maturação gonadal de ambos os sexos.

A relação entre a largura da carapaça na ponta e na base dos últimos espinhos laterais demonstrou-se forte ( $r^2=0,9813$ ) e pode ser expressa com a seguinte equação linear:

$$LCB=0,7567LCE+0,9375$$

### **Tamanho da primeira maturação**

O  $L_{50}$  morfológico dos machos foi de 70,03mm, pouco inferior que o fisiológico, de 71,15mm. Para as fêmeas, a diferença entre os dois  $L_{50}$  foi menor do que 1 mm: 54,59mm e 55,45mm, respectivamente (Fig. 8). Três machos morfológicamente adultos possuíram a LC menor que o valor de  $L_{50}$  obtido para maturidade morfológica e cinco deles tem LC menor que a determinada pelo  $L_{50}$  fisiológico. Três fêmeas maduras morfológicamente apresentaram LC menor que o  $L_{50}$  morfológico, enquanto que sete apresentaram LC menor que o  $L_{50}$  fisiológico.

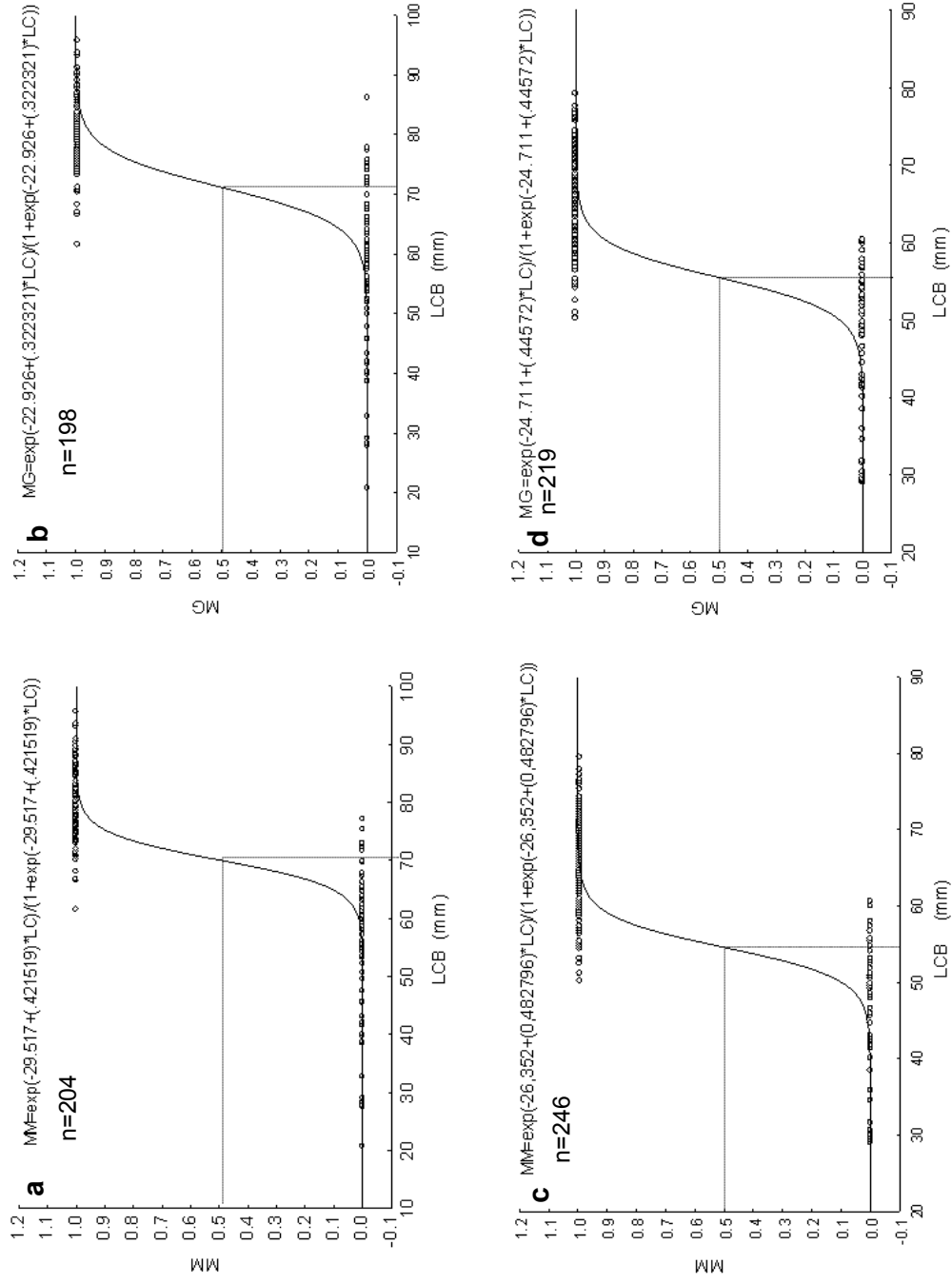


Fig. 8. *Callinectes danae*. Probabilidade de maturação sexual morfológica (MM) e gonadal (MG) de machos (a e b) e fêmeas (c e d) na Baía de Guaratuba e adjacências. LCB: largura da carapaça na base dos últimos espinhos laterais.

## Crescimento relativo

A largura do abdômen (LA) das fêmeas variou de 6,5 mm a 31,17mm, com média de  $22,47 \pm 5,62$ mm. No gráfico de dispersão dos pontos empíricos da relação LCBxLA, houve um ponto de inflexão em 54,37mm LCB (Tab. III e Fig. 9). Quando consideradas juvenis e adultas, o crescimento da LA foi alométrico positivo, entretanto quando estas parcelas são analisadas separadamente, juvenis apresentaram crescimento isométrico e as adultas alométrico positivo, indicando uma maior taxa de crescimento do LA em fêmeas adultas. O referido gráfico de dispersão evidencia o salto entre a reta das juvenis e a das adultas, ainda que os interceptos de ambas retas não sejam estatisticamente diferentes ( $F=0,4198$ ,  $p=0,5249$ ) (Fig. 9). A maior fêmea imatura apresentou 60,65mm LCB, enquanto que a menor fêmea matura apresentou 50,35mm, considerando tanto o critério morfológico quanto o gonadal.

O número de machos com a maior quela direita (aqui denominados destros) (57) foi significativamente maior que a de machos com maior quela esquerda (sinistros) (29) ( $G=9,28$ ,  $p<0,05$ ), entretanto não houve diferença nas médias do comprimento dos própodos dos quelípodos (quelas) direitos ( $46,13 \pm 12,82$ mm) e esquerdos ( $47,75 \pm 12,55$ mm) dos machos ( $t=0,97$ ;  $p=0,17$ ). O menor comprimento de própodo dos quelípodos foi de 11 mm e o maior 70,85mm. As quelas direitas apresentaram crescimento alométrico positivo na curva para o total dos indivíduos e para juvenis e adultos separadamente, com maior declividade nos adultos indicando uma maior taxa de crescimento após a maturidade. O mesmo ocorreu com a relação entre a LCB e a maior quela de cada animal. A quela esquerda apresentou crescimento alométrico positivo em toda a população e nos juvenis, adultos mostraram ausência de alometria no crescimento relativo deste caráter. O ponto de inflexão para as relações entre LCB e comprimento das quelas foi semelhante para as curvas geradas pelas relações entre LCB e comprimento da quela direita e comprimento da maior quela, e maior na curva gerada com a relação da LCB e o comprimento da quela esquerda. Somente a relação com a quela direita não gerou retas de juvenis e adultos com interceptos diferentes. O coeficiente de regressão entre juvenis e



adultos foi diferente em todas as relações entre tamanho do corpo e das quelas (tabs. III e IV).

Tab. III. *Callinectes danae*. Crescimento relativo de machos e fêmeas na região de Guaratuba. Ponto de inflexão das curvas de juvenis e adultos (PI), número de indivíduos mensurados (n), valor do intercepto da equação linear logaritimizada (a), valor da inclinação da equação linear logaritimizada (b), coeficiente de determinação ( $r^2$ ), crescimento e valor do teste t para a declividade (t).

Relação	PI		n	a	b	$r^2$	Crescimento	t
Fêmeas(LCxLA)	54,37	Total	242	-1,54	1,61	0,9	Alométrico +	17,64
		LC<PI	42	-0,74	1,1	0,77	Isométrico	1,05
		LC>PI	200	-0,99	1,31	0,7	Alométrico +	5,11
Machos (LCxQE)	76,47	Total	166	-0,71	1,29	0,97	Alométrico +	15,17
		LC<PI	67	-0,54	1,18	0,97	Alométrico +	7,57
		LC>PI	99	-0,32	1,08	0,59	Isométrico	0,91
Machos (LCxQD)	70,34	Total	87	-0,71	1,29	0,97	Alométrico +	11,76
		LC<PI	34	-0,44	1,12	0,96	Alométrico +	3,05
		LC>PI	53	-0,74	1,31	0,92	Alométrico +	3,61
Machos (LCxCMQ)	68,86	Total	86	-0,72	1,29	0,97	Alométrico +	12,37
		LC<PI	32	-0,42	1,11	0,97	Alométrico +	3,56
		LC>PI	54	-0,62	1,24	0,79	Alométrico +	2,81

Tab. IV. *Callinectes danae*. Análise de covariância para o valor do coeficiente de regressão e interceptos das curvas de crescimento relativo de juvenis machos e fêmeas.

	Coeficientes de Regressão		Interceptos (a)	
	F	p	F	p
Fêmeas(LCBxLA)	8,337	0,0045	0,4198	0,5249
Machos (LCBxQE)	51,42	<0,0001	5,8638	0,0157
Machos (LCBxQD)	37,43	<0,0001	1,8526	0,1739
Machos (LCBxCMQ)	48,2618	<0,001	4,8549	0,0285

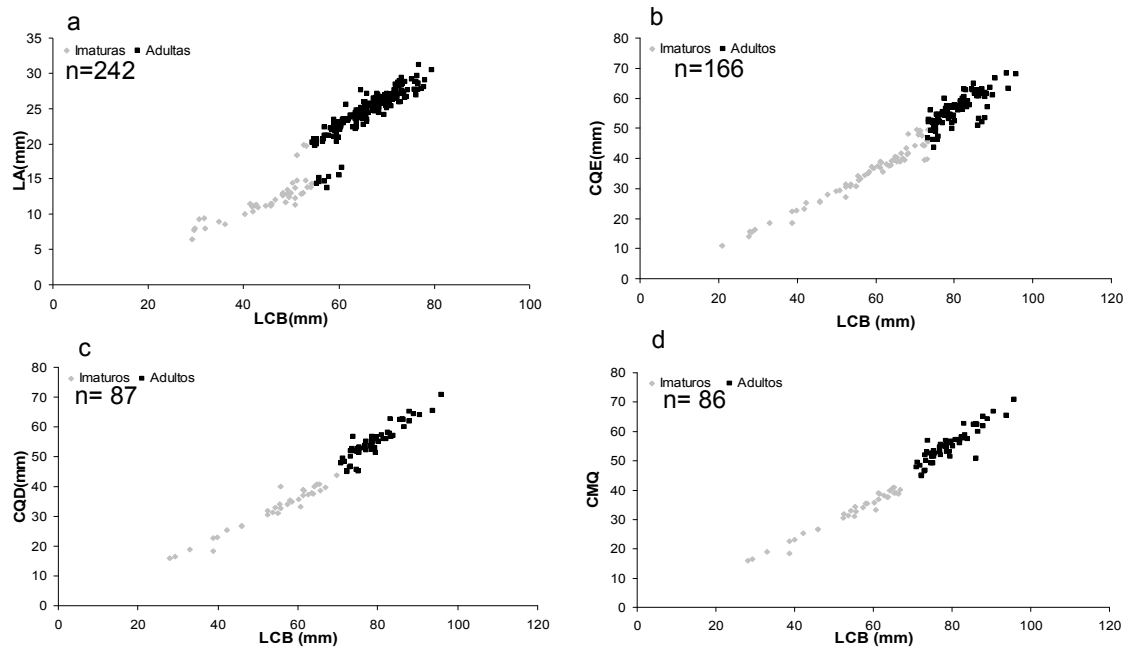


Fig. 9. *Callinectes danae*. Curvas de crescimento relativo de machos (b,c e d) e fêmeas (a). Largura da carapaça (LCB), Largura do abdômen (LA), comprimento da queia direita (CQD), comprimento da queia esquerda (CQE) e comprimento da maior queia (CMQ).

## DISCUSSÃO

*Callinectes danae* é uma espécie com ciclo de vida dependente de uma fase costeira, quando ocorre a migração das fêmeas pós-copulatórias e ovígeras para as regiões de salinidades altas para liberação das larvas e desenvolvimento destas; e uma fase estuarina, quando megalopas e juvenis adentram e assentam no estuário à procura de habitats propícios para sua sobrevivência e desenvolvimento até a maturidade e cópula (Branco & Masunari, 2000; Weber & Levi, 2000; Chacur & Negreiros-Fransozo, 2001). Portanto, segundo a inferência destes autores, machos adultos não teriam a necessidade de realizar migrações para áreas mais salinas, enquanto fêmeas ovígeras dependeriam disto para o sucesso reprodutivo da espécie (Branco & Masunari, 1992), pois as salinidades altas favorecem o desenvolvimento das larvas por exercerem menor pressão osmótica e facilitarem a fluatibilidade das mesmas (Hines *et al.*, 1987). Na área

de Guaratuba, a dominância de machos no interior do estuário, o predomínio de fêmeas ovígeras e a ausência de juvenis nas menores classes de tamanho na área costeira corroboram a hipótese do ciclo de vida acima mencionado. Na área de estudo em particular, a sobreposição da área de ocorrência de fêmeas ovígeras de *C. danae* com as de pesca do camarão branco aponta para a necessidade de freqüente monitoramento, também, da fauna acompanhante deste tipo de pesca, pois fêmeas ovígeras estão sendo excluídas da população (através da pesca de arrasto) antes mesmo da liberação de suas larvas em águas de mar aberto.

A correlação positiva observada entre a oscilação da abundância de *C. danae* e a precipitação na área costeira pode indicar a saída dos siris do estuário por transporte através das fortes correntes (“web transport”) e/ou fuga das baixas salinidades, provocadas pelo aumento do aporte fluvial dentro da Baía de Guaratuba. Houve a relação direta da oscilação da abundância total de *C. danae* (área costeira e estuário) com a temperatura média mensal; a temperatura mostrou-se uma variável importante para distribuição temporal de portunídeos de outros estuários como o de Laguna Joyuda, Porto Rico (Buchanan & Stoner, 1988) e da Baía de Ubatuba (Chacur & Negreiros-Fransozo, 2001). Flutuações sazonais observadas em *C. danae* no litoral brasileiro, entretanto, nem sempre estão claramente relacionadas com a temperatura: Chacur & Negreiros-Fransozo (2001) relataram picos de abundância no verão e no outono, enquanto que Branco & Masunari (1992) e Pereira *et al.* (2009) os reportaram para o verão e primavera. Na região a temperatura e a precipitação são associadas a períodos de calor com chuva (trimestre de novembro a janeiro) e períodos frios e secos (maio a agosto) (IAP, 2006), então deve-se pensar na atuação conjunta destas variáveis sazonais na distribuição de *C. danae*.

A dominância de machos de *Callinectes* spp. em áreas estuarinas (Gaspar, 1981; Branco & Masunari, 1992; Mantelatto, 2000; Severino-Rodrigues *et al.*, 2001; Baptista-Metri *et al.*, 2005; Pereira *et al.*, 2009) e a menor freqüência destes em áreas costeiras (Branco & Masunari, 1992) indicam a ocorrência de estratificação espacial das categorias demográficas nas populações destes siris. Estas variações na proporção dos sexos, incluindo as sazonais, estão relacionadas ao comportamento reprodutivo muitas vezes sazonal e à reposta

frente ao gradiente de salinidade (Van Engel, 1958). A maior frequência relativa de machos de *C. ornatus* nas regiões mais internas de estuários é registrada no litoral brasileiro (Pita *et al.*, 1985; Branco & Lunardon-Branco, 1993) e pode estar relacionada com maior resistência fisiológica dos machos a salinidades mais baixas ou segregação na ocupação espacial entre os sexos.

No presente estudo, não houve predomínio de juvenis em nenhum mês amostrado e, portanto, não foi possível determinar o período exato de recrutamento; a parcela desta categoria demográfica pode ter sido subestimada em função da metodologia de coleta adotada dentro da baía (a qual foi seletiva a favor dos indivíduos maiores e dominantes na captura de iscas) ou devido a não ocupação de juvenis nos locais especificamente amostrados. Entretanto, em um estuário próximo-Baía da Babitonga, SC- houve predomínio de juvenis no verão (Pereira *et al.*, 2009) e não está descartada a hipótese do mesmo ocorrer na Baía de Guaratuba.

Os estágios macroscópicos de maturação gonadal estabelecidos por Costa & Negreiros-Franzoso (1998) foram adequados para classificação gonadal macroscópica do presente estudo. Entretanto, a análise microscópica realizada por Keunecke *et al.* (2009) sugere a existência de quatro 4 estágios de desenvolvimento para as fêmeas de *C. danae*, a saber: imaturo (corresponde aos estágios IM e RU da classificação utilizada no presente trabalho), em desenvolvimento (estágios IN e DD), maduro (estágio AV) e desovado (estágios IN e DD). Na análise macroscópica a cor, a porcentagem de ocupação e a textura das gônadas são boas indicadoras do desenvolvimento destas, com exceção das gônadas em estágio de pós-desova que não são identificadas macroscopicamente por possuírem aparência de gônadas intermediárias e desenvolvidas. Ainda que haja essa pequena disparidade entre os estágios determinados com bases em caracteres macro e microscópicos, a determinação da maturidade no presente estudo não foi afetada, visto que indivíduos IN e DD são considerados maduros e fêmeas em pós desova assim o são, também.

A ocorrência de desenvolvimento ovariano em gônadas pós-desova confirma a multiparidade da espécie (Costa & Negreiros-Franzoso, 1998; Keunecke *et al.*, 2009). Esta estratégia reprodutiva está relacionada ao sucesso reprodutivo potencial da espécie, pois, em condições favoráveis, uma mesma

fêmea pode liberar vários lotes de ovos fertilizados em um mesmo período sazonal (Keunecke *et al.*, 2009).

A presença de machos maduros e de fêmeas ovígeras e em estágio avançado de maturação durante o ano inteiro permite inferir que a população estudada de *C. danae* tem um padrão de reprodução contínuo com picos em maio e janeiro. Entretanto estes picos não estiveram relacionados com a precipitação ou temperatura média e, portanto, não se observa uma sazonalidade nítida para os picos de reprodução. Pita *et al.* (1985), Costa & Negreiros-Fransozo (1998), Branco & Masunari (2000), Chacur & Negreiros-Fransozo (2001) e Baptista-Metri *et al.* (2005) também observaram um padrão contínuo de reprodução para esta espécie com ocorrência de picos reprodutivos em diferentes épocas do ano.

O maior tamanho do corpo alcançado pelos machos em *C. danae* registrado no presente estudo confirma o padrão para os portunídeos (Williams, 1974; Branco & Masunari, 1992; Costa & Negreiros-Fransozo, 1998; Baptista-Metri *et al.*, 2005; Pereira *et al.*, 2009). O crescimento somático mais acentuado dos machos está relacionado com o modo diferenciado do uso de energia entre os sexos: enquanto nas fêmeas ela é alocada para a produção de óvulos ricos em nutrientes e migração, nos machos é investida no crescimento somático (Hartnoll, 1974). Este crescimento diferencial favorece o comportamento de cópula da espécie, no qual o abraço pós-copulatório do macho oferece maior proteção contra predadores às fêmeas que se encontram com a carapaça vulnerável devido à recente muda puberal (Costa & Negreiros-Fransozo, 1998).

A segregação espacial dos sexos resulta de comportamentos diferenciais entre as categorias demográficas e da seleção de habitat (Mantelatto & Fransozo, 1996). Machos adultos e fêmeas de *C. sapidus* deslocam-se e concentram-se em áreas favoráveis à reprodução (Meise & Stehlik, 2003). A alta frequência de machos adultos simultaneamente com a de fêmeas na fase de puberdade na Ilha do Araçá demonstra que este pode ser um local favorável à cópula.

As frequências máximas de juvenis registradas na estação Sepultura do presente estudo contradiz o que se conhece da literatura, que descreve a preferência de juvenis por áreas menos salinas onde são menos susceptíveis a predação (Paul, 1982; Chacur & Negreiros-Fransozo, 2001; Posey *et al.*, 2005). Entretanto, a presença de juvenis na estação próxima à desembocadura pode

indicar a captura dos mesmos em processo de migração ou um padrão diferente de ocupação na Baía de Guaratuba.

Duas diferentes metodologias de mensuração de largura da carapaça têm sido adotadas em estudos morfométricos de portunídeos: a primeira consiste em medir a distância entre as pontas dos espinhos laterais, enquanto a segunda, a distância entre a base dos mesmos. Apesar da disparidade entre estas metodologias, alguns autores não atentaram devidamente a este fato (Baptista-Metri *et al.*, 2005; Barreto *et al.*, 2006; Pereira *et al.*, 2009), o que pode ter contribuído para conclusões incertas. No presente estudo, a mensuração das duas medidas e a obtenção de forte correlação direta entre estas permitiu uma comparação generalizada de trabalhos feitos com ambas as metodologias de mensuração, respeitando as diferenças populacionais que existem entre estas.

Segundo Orensanz *et al.* (2007), o tamanho em que indivíduos de uma população atingem a maturidade sexual pode variar intraespecificamente e latitudinalmente em função da ação diferenciada de fatores ambientais sobre o crescimento e desenvolvimento dos indivíduos ou da variação genotípica entre as populações resultantes da seleção de genótipos em resposta a estas diferentes condições ambientais. Além disso, este parâmetro é importante no conhecimento da influência da atividade exploratória sobre os indivíduos reprodutivos, especialmente quando a população está sujeita às atividades extrativas. Para o litoral brasileiro, a latitude não parece ser um fator determinante do tamanho da primeira maturação sexual de *C. danae*, visto que este varia de forma aleatória entre os estudos realizados. Machos e fêmeas do presente estudo tiveram valores de tamanho de maturação superiores aos das populações de Pontal do Paraná, PR (as quais foram as menores de todo litoral brasileiro) (Baptista-Metri *et al.*, 2005), mas inferiores aos de Itacorubi, SC, as maiores medidas de maturação de todo o Brasil (Tab. V) (Branco & Thives, 1991). Muito provavelmente, as variações neste parâmetro entre as populações de *C. danae* estudadas na costa brasileira ocorrem em função da disponibilidade de alimento, condições ambientais não dependentes da latitude, diferenças genotípicas entre populações e pressão da pesca. Entretanto, apesar de não se observar um padrão claramente influenciado pela latitude para a maturação de *C. danae* no litoral brasileiro, é importante salientar que diferenças metodológicas podem

afetar os resultados, visto que ao observarmos as diferenças entre os valores de maturação excluindo os resultados mais extremos ao sul, há uma tendência de maiores valores de maturação em menores latitudes.

Tab. V. *Callinectes danae*. Tamanho estimado para maturidade sexual das populações estudadas no litoral brasileiro. **Em negrito**: medida calculada com a equação linear para a largura da carapaça medida na base dos últimos espinhos laterais (LCB) e largura da carapaça medida nas pontas dos últimos espinhos laterais (LCE).

Local	Latitude	Maturidade	Machos		Fêmeas		Referências
			LCE (mm)	LCB (mm)	LCE (mm)	LCB (mm)	
Rio Carrapicho, Pernambuco	7°39'	Morfológica	---	---	<b>73.4</b>	56.5	Barreto <i>et al.</i> , 2006
		Gonadal	---	---	<b>80.1</b>	61.6	Barreto <i>et al.</i> , 2006
Rio Botafogo, Pernambuco	7°43'	Morfológica	---	---	<b>74.3</b>	57.1	Barreto <i>et al.</i> , 2006
		Gonadal	---	---	<b>82.8</b>	63.6	Barreto <i>et al.</i> , 2006
São Vicente, São Paulo	23°55'	Morfológica	<b>87.3</b>	67,0	<b>71.4</b>	55,0	Pita <i>et al.</i> , 1985
Pontal do Paraná, Paraná	25°37'	Fisiológica	<b>78.7</b>	60.5	<b>68.4</b>	52.7	Baptista-Metri <i>et al.</i> , 2005
Guaratuba, Paraná	25°51'	Morfológica	<b>91.3</b>	70.0	<b>70.9</b>	54.6	Presente estudo
		Gonadal	<b>92.8</b>	71.1	<b>72.0</b>	55.4	Presente estudo
		Morfológica (Cresc. relativo)	<b>89.8</b>	68.9	<b>70.6</b>	54.4	Presente estudo
Baía da Babitonga, Santa Catarina	26°15'	Morfológica	86,0	<b>66.0</b>	71,0	<b>54.7</b>	Pereira <i>et al.</i> , 2009
Lagoa da Conceição, Santa Catarina	27°30'	Morfológica	94.2	<b>72.2</b>	84,1	<b>64.6</b>	Branco & Masunari, 1992
Itacorubi, Santa Catarina	27°34'	Morfológica	98.5	<b>75.5</b>	88.8	<b>68.1</b>	Branco & Thives, 1991

Os caracteres sexuais secundários em crustáceos surgem com a passagem da fase juvenil para a adulta (Hartnoll, 1978), podendo ter ou não sincronia com a maturidade gonadal (Sastry, 1983). Para fêmeas e machos da

região de Guaratuba, houve sincronia entre a maturação morfológica e gonadal, apesar de a primeira ter ocorrido sempre com tamanho um pouco menor do que a segunda. Barreto *et al.* (2006) encontraram assincronia entre estas maturidades nas fêmeas de *C. danae* da região de Itamaracá, PE, tendo a morfológica ocorrido antes da gonadal. Entretanto, as espermatecas de algumas fêmeas fisiologicamente imaturas estavam bem desenvolvidas indicando a ocorrência de cópula. A sincronia entre a maturação gonadal e a fisiológica é comum entre os Brachyura, entretanto a maturação está sempre relacionada à condição das gônadas nos machos, enquanto que para as fêmeas, é plausível o atraso da maturação gonadal, pois, no momento da cópula, os ovários podem ainda estar imaturos (Hartnoll, 1969). A assincronia entre maturação gonadal e morfológica pode representar uma adaptação reprodutiva por permitir o adiantamento da cópula com a redução da maturação morfológica, mesmo sem a maturação total das gônadas (Hartnoll, 1969). A Baía de Guaratuba é um habitat ainda preservado, e provavelmente não houve pressão para que as fêmeas de *C. danae* desenvolvam a estratégia de assincronia na maturação o que pode vir a acontecer com a degradação do habitat ou sobrepesca da espécie.

A ontogenia em crustáceos é marcada por mudanças morfológicas causadas pelo crescimento diferenciado de certos tagmas. Na relação entre largura do abdômen e tamanho do corpo é esperado que fêmeas demonstrem uma forte alometria positiva antes da puberdade, incremento de tamanho na muda puberal e alometria positiva não tão marcante após a maturação (Hartnoll, 1974). Entretanto, no presente estudo, este padrão não foi observado: juvenis demonstraram padrão de crescimento isométrico e as adultas, alométrico positivo. Para a largura do abdômen das fêmeas, a muda da puberdade mostrou-se crítica com acentuado aumento de tamanho deste caráter e, apesar do padrão diferente do descrito por Hartnoll (1974), pode-se considerar este parâmetro como uma medida útil para determinação de maturidade sexual em *C. danae*, visto que o ponto de intercepto entre as retas de juvenis e de adultas coincide com o tamanho de maturação obtido com as curvas logísticas.

Segundo Hartnoll (1974), no crescimento relativo das quelas de machos, é esperado alometria positiva antes da puberdade, grande incremento de tamanho das mesmas com a maturação e até mesmo um nível de alometria positiva após



puberdade. No presente estudo, a quela direita e a maior quela dos machos seguiram o padrão acima, com maior taxa de crescimento na fase adulta. Para a quela esquerda, o crescimento foi alométrico positivo durante toda a vida e para os juvenis, enquanto os adultos demonstraram isometria no crescimento relativo deste caráter. O crescimento alométrico positivo das quelas de machos, mesmo após a puberdade é esperado devido a independência deste caráter e a vantagem no crescimento deste. As principais vantagens adaptativas da maior taxa de crescimento das quelas em machos estão relacionadas ao uso destas em combate (Hartnoll, 1974) e na exibição de “displays” para o acasalamento, bem descritas para *C. sapidus* (Jivoff & Hines, 1998), e também por auxiliarem na proteção da fêmea durante a muda puberal (Guerrero-Ocampo *et al.*, 1998).

Segundo Mariappan *et al.* (2000), a presença de heteroquelia é um exemplo proeminente de bilateralidade assimétrica em crustáceos, visto que na maioria dos decápodos a proporção de indivíduos com maior quela em um determinado lado é diferente de 1:1. No presente trabalho, houve maior proporção de indivíduos destros, assim como observado em *C. sapidus* (Hamilton *et al.*, 1986). Apesar disto, houve diferenças nos valores de interceptos estimados para o crescimento relativo das quelas esquerda e direita e, conseqüentemente, a curva obtida com os valores da maior quela é a mais apropriada para análise da maturidade através do crescimento relativo. Por não haver uma terminologia para nomear indivíduos de maior quela direita ou esquerda, no presente trabalho utilizou-se os termos destros e sinistros para indivíduos de maior quela direita e esquerda, respectivamente. Os seguintes termos foram utilizados por remeterem aos lados direito/esquerdo e não são relacionados à funcionalidade de ambas as quelas, pois estas possuem diferentes funções, com a maior quela normalmente utilizada para comportamentos agonísticos e agressivos, enquanto que a menor quela é normalmente utilizada para captura da presa e limpeza (grooming) (Mariappan *et al.*, 2000).

Com base nos resultados obtidos neste estudo propõe-se o seguinte ciclo de vida para *C. danae* na região de Guaratuba:

Machos maduros e fêmeas em muda de puberdade concentram-se principalmente na área central da Baía de Guaratuba onde ocorre a cópula. Machos estão aptos a reproduzir-se com aproximadamente 70mm de largura da

carapaça, enquanto fêmeas sofrem a muda da puberdade com aproximadamente 55mm. Fêmeas em estágio avançado de maturação gonadal e ovígeras migram para mar aberto, seguindo o canal central da baía, onde realizam a desova; esta ocorre durante todo o ano, podendo liberar ovos mais de uma vez no mesmo período sazonal. A entrada de indivíduos juvenis para dentro da baía deve ocorrer durante todo o ano, devido ao padrão de reprodução contínua, entretanto, apesar destes estarem mais concentrados na estação próxima à desembocadura da baía, não se pode inferir sobre locais de assentamento.

Apesar do entendimento do padrão básico do ciclo de vida de *C. danae* na região, estudos considerando uma maior amplitude e complexidade de habitats e o monitoramento larval desta espécie podem esclarecer questões referentes, principalmente, a segregação espacial entre os sexos, oscilação temporal do número de indivíduos e entrada dos juvenis na baía de Guaratuba.

**REFERÊNCIAS**

- BAPTISTA-METRI, C.; PINHEIRO, M. A. A.; BLANKENSTEYN, A.; BORZONE, C. A. 2005. Biologia populacional de *Callinectes danae* Smith (Crustacea, Portunidae) no Balneário Shangri-lá, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 22(2):446-453
- BARRETO, A. V.; IVO, C. T. C. & KATSURAGAWA, M. 2003. Comprimento médio da primeira maturidade gonadal dos machos da lagosta pintada, *Panulirus echinatus* (Smith, 1869), em recifes costeiros de Tamandaré, Pernambuco, Brasil. **Boletim Técnico Científico CEPENE**, 11(1):91-97.
- BARRETO, A. V.; BAPTISTA-LEITE, L. M. A.; AGUIAR, M. C. A. 2006. Maturidade sexual das fêmeas de *Callinectes danae* (Crustacea, Decapoda, Portunidae) nos estuários dos rios Botafogo e Carrapicho, Itamaracá, PE, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, 96(2): 141-146.
- BRANCO, J. O. & LUNARDON-BRANCO, M. J. 1993. Crescimento e tamanho de primeira maturação em *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) da região de Matinhos, Paraná, Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, 36(3):497-503.
- BRANCO, J. O & MASUNARI, S. 1992. Crescimento de *Callinectes danae* Smith (Decapoda, Portunidae) da Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 9(1/2):53-66.
- BRANCO, J. O. & MASUNARI, S. 2000. Reproductive ecology of the blue crab, *Callinectes danae* Smith, 1869 in the Conceição Lagoon system, Santa Catarina Isle, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, 60(1):17-27.
- BRANCO, J. O. & THIVES, A. 1991. Relação peso/largura, fator de condição e tamanho de primeira maturação de *Callinectes danae* Smith 1869 (Crustacea, Portunidae) no manguezal do Itacorubi, SC, Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, 34(1): 415-424.
- BUCHANAN, B. A. & STONER, A. W. 1988. Distributional patterns of blue crabs (*Callinectes sp.*) in a tropical estuarine lagoon. **Estuaries**, 11(4): 231-239.
- CHACUR, M. M. & M. L. NEGREIROS-FRANZOZO. 2001. Spatial and seasonal distributions of *Callinectes danae* (Decapoda, Portunidae) in Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, 21 (2): 414-425.
- COSTA, T. M. & NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. 1998. The reproductive cycle of *Callinectes danae* Smith, 1869 (Decapoda, Portunidae) in the Ubatuba Region, Brazil. **Crustaceana**, 71(6): 615-627.
- GASPAR, M. L. 1981. Contribuição ao estudo biológico do "siri" *Callinectes danae* Smith, 1869 (Decapoda - Portunidae) do Rio Itiberê (Paranaguá - Paraná).

**Dissertação de mestrado do Curso de Pós Graduação em Zoologia, Universidade Federal do Paraná, 150p.**

- GUERRERO-OCAMPO, C. M.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; COSTA, T. M. 1998. Comparação do peso dos quelípodos e crescimento em duas espécies de “siris” do gênero *Callinectes* (Brachyura, Portunidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 41(4): 483-488.
- HAEFNER, P. A., JR. 1990. Morphometry and size at maturity of *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) in Bermuda. **Bulletin of Marine Science**, 46(2):264-286.
- HAMILTON, P. V.; NISHIMOTO, R. T.; HALUSKY, J. G. 1976. Cheliped laterality in *Callinectes sapidus* (Crustacea: Portunidae). **Biological Bulletin**, 150(1): 393-401.
- HARTNOLL, R. A. 1969. Mating in the Brachyura. **Crustaceana**, 16:161-181.
- HARTNOLL, R. G. 1974. Variantion in growth pattern between some secondary sexual characters in crabs (Decapoda, Brachyura). **Crustaceana**, 27(1):131-136.
- HARTNOLL, R. G. 1978. The determination of relative growth in Crustacea. **Crustaceana**, 34(3):281-293.
- HINES, A. H., R. N. LIPCIUS, AND A. M. HADDON. 1987. Population dynamics and habitat partitioning by size, sex, and molt stage of blue crabs *Callinectes sapidus* in a subestuary of central Chesapeake Bay. **Marine Ecology: Progress Series**, 36(1):55-64.
- IAP. 2006. **Plano de manejo da área de proteção ambiental de Guaratuba**. Curitiba, IAP, SEMA, 259p.
- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis). 1983. **Portaria SUDEPE nº N-24, de 26 de julho de 1983**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/cepsul/legislacao.php?id-arq=88>>. Acesso em: julho de 2009.
- JENSEN, O. P. & MILLER, T. J. 2005. Geostatistical analysis of the abundance and winter distribution patterns of the blue crab *Callinectes sapidus* in the Chesapeake Bay. **Transactions of the American Fisheries Society**, 134(1): 1582-1598.
- JENSEN, O. P.; SEPPELT, R.; MILLER, T. J.; BAUER, L. J. 2005. Winter distribution of blue crab *Callinectes sapidus* in Chesapeake Bay: application and cross-validation of a two-stage generalized additive model. **Marine Ecology Progress Series**, 299(1): 239-255.

- JIVOFF, P. 2003. A review of male mating success in the blue crab, *Callinectes sapidus*, in reference to the potential for fisheries-induced sperm limitation. **Bulletin of Marine Science**, 72(1): 273-286.
- JIVOFF, P & HINES, A. H. 1998. Female behaviour, sexual competition and mate guarding in the blue crab, *Callinectes sapidus*. **Animal Behavior**, 55(3): 589-603.
- KEUNECKE, K. A.; SILVA, D. R.; JR. VIANNA, M.; VERANI, J. R.; D'INCAO, F. 2008. Effects of migration activity on the mortality rates of two Portunidae crabs in a tropical bay. **Open Journal of Marine Biology, JMBA**, 2: 1-5.
- KEUNECKE, K. A.; SILVA, D. R.; JR. VIANNA, M.; VERANI, J. R.; D'INCAO, F. 2009. Ovarian development stages of *Callinectes danae* and *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae). **Crustaceana**, 82 (6): 753-761.
- KING, M. G. 1995. Fisheries biology, assessment and management. Fishing News Books. Osney Mead, Oxford, England. 341p.
- LEME, M. H. A. 2005. Size at sexual maturity of female crabs *Sesarma rectum* Randall (Crustacea, Brachyura) and ontogenetic variations in the abdomen relative growth. **Revista Brasileira de Zoologia**, 22(2):433-437.
- LIMA, G. V. & OSHIRO, L. M. Y. 2006. Maturidade sexual do caranguejo *Armases rubripes* (Rathbun)(Crustacea, Brachyura, Sesamidae) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 23(4): 1078 – 1086.
- MANTELATTO, F. L. M. & FRANZOZO, A. 1996. Size at sexual maturity in *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba region (SP), Brazil. **Nauplius**, 4(único):29-38.
- 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. **Crustacean Issues**, 12(1): 431-443.
- MARIAPPAN, P.; BALASNDARAM, C.; SCHMITZ, B. 2000. Decapod Crustacean chelipeds: an overview. **Journal of Bioscience**, 25(3): 301-313.
- MEISE, C. J. & STEHLIK, L. L. 2003. Habitat use, temporal abundance variability, and diet of blue crabs from a New Jersey estuarine system. **Estuaries**, 26 (3): 731-745.
- MELO, G. A. S. 1996. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro**. São Paulo, Plêiade. 603p
- MOURA, N. F. O. & COELHO, P. A. 2004. Maturidade sexual fisiológica em *Goniopsis cruentata* (Latreille) (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) no Estuário do Paripe, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21 (4): 1011–1015.

- ORENSANZ, J. M.; ERNST, B.; ARMSTRONG, D. A. 2007. Variation of female size and stage at maturity in snow crab (*Chionoecetes opilio*) (Brachyura: Majidae) from the Eastern Bering Sea. **Journal of Crustacean Biology**, 27(4): 576–591.
- PAUL, R. K. G. 1982. Observations on the ecology of swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda, Brachyura, Portunidae) in the Gulf of California, Mexico. **Crustaceana**, 42(1): 96 – 100.
- PEREIRA, M. J.; BRANCO, J. O.; CHRISTOFFERSEN, M. L.; FREITAS, F. JR.; FRACASSO, H. A. A.; PINHEIRO, T. C. 2009. Population Biology of *Callinectes danae* and *Callinectes sapidus* (Crustacea: Brachyura: Portunidae) in the south-western Atlantic. **Journal of Marine Biological Association of United Kingdom**, 90 (1): 1-11.
- PITA, J. B.; RODRIGUES, E. S.; GRAÇA-LOPES, R.; COELHO, J. A. 1985. Observações bioecológicas sobre o siri *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Portunidae) no complexo Baía-Estúário de Santos, Estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 12(4):35-43.
- POSEY, M. H.; ALPHIN, T. D.; HARWELL, H; ALLEN, B. 2005. Importance of low salinity areas for juvenile blue crabs, *Callinectes sapidus* Rathbun, in river-dominated estuaries of southeastern United States. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 319: 81-100.
- ROME, M. S.; YOUNG-WILLIAMS, A. C.; DAVIS, G. R.; HINES, A. H. 2005. Linking temperature and salinity tolerance to winter mortality of Chesapeake Bay blue crabs (*Callinectes sapidus*). **Journal of Experimental Biology and Ecology**, 319: 129-145.
- SASTRY, A. N. 1983. Ecological aspects of reproduction. In: W. B. Venberg (ed), **The Biology of Crustacea: environment adaptations**, 8: 179-270.
- SEVERINO-RODRIGUES, E.; PITA, J. B.; GRAÇA-LOPES, R. 2001. Pesca artesanal de siris (Crustacea, Decapoda, Portunidae) na região estuarina de Santos e São Vicente (SP), Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 27(1): 7-19.
- SMITH, B. D. & JAMIESON G. L. 1991. Possible consequences of intensive fishing for males on the mating opportunities of Dungeness crabs. **Transactions of American Fisheries Society**, 120:650 - 653
- STURGES, H. A. 1926. The choice of a class interval. **Journal of American Statistical Association**, 21: 65-66.
- TALLACK, S.M.L. 2007. The reproductive cycle and size at maturity observed in *Cancer pagurus* in the Shetland Islands, Scotland. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 87(1): 1181 - 1189.
- TESSIER, G. 1960. Relative growth. In: T.M. WATERMAN (Ed.). **The Physiology of Crustacea**. New York, Academic Press, vol. 1(6): 537-560.

- VAN ENGEL, W. A. 1958. The blue crab and its fishery in Chesapeake Bay. Part 1. Reproduction, early development, growth and migration. **Commercial Fisheries Review**, 20(6):6-17.
- WEBER, L. I. & LEVY, J. A. 2000. Genetic population structure of the swimming crab *Callinectes danae* (Crustacea: Decapoda) in southern Brazil. **Hydrobiologia**, 420: 203-210.
- WILLIAMS, A. B. 1974. The Swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda: Portunidae). **Fishery Bulletin**, 72: 685-798.

## APÊNDICES

Apêndice 1. Tabela. Baía de Guaratuba. Mínimo, máximo, média e desvio padrão das variáveis abióticas mensuradas na água de superfície e fundo.

	Temperatura da água		Salinidade*		Oxigênio dissolvido	
	Superfície	Fundo	Superfície	Fundo	Superfície	Fundo
Mínimo	19,00	19,00	0	0	6,10	4,60
Máximo	28,30	28,40	30,00	35,00	10,30	11,50
Média	23,36	23,31	12,83	17,37	7,64	7,17
Desvio padrão	3,13	2,97	10,38	11,12	1,16	1,72

\*  $p = 0,0003$  - Diferença significativa entre a água de superfície e fundo.

Apêndice 2. Tabela. Baía de Guaratuba. Valores mínimos e máximos, média e desvio padrão das diferentes variáveis abióticas.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Temperatura da água (°C)	19,00	28,40	23,31	2,97
Salinidade de superfície	0	30,00	12,83	10,38
Salinidade de fundo	0	30,00	17,37	11,12
Oxigênio dissolvido (Mg/L)	4,60	11,50	7,17	1,72
Temperatura do ar (°C)	17,80	34,90	26,01	4,88
Profundidade (m)	1,78	6,48	3,68	1,19
Precipitação mensal	23,20	685,60	258,75	218,09
Temperatura média mensal	18,50	24,90	21,96	2,72

Apêndice 3. Tabela. Portunídeos da Baía de Guaratuba. Resultados do teste de Kruskal-Wallis para a variância espacial e temporal de *C. danae* e *C. sapidus*.

	Variação espacial		Variação temporal	
	H	p	H	p
<i>C. danae</i>	6,89	0,03*	4,55	0,71
<i>C. sapidus</i>	2,16	0,34	11,7	0,11



Apêndice 4. Tabela. Portunídeos da Baía de Guaratuba. Índices de correlação linear por postos de Spearman (r) entre a abundância das espécies e as variáveis abióticas.

	<i>C. danae</i>	<i>C. sapidus</i>	<i>C. ornatus</i>	<i>C. bocourti</i>
Temperatura média mensal	0,123335	<b>0,571703</b>	0,227508	0,263181
Temperatura do ar	0,014431	<b>0,602761</b>	0,256209	0,370478
Temperatura da água	0,229296	<b>0,505689</b>	0,316425	0,206987
Salinidade de superfície	0,365707	<b>-0,628546</b>	-0,075686	<b>-0,415878</b>
Salinidade do fundo	0,291863	<b>-0,485591</b>	-0,166363	<b>-0,437383</b>
Oxigênio dissolvido	0,140599	<b>-0,450784</b>	-0,241243	-0,283430
Profundidade	0,123167	-0,240589	-0,225969	-0,174267
Precipitação mensal	-0,097864	-0,181843	-0,318511	-0,263181

**Em negrito:** correlações estatisticamente significantes ( $p < 0,05$ )

Apêndice 5 – Portunídeos da Baía de Guaratuba. Correlações simples e múltiplas obtidas pela análise BIOENV entre a abundância das espécies e as variáveis abióticas.

Variáveis	r
Salinidade de superfície x <i>C. danae</i> x precipitação	0,915
Salinidade de fundo x <i>C. danae</i> x precipitação	0,901
Salinidade de fundo x <i>C. sapidus</i>	0,689
Salinidade de superfície x <i>C. ornatus</i>	0,684
Salinidade de superfície x <i>C. sapidus</i>	0,683

Apêndice 6 - Região Costeira adjacente – Morro do Cristo. Temperatura média mensal do ar e precipitação mensal para a região de Guaratuba. Dados fornecidos pelo SIMEPAR.

Mês	Temperatura média mensal (°C)	Precipitação (mm)
fev/08	24,9	413,6
mar	24,8	236,2
abr	22,2	173,2
mai	19,6	39,8
jun	17,3	87,0
jul	18,7	23,2
ago	18,7	151,2
set	18,5	121,2
out	20,8	341,4
nov	21,8	685,6
dez	23,0	231,4
jan/09	24,4	315,2

Apêndice 7. Tabela. Portunídeos da região costeira adjacente - Morro do Cristo. Índices de correlação linear por postos de Spearman (r) entre a abundância das espécies e a temperatura média e precipitação mensais.

	<b>Precipitação mensal</b>	<b>Temperatura média mensal</b>
<i>C. danae</i>	<b>0,833333</b>	0,547619
<i>C. sapidus</i>	<b>0,732589</b>	0,436436
<i>C. ornatus</i>	-0,658694	-0,275454
<i>A. cribrarius</i>	-0,114932	-0,191554