

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

ILHAS OCEÂNICAS BRASILEIRAS:

DA PESQUISA AO MANEJO

VOLUME II

Organizadores

Leonardo Vianna Mohr
João Wagner Alencar Castro
Paulo Márcio Santos Costa
Ruy José Válka Alves



**ILHAS OCEÂNICAS
BRASILEIRAS:**
DA PESQUISA AO MANEJO
VOLUME II

Editores

Leonardo Vianna Mohr / Área de Zoologia, Ecologia e Manejo de Vertebrados
João Wagner Alencar Castro / Área de Geologia e Meio Ambiente
Paulo Márcio Santos Costa / Área de Zoologia e Ecologia de Invertebrados
Ruy José Válka Alves / Área de Botânica e Manejo
Ministério do Meio Ambiente

Organizadores e editores:

Leonardo Vianna Mohr, João Wagner Alencar Castro, Paulo Márcio Santos Costa e Ruy José Válka Alves

Revisão Final

Anna Cristina de Araújo Rodrigues

Capa, projeto gráfico e diagramação

Eduardo Meneses

Normalização Bibliográfica

Helionídia C. de Oliveira (IBAMA)

Fotos gentilmente cedidas por: Alessandra Prates Botelho, Alfredo Carvalho Filho, Augusto M. dos Reis, Bertran M. Feitoza, Carlos E.L. Ferreira, Claudio Bellini, Cláudio L.S. Sampaio, Dione José Krise, Fabio B. Pereira, F.P. Fonseca-Neto, Fernando Moraes, Geruso Vieira de Miranda Jr., Guilherme Muricy, Hudson Pinheiro, João Luiz Gasparini, João Paulo Krajewski, J.W.A. Castro, José Martins da Silva-Jr., Jules Soto, Leandro Bugoni, Lisandro de Almeida, Luciano Saraceni, Luiz Rocha, Marta Granville, Maurício Tavares, Munir Mehse, Osmar Luiz Jr., Otto B.F. Gadig, Paulo Ott, Pedro Welff Neto, Samuca, SECIRM, Suene Ramalho, Zaira Matheus, Parnamar de Fernando de Noronha e Projeto Golfinho Rotador.

Apoio: Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Laboratório de Geologia Costeira, Sedimentologia e Meio Ambiente/Museu Nacional/UFRJ, Marinha do Brasil, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD – Projeto BRA/00/021.

Catálogo na Fonte

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

M853i Mohr, Leonardo Vianna
Ilhas Oceânicas Brasileiras: da pesquisa ao manejo – volume II / Leonardo Vianna Mohr... [et al].
– Brasília: MMA/Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2009.
v. 2 : 502 p. : il. color. ; 29 cm.

Bibliografia

ISBN 978-85-7738-076-3

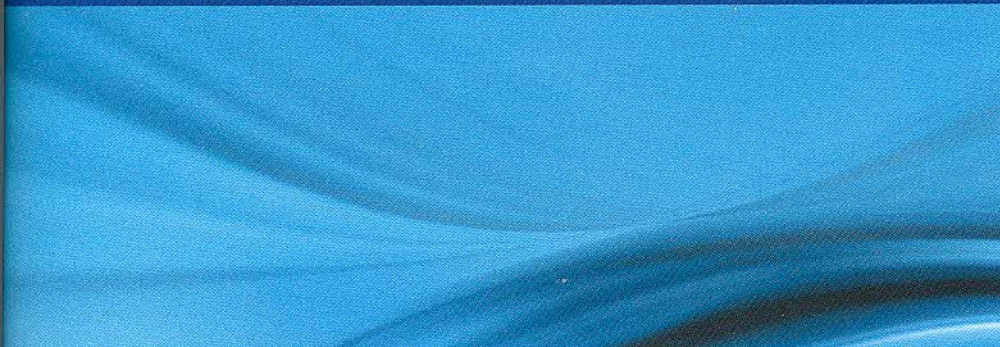
1. Ilhas Oceânicas – Brasil. 2. Pesquisa. 3. Manejo. I. Mohr, Leonardo Vianna. II. Castro, João Wagner Alencar. III. Costa, Paulo Márcio Santos. IV. Alves, Ruy José Válka. V. Ministério do Meio Ambiente – Secretaria de Biodiversidade e Florestas. VI. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. VII. Título.

CDU(2.ed.)551.42(81)

Impresso no Brasil

Printed in Brazil

A reprodução total ou parcial desta obra é permitida, desde que citada a fonte.



Capítulo 20

Biologia de *Grapsus grapsus* (Linnaeus, 1758) (Brachyura) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo: Maturidade Sexual, Fecundidade, Crescimento e Ecologia Larval

Andrea Santarosa Freire
Marcelo Antônio Amaro Pinheiro
Mariana Mitsue Teschima
Katryana Camila Madeira
Andréa Green Koettker
Heloísa da Silva
Fernando D'Incao

Resumo

Grapsus grapsus é um caranguejo semiterrestre observado em grande quantidade nas ilhas oceânicas brasileiras. Foram realizadas 11 expedições ao Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) entre fevereiro/2003 e maio/2005 para estudar aspectos da sua biologia reprodutiva, crescimento e ecologia larval, e foram efetuadas a biometria e a análise do desenvolvimento gonadal dos caranguejos capturados para a determinação do tamanho da maturidade sexual morfológica, fisiológica e funcional. A fecundidade (número de ovos) foi obtida por meio da contagem e da pesagem de massa de ovos de fêmeas ovígeras ($n = 80$). Amostras de plâncton foram coletadas ao redor das ilhas durante o amanhecer e anoitecer. A largura da carapaça (LC) dos machos ($39,88 \pm 12,10$ milímetros) foi significativamente maior que a das fêmeas ($35,92 \pm 11,12$ milímetros). As fêmeas atingem maturidade funcional (LC = 33,8 milímetros) anteriormente aos machos (LC = 51,4 milímetros). A média da taxa de fecundidade das fêmeas foi 23.181 ovos (± 15.151), sendo o LC correspondente 41,74 milímetros ($\pm 5,38$). A longevidade máxima foi estimada em 942 dias e 890 dias para machos e fêmeas, respectivamente. As larvas do caranguejo *G. grapsus* ocorreram em todas as estações do ano, preferencialmente próximo às ilhas e no período noturno. No ASPSP, a espécie está sujeita a condições ambientais extremas, como fortes ondas que varrem as ilhas, ausência de predadores sobre os adultos e o expressivo isolamento geográfico. Tais condições são determinantes dos comportamentos e parâmetros biológicos registrados no local.

Abstract

Biology of *Grapsus grapsus* (Linnaeus, 1758) (Brachyura) in the Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brazil: Sexual Maturity, Fecundity, Growth and Larval Ecology

The Rocky Shore Crab *Grapsus grapsus* is very abundant in the Brazilian oceanic islands. Eleven expeditions were conducted at the Arquipélago de São Pedro e São Paulo (St. Peter and St. Paul Rocks – SPSPR) from February/2003 to May/2005 to study the reproductive biology, growth and larval ecology of the species. The biometry and gonadal development analysis were conducted in the sampled crabs to estimate the size of the morphological, physiological and functional maturity. The fecundity (number of eggs) was obtained from counting and weighting the egg mass of ovigerous females ($n=80$). Plankton samples were collected near the islands, during dusk and dawn. The carapace length (CL) of males ($39.88 \pm 12.10\text{mm}$) was significantly larger than females ($35.92 \pm 11.12\text{mm}$). The females reached the functional maturity (CL=33.8mm) before males (CL=51.4mm). The mean fecundity was 23,181 eggs ($\pm 15,151$), with the correspondent CL of 41.74 mm (± 5.38). Maximum age was estimated in 942 days and 890 days for males and females respectively. *Grapsus grapsus* larvae were registered in all seasons, mainly near the islands and during dusk. In SPSPR, the species is under extreme environmental conditions, as rough waves, lack of predators to adult crabs and the huge geographic isolation. These conditions are determinant of their behavior and biological parameters registered in the site.

Introdução

O caranguejo *Grapsus grapsus* (LINNAEUS, 1758) (**Figuras 20.1 e 20.2a**) é uma espécie muito comum nos costões rochosos das ilhas oceânicas brasileiras e de todo o oceano Atlântico, distribuindo-se da Flórida, EUA, até o Espírito Santo, Brasil, no Atlântico ocidental; e da Califórnia, EUA, ao Chile e Galápagos, no Pacífico oriental (MELO, 1996). Apresenta um padrão circuntropical de distribuição e ocorre no cinturão tropical em três ou mais oceanos. As espécies circuntropicais da família Grapsidae conseguiram transpor as barreiras geográficas existentes para a distribuição longitudinal (grandes profundidades e a distância entre o continente africano e o americano) ou se dispersaram antes da formação de tais barreiras, indicando serem espécies muito antigas (RATTI, 2004).



Figura 20.1. *Grapsus grapsus* (LINNAEUS, 1758) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

Evolutivamente, as espécies de Grapsidae são muito interessantes e ocupam habitats que vão desde os ambientes intermareais até os bosques tropicais (ABLE et al., 1986). Esta capacidade de adaptação está associada a um complexo comportamento social, caracterizado por uma variedade de sinais e demonstrações ritualizadas (SEIPLE & SALMON, 1982). Os caranguejos grapsídeos de costões rochosos aparentemente afetam a comunidade sésil por alimentação preferencial sobre uma assembléia de algas ou mesmo por seu comportamento oportunista em relação a uma ampla variedade de itens alimentares (FLORES & PAULA, 2002a). Os caranguejos da zona intermareal também contribuem para o fluxo de energia do ambiente marinho para o terrestre, pois são predados por diversos vertebrados, inclusive aves marinhas (SPIVAK & SANCHES, 1992).

No Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) (00°55'01"N–29°20'44"W), *G. grapsus* é observado em grande abundância sobre as rochas emersas, nas frestas entre as rochas abaixo da região intermareal e sobre os ninhais do atobá-marrom *Sula leucogaster* e das viuvinhas *Anous stolidus* e *Anous minutus*.

A biologia dos caranguejos grapsídeos de regiões estuarinas e costões rochosos tem sido estudada desde 1940 (FLORES & PAULA, 2002a), no entanto, existem poucos trabalhos publicados sobre *G. grapsus*, que se restringem apenas a observações sobre sua ocorrência e comportamento no ASPSP (HOLTHUIS et al., 1980), como também em Cuba (RATHBUN, 1918), Atol das Rocas (COELHO, 1965) e Fernando de Noronha (FAUSTO-FILHO, 1974; ESTON et al., 1986). Recentemente, aspectos de sua biologia foram estudados no litoral do Peru (ROMERO, 2003), além de descrito seu primeiro

estágio larval (GUERAO et al., 2001). No ASPSP, ocorre uma elevada interação entre *G. grapsus* e as aves locais: os caranguejos predam ovos e filhotes de *S. leucogaster* quando estes são perturbados pela presença humana na ilha (DARWIN, 1891; NELSON, 1978). Both (2001) inclusive salienta que *G. grapsus* pode constituir uma ameaça à conservação da população local de aves. Observações no ASPSP evidenciaram a inexistência de predadores em terra para os indivíduos adultos de *G. grapsus*, possibilitando a distribuição de exemplares desta espécie até o topo do Morro do Farol. Dessa forma, é de suma importância estudar o papel desta espécie no ecossistema local, como também caracterizar e monitorar sua biologia populacional.

O ciclo de vida dos caranguejos envolve a ocorrência de larvas planctônicas, o assentamento de pós-larvas e o crescimento em uma série de estágios imaturos e maduros. A transição entre os estágios imaturos (juvenis) e maduros (adultos) é acompanhada de mudanças na taxa de crescimento de algumas dimensões corpóreas, como a quela dos machos e o abdômen das fêmeas que se altera, expressivamente, com a muda pubertária. Com as alterações de tamanho destas estruturas, os exemplares de cada sexo tornam-se aptos morfológicamente à reprodução (maturidade morfológica). No entanto, para que os caranguejos possam se reproduzir, é necessário também que suas gônadas estejam maduras (maturidade fisiológica) e que eles possam executar comportamentos específicos (maturidade funcional). A maturidade morfológica, fisiológica e funcional nem sempre é sincronizada, podendo ser atingida em diferentes mudas (LÓPEZ-GRECO & RODRIGUEZ, 1999). Assim, análises comparativas que descrevam o tamanho em que cada sexo adquire características morfológicas e reprodutivas têm grande importância biológica (PINHEIRO & FRANZOSO, 1998). A determinação do tamanho em que ocorre o início da maturidade sexual de caranguejos é utilizada na implantação de planos de manejo de espécies pesqueiras, o que garante que a população possa atingir a maturidade e se reproduzir, ao menos, uma vez (KNUCKEY, 1996), e deve ser aplicado também ao monitoramento de populações em Unidades de Conservação.

O tamanho do início da maturidade, fecundidade e output reprodutivo é considerado o parâmetro básico da história de vida de uma espécie, refletindo em investimento na reprodução (ANGER & MOREIRA, 1998). A fecundidade (número de ovos incubados no abdômen das fêmeas por desova) é um parâmetro considerado importante para a determinação do potencial reprodutivo em crustáceos pleociematos (MANTELLATO & FRANZOSO, 1997) e pode ser afetada por fatores exógenos, como a temperatura, e também por fatores endógenos, como taxa de crescimento, idade do animal, comportamentos diferenciais associados à cópula e tempo de viabilidade dos espermatozóides na espermateca (HATTORI & PINHEIRO, 2003), variando intespecificamente e entre populações de uma mesma espécie em diferentes áreas (PINHEIRO et al., 2003). Dentre os caranguejos semiterrestres, a fecundidade de muitas espécies de grapsídeos estuarinos foi estudada (PINHEIRO et al., 2003), mas existem poucos trabalhos publicados com espécies de costões rochosos (FLORES & PAULA, 2002b).

A idade de primeira maturação e o decréscimo da fecundidade com a idade são exemplos da influência da idade no processo reprodutivo. A idade dos caranguejos é uma informação básica ao entendimento dos processos de reprodução, crescimento e mortalidade: por exemplo, o crescimento pode ser definido como a variação do tamanho (ou peso) com a idade; a taxa de mortalidade, por sua vez, é comumente idade-dependente.

O estudo do crescimento em crustáceos é difícil porque este grupo não apresenta estruturas rígidas que registrem eventos sazonais (como os otólitos e escamas dos peixes), o que não permite que se determine, diretamente, a idade dos indivíduos e a estrutura etária das populações (HARTNOLL, 1982). As aproximações comumente utilizadas para a determinação da idade em crustáceos são a manutenção de animais de idade conhecida em cativeiro, experimentos de marcação-soltura-recaptura e análises de dados de distribuição de frequência em tamanho (BLHUM & BREY, 2001; PAULY *et al.*, 1984).

A quantificação da idade e das taxas de crescimento de uma espécie, assim como seus aspectos reprodutivos, são informações básicas ao estabelecimento de medidas conservacionistas em ilhas oceânicas. Outra informação importante para a conservação das populações das ilhas é a integração do conhecimento sobre todas as fases do ciclo de vida das espécies, especialmente no caso de *G. grapsus*, que apresenta uma fase pelágica e outra semiterrestre.

Durante a desova, as fêmeas de caranguejos auxiliam a liberação e eclosão dos ovos com movimentos rítmicos do abdômen e manipulação da massa ovígera com as quelas. Do ovo eclode uma forma embrionária conhecida como pré-zoé, que rapidamente sofre uma muda para o primeiro estágio de zoé (WARNER, 1977). A maior parte das espécies de grapsídeos apresenta de quatro a seis estágios larvais planctônicos, sendo que as espécies com cinco ou mais estágios normalmente exibem uma maior amplitude de distribuição geográfica (ANGER, 1995). Posteriormente, as larvas passam por metamorfose para a fase de megalopa ou pós-larva. A duração do desenvolvimento larval de *G. grapsus* ainda não foi descrita, embora o seu padrão de distribuição circuntropical, aliado ao número expressivo de estágios de zoés em Grapsidae, sugere que a dispersão larval pelágica representa um importante papel na colonização de novas áreas, repercutindo no amplo alcance geográfico desta espécie. Por outro lado, o isolamento geográfico do ASPSP sugere que a população de *G. grapsus* seja mantida principalmente por auto-recrutamento.

Este capítulo reúne os estudos em andamento sobre o caranguejo *G. grapsus* no ASPSP e apresenta informações sobre sua biologia reprodutiva (maturidade e fecundidade), crescimento (análise dos deslocamentos modais em distribuições de frequência de classes de tamanho) e ecologia larval (abundância e variação espaço temporal).

Material & métodos

O ASPSP está localizado no oceano Atlântico entre o Brasil e a África, próximo à linha do Equador, a 1.100 km da costa brasileira (**Figura 20.2b**). As águas em torno do arquipélago pertencem à Zona Econômica Exclusiva do Brasil (ZEE), sendo reconhecidas internacionalmente por seu potencial pesqueiro, particularmente de grandes peixes migratórios, como os atuns. Suas quatro maiores ilhotas estão separadas por pequenos canais, formando entre si uma enseada em forma de ferradura com profundidade entre 4 e 25 metros. A ilha Belmonte é a maior das 14 ilhas que compõe o Arquipélago, com cerca de 500 m².

A captura dos caranguejos foi realizada na ilha Belmonte, nas áreas de nidificação dos atobás, piscinas de marés e costões rochosos. Os caranguejos foram coletados manualmente entre

fevereiro/2003 e maio/2005 e imediatamente embalados e congelados. Alguns comportamentos da espécie foram também observados em campo e registrados por fotografias.

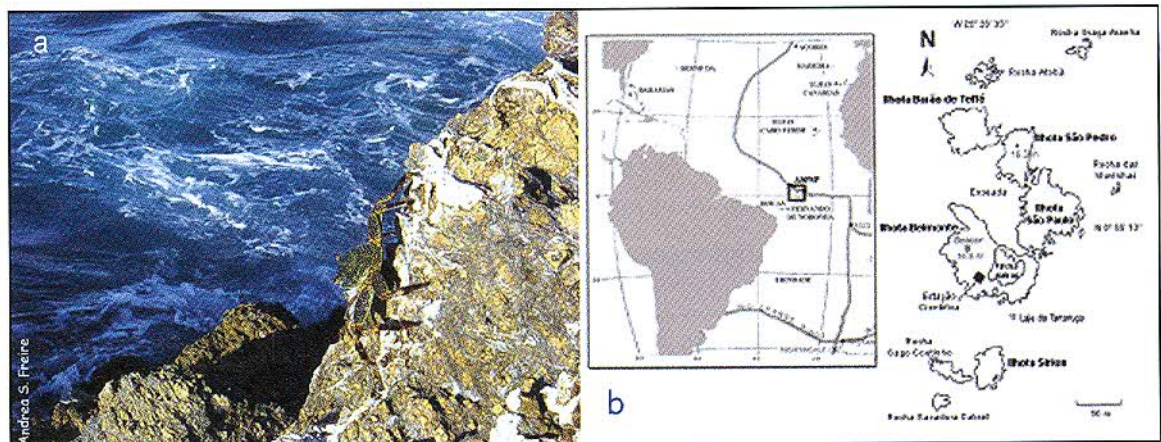


Figura 20.2. a) *Grapsus grapsus*; b) localização do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (adaptado de BOWEN, 1966) e da ilha Belmonte (adaptado de FEITOZA et al., 2003).

As larvas de *G. grapsus* foram obtidas a partir de arrastos de plâncton realizados em abril, agosto e novembro/2003 (outono, inverno e primavera, respectivamente) e março/2004 (verão). As amostras foram coletadas na enseada e em diferentes distâncias ao redor do ASPSP (100 metros, 500 metros e 1.500 metros), compreendendo três réplicas por distância, colhidas nos períodos diurno e noturno. Em abril, não houve coleta na enseada e o outono foi representado por amostras coletadas posteriormente (maio/2005). Os arrastos foram horizontais e de superfície, realizados com uma rede cônico-cilíndrica de 200 μ m de malha com fluxômetro acoplado. As amostras foram fixadas em formaldeído 4% neutralizado com bórax.

Em laboratório, os exemplares tiveram as seguintes estruturas morfológicas medidas com paquímetro de precisão (0,05 milímetros): carapaça (maior largura cefalotorácica = LC), abdome (maior largura do 5º somito = LA), quela maior (comprimento do própodo = CP) e gonopódio (comprimento do primeiro par = CG). Os animais foram classificados segundo seu estágio de maturação gonadal, de acordo com Pinheiro & Fransozo (2002). A massa de ovos e três alíquotas com 1.000 ovos de cada fêmea foram desidratadas em estufa (48 h por 60° C) e pesadas em balança analítica (0,001 grama), com posterior quantificação do número total de ovos (fecundidade individual = NO). A fecundidade potencial de espécie foi estabelecida por ajuste de função potência ($y=abx$) aos pontos empíricos da relação NO x LC. Os ovos foram medidos e caracterizados sob microscópio estereoscópio com aumento de 100x.

O tamanho no início da maturidade morfológica e fisiológica foi determinado para cada sexo, seguindo os métodos descritos por Hattori & Pinheiro (2007). A maturidade morfológica foi estimada por análise das relações biométrica entre CP x LC e CG x LC (machos) e LA x LC (machos e fêmeas). Os dados também foram ajustados pela função potência para a obtenção da constante que especifica o padrão de crescimento de crescimento relativo (b). O software MATURE 1 e 2 (SOMERTON & MACINTOSH, 1983) foi utilizado para estimar a maturidade de acordo com o padrão de crescimento obtido anteriormente. A maturidade fisiológica foi estabelecida com base no tamanho em que metade da população se encontra com gônadas maduras, sendo os caranguejos com gônadas imaturas considerados juvenis. Os gráficos de frequência de adultos por tamanho foram ajustados segundo Fonteles-Filho (1989). A maturidade morfológica e fisio-

lógica obtida para cada sexo foi comparada para verificar a possível sincronia destes eventos e para se determinar a maturidade funcional.

Foram obtidas distribuições de frequência em classes de tamanho (5 milímetros de LC) para cada sexo por data de amostragem. As distribuições foram constituídas por componentes normais, apresentando característica polimodal. A dispersão das médias das curvas normais em relação ao tempo (dias) foi utilizada para se estimar as curvas de crescimento segundo o modelo de Bertalanffy (1938). A longevidade ($t_{\text{máx}}$) foi estimada pela equação de crescimento invertida, considerando que o tamanho corpóreo esperado (LC) atinja 99% do comprimento assintótico (D'INCAO & FONSECA, 1999).

Os parâmetros de crescimento foram estimados variando os parâmetros da equação (k , t_0 e LC_{inf}). Foi selecionada uma coorte para cada sexo, que apresentou ritmo de crescimento e consistência biológica ao ciclo de vida da espécie (longevidade, coeficiente de crescimento e comprimento assintótico). O coeficiente de determinação (R^2) foi considerado para a escolha da curva de melhor ajuste aos dados obtidos e as idades foram corrigidas com base no valor de t_0 .

As larvas da espécie foram triadas integralmente na maioria das amostras, embora algumas tenham sido analisadas por subamostragem, utilizando pipeta de 10 mL. As zoés de *G. grapsus* foram identificadas de acordo com Brossi-Garcia & Rodrigues (1993, 1997), Fransozo *et al.*, (1998); Guerao *et al.* (2001) e Flores *et al.* (2003), estando as amostras de verão (março/2004) ainda em análise. Os resultados de abundância larval (ind. $\times 100\text{m}^{-3}$) foram expressos em histogramas específicos.

Resultados

Foram capturados 703 exemplares (383 machos e 320 fêmeas). Os machos apresentaram o tamanho (LC) variando de 14,2 a 69,5 milímetros ($39,88 \pm 12,10$ milímetros), com média significativamente superior ($p < 0,05$) à das fêmeas, cuja variação foi de 9,1 a 57,3 milímetros ($35,92 \pm 11,12$ milímetros).

Maturidade morfológica, fisiológica e funcional

A relação CP x LC em machos foi representada por três regressões matemáticas: a) $LC < 28$ mm: $CP = 0,544LC^{0,91}$ ($n = 74$; $r^2 = 0,94$); b) $28 \leq LC < 51,4$ mm: $CP = 0,214LC^{1,19}$ ($n = 228$; $r^2 = 0,96$); c) $LC \geq 51,4$ mm: $CP = 0,0179LC^{1,82}$ ($n = 68$; $r^2 = 0,90$) (**Figura 20.3a**). O programa MATURE 1 revelou melhor ajuste de duas regressões ao conjunto de dados relativos aos exemplares com $LC < 54$ milímetros ($F = 36,11$; $p < 0,01$), evidenciando com $LC = 28$ milímetros (tamanho na muda pré-puberal), o ponto de separação entre elas. Neste caso, a linha fase inferior caracteriza um crescimento alométrico negativo ($b = 0,91$), passando a alométrico positivo na linha fase superior ($b = 1,19$). O mesmo foi verificado para o grupo de animais com $LC > 51,4$ milímetros, também representado por duas regressões ($F = 63,84$; $p < 0,01$), com elevação expressiva da constante de crescimento alométrico (b) de 0,91 para 1,84 a partir deste tamanho, que representa o ponto de separação entre estas regressões (tamanho na muda puberal).

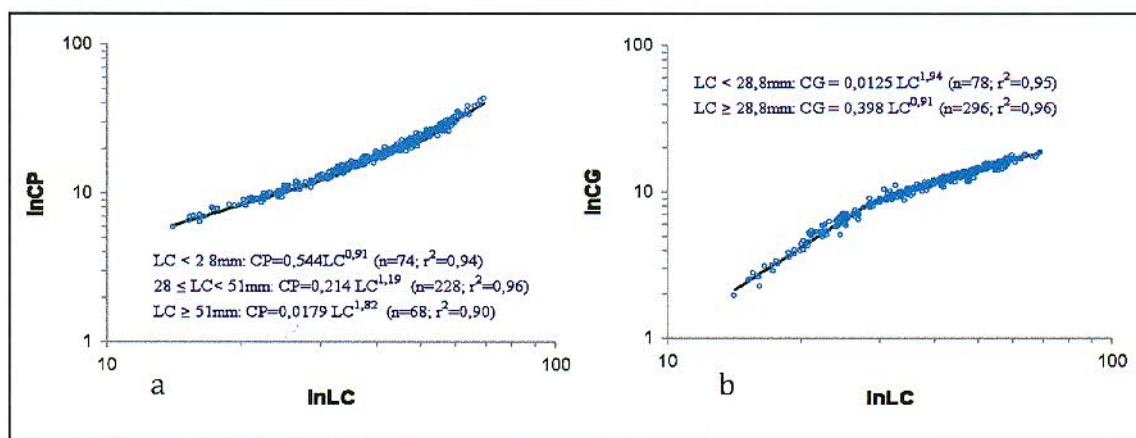


Figura 20.3. Análise de regressão em machos de *Grapsus grapsus* para a relação biométrica (a) do comprimento do própodo (CP) ($n = 370$) e (b) comprimento do gonopódo (CG) ($n = 374$) pela largura cefalotorácica (LC).

A relação CG x LC foi representada por duas regressões matemáticas: a) $LC < 28,8$ mm: $CG = 0,0125 LC^{1,94}$ ($n = 78$; $r^2 = 0,95$) e b) $LC \geq 28,8$ mm: $CG = 0,398 LC^{0,91}$ ($n = 296$; $r^2 = 0,96$) (**Figura 20.3b**). O programa MATURE 1 revelou melhor ajuste de duas regressões ao conjunto de dados desta relação biométrica ($F = 532,17$; $p < 0,01$), evidenciando com $LC = 28,8$ milímetros (tamanho na muda pré-puberal), o ponto de separação entre elas. Neste caso, a linha fase inferior caracteriza um expressivo crescimento alométrico positivo ($b = 1,94$), passando a um crescimento alométrico negativo a partir deste tamanho ($b = 0,91$).

A relação LA x LC em fêmeas foi representada por três regressões matemáticas: a) $LC < 23,8$ mm: $LA = 0,119 LC^{1,37}$ ($n = 52$; $r^2 = 0,98$); b) $23,8 \leq LC < 33,8$ mm: $LA = 0,0314 LC^{1,80}$ ($n = 87$; $r^2 = 0,94$); c) $LC \geq 33,8$ mm: $LA = 0,777 LC^{0,96}$ ($n = 176$; $r^2 = 0,97$) (**Figura 20.4**). O programa MATURE 1 revelou melhor ajuste de duas regressões ao conjunto de dados representado pelos exemplares com $LC < 23,8$ milímetros ($F = 27,42$; $p < 0,01$), evidenciando com $LC = 23,8$ milímetros (tamanho na muda pré-puberal), o ponto de separação entre elas. Neste caso, a linha fase inferior caracteriza um crescimento alométrico positivo ($b = 1,37$), com aumento da taxa de alometria positiva na linha fase superior ($b = 1,80$).

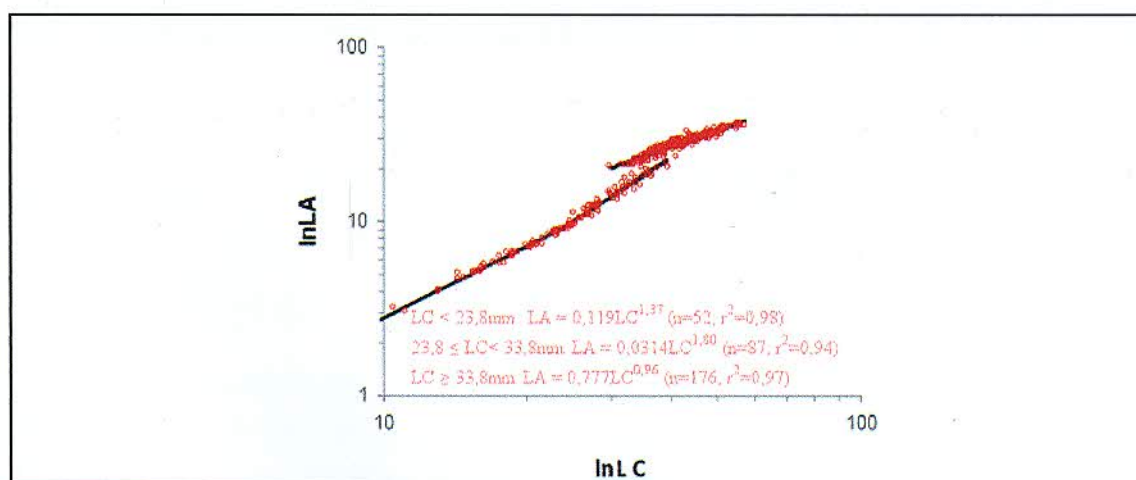


Figura 20.4. Análise de regressão em fêmeas de *Grapsus grapsus* para a relação biométrica da largura do abdômen (LA) pela largura da carapaça (LC) ($n = 315$).

Entre 29,9 a 39,35 milímetros de largura cefalotorácica, foi constada sobreposição entre dois conjuntos de pontos no diagrama de dispersão, tendo sido utilizado o programa MATURE 2 para o cálculo das regressões e estimativa do tamanho na maturidade. Neste caso, a linha fase inferior é a mesma que representa a linha fase superior no conjunto de dados analisado anteriormente, evidenciando uma elevada taxa de crescimento alométrico positivo para a variável LA ($b = 1,80$), que assume tendência isométrica na linha fase superior com a qual apresenta sobreposição ($b = 0,96$). Estas duas regressões apresentaram expressiva diferença entre si ($F = 769,91$; $p < 0,01$).

A **Figura 20.5** representa a curva de maturidade fisiológica de cada sexo e observa-se que a maturidade dos machos (38,4 milímetros) ocorreu com tamanho superior ao das fêmeas (33,4 milímetros).

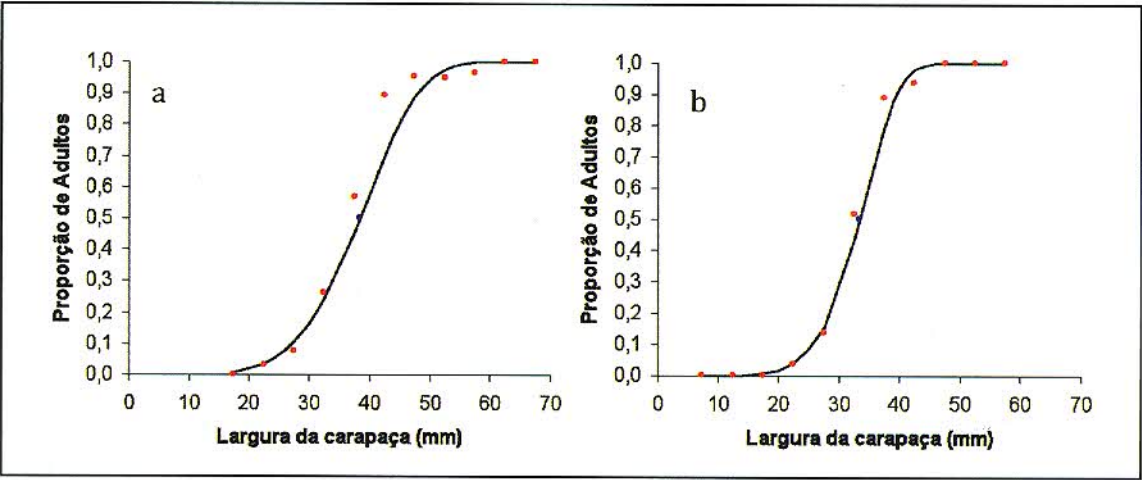


Figura 20.5. Curva de maturidade fisiológica de *Grapsus grapsus* para (a) machos ($n = 288$) e (b) fêmeas ($n = 303$).

A **Tabela 20.1** apresenta a comparação entre os valores obtidos para a maturidade morfológica e fisiológica de machos e fêmeas de *G. grapsus*.

Tabela 20.1. Estimativas de maturidade morfológica e fisiológica de <i>Grapsus grapsus</i> no Arquipélago de São Pedro e São Paulo.							
Sexo	Relação biométrica	Maturidade sexual morfológica					Maturidade sexual fisiológica (LC mm)
		Alometria	Ponto de separação (LC mm)	Alometria	Ponto de separação (LC mm)	Alometria	
Machos	CP x LC	--	28,0	+	51,4	+++	38,4
	CG x LC	+++	28,8	-			
Fêmeas	LA x LC	++	23,8	+++	33,8	0	33,4

Os machos de *G. grapsus* apresentam maturidade morfológica com tamanho (LC) variando entre 28,0 e 31,2 milímetros, anterior à maturidade fisiológica (38,4 milímetros). Na muda pré-puberal ($28,0 < LC < 31,2$ mm), são perceptíveis modificações na taxa de alometria das variáveis CP e CG, embora a maior modificação quelar ocorra a partir de 51,4 milímetros, quando acontece a muda puberal deste sexo, com otimização da condição de manipulação da fêmea na cópula.

Para as fêmeas, a análise da relação LA x LC evidenciou duas modificações na linha de tendência dos pontos, ocorrendo a primeira com 23,8 milímetros (muda pré-puberal) e outra com 33,8

milímetros (muda puberal). O tamanho de maturidade fisiológica das fêmeas (33,4 milímetros) foi praticamente síncrono ao de maturidade morfológica (33,8 milímetros).

Assim, as fêmeas atingem maturidade funcional (33,8 milímetros) anteriormente aos machos (51,4 milímetros).

Fecundidade

Foram encontradas fêmeas ovígeras (**Figura 20.6a**) em todas as expedições, havendo uma tendência a maior ocorrência durante o verão e a primavera (**Figura 20.6b**).

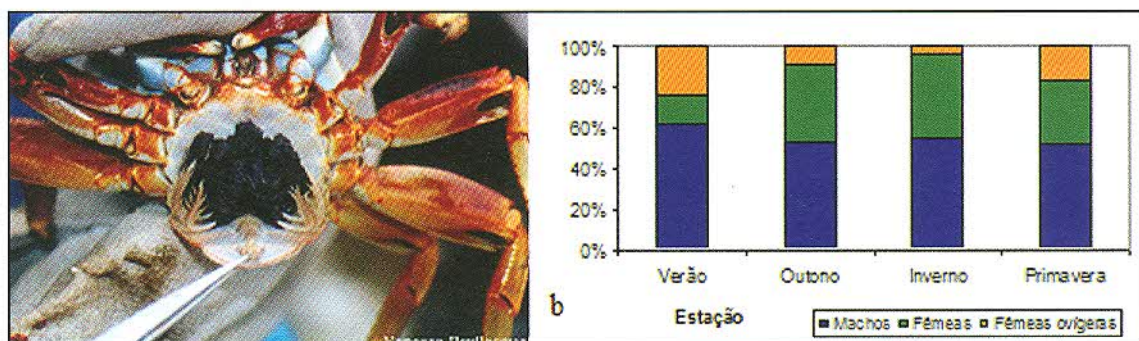


Figura 20.6. a) fêmea ovígera de *Grapsus grapsus*; b) proporção de machos, fêmeas não ovígeras e fêmeas ovígeras em cada estação do ano, entre fevereiro/2003 e maio/2005.

As fêmeas ovígeras analisadas ($n = 80$) apresentaram tamanho variando de 31,6 a 55,4 milímetros ($41,7 \pm 5,38$) e peso variando de 11,5 a 59 gramas ($27,7 \pm 10,4$). A fecundidade variou de 2.359 a 83.551 ovos (23.181 ± 15.151) e os ovos apresentaram diâmetro entre 0,27 e 0,49 milímetros ($0,36 \pm 0,02$). A maioria das fêmeas apresentou ovos nos estágios iniciais e intermediários de desenvolvimento embrionário (**Figura 20.7**) e apenas 33% apresentaram em estágio final. Neste último caso, o embrião ocupava praticamente todo o volume do ovo, sendo possível visualizar os olhos compostos, cromatóforos abdominais e dorsais, grumos vitelínicos, gotas de óleo, carapaça, maxilípedes e somitos abdominais.

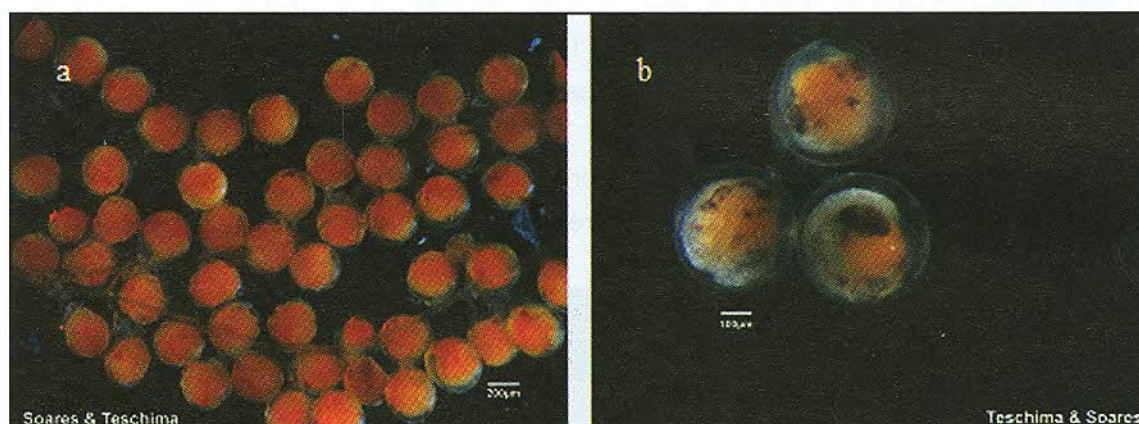


Figura 20.7. Ovos de *Grapsus grapsus* no estágio (a) intermediário e (b) final de desenvolvimento.

A fecundidade (número de ovos) foi positivamente correlacionada com o tamanho da fêmea (LC), relação expressa por equação matemática apresentada na **Figura 20.8a**. Os coeficientes de determinação (r^2) foram altos nos ovos em estágio inicial devido ao pequeno número de fêmeas analisadas. Os coeficientes foram baixos nos ovos no estágio final possivelmente por perda de ovos pelas fêmeas nesta fase. Assim, optou-se por aceitar a regressão NO x LC realizada com os ovos iniciais e intermediários como a mais representativa da espécie ($NO = 612,11LC^{1,071}$; $n = 77$; $p < 0,01$). A regressão realizada com as fêmeas por classes de tamanho (**Figura 20.8b**) mostrou aumento da variabilidade da fecundidade em tamanhos acima de 45 milímetros.

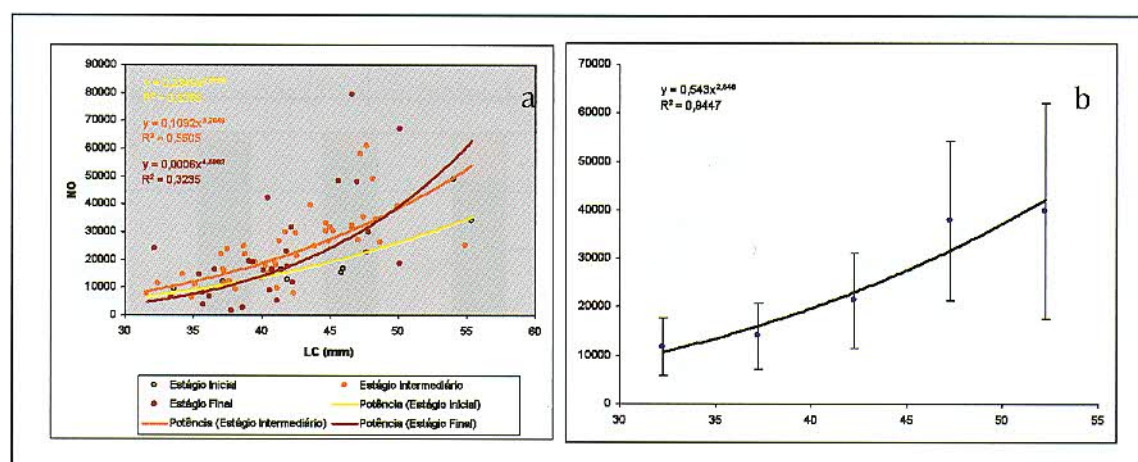


Figura 20.8. a) gráfico de dispersão e função potência da fecundidade (número de ovos = NO) pelo tamanho da fêmea (largura da carapaça = LC) de *Grapsus grapsus* com ovos em estágio inicial, intermediário e final (b) média e desvio da fecundidade (NO) nas classes de tamanho (LC) para ovos em estágios inicial e intermediário.

Considerando a maturidade sexual das fêmeas (LC = 33,8 milímetros), o tamanho médio das fêmeas ovígeras (LC = 42 milímetros) e a variabilidade da fecundidade acima de 45 milímetros, sugere-se nesta espécie que o valor de 45 milímetros de LC para as fêmeas seja uma referência para a manutenção da viabilidade da reprodução no local.

Crescimento

As médias das curvas normais ajustadas às distribuições de frequência em tamanho (LC) foram plotadas em função do tempo (dias), possibilitando a obtenção das curvas de crescimento. As curvas selecionadas apresentaram elevado coeficiente de correlação ($r = 0,96$) para ambos os sexos, assim como tamanho assintótico (LC_{∞}) compatível com os tamanhos máximos observados para os machos (69,5 milímetros) e fêmeas (57,3 milímetros).

Os parâmetros das curvas de crescimento e a longevidade máxima estimados para os sexos são apresentados na **Tabela 20.2** e as curvas de crescimento na **Figura 20.9**.

Tabela 20.2. Parâmetros de crescimento do modelo de Bertalanffy (LC_{∞} , k e t_0) e de longevidade máxima ($t_{\max}$), estimados para as coortes de *G. grapsus* do Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

	LC_{∞}	k (dias)	T_0	$T_{\max}$ (dias)	$T_{\max}$ (anos)
Machos	71,82	0,00412	-175,5	942,1	2,6
Fêmeas	46,01	0,00456	-119,5	890,2	2,4

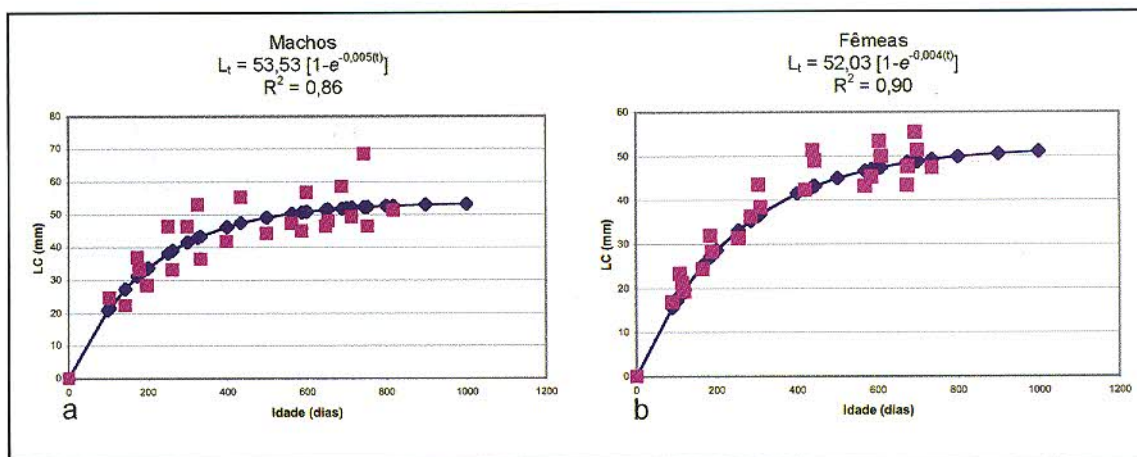


Figura 20.9. Curvas de Crescimento segundo Bertalanffy para machos (a) e fêmeas (b) de *Grapsus grapsus* do Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

As curvas de crescimento indicam que *G. grapsus* atingem a maturidade sexual com 305 dias (machos) e 290 dias (fêmeas). A menor fêmea ovígera capturada tinha 254 dias e a fecundidade média foi verificada com 486 dias.

Ecologia larval

As larvas do caranguejo *G. grapsus* (Figura 20.10) ocorreram em todas as estações do ano, principalmente no período noturno. As concentrações de zoés na enseada são muito mais altas que a partir de 100 metros de distância do ASPSP (Figura 20.10). A análise preliminar das amostras de março de 2004 (verão) já constatou a presença de larvas de *G. grapsus* em dois dos seis arrastos realizados, ambos noturnos.

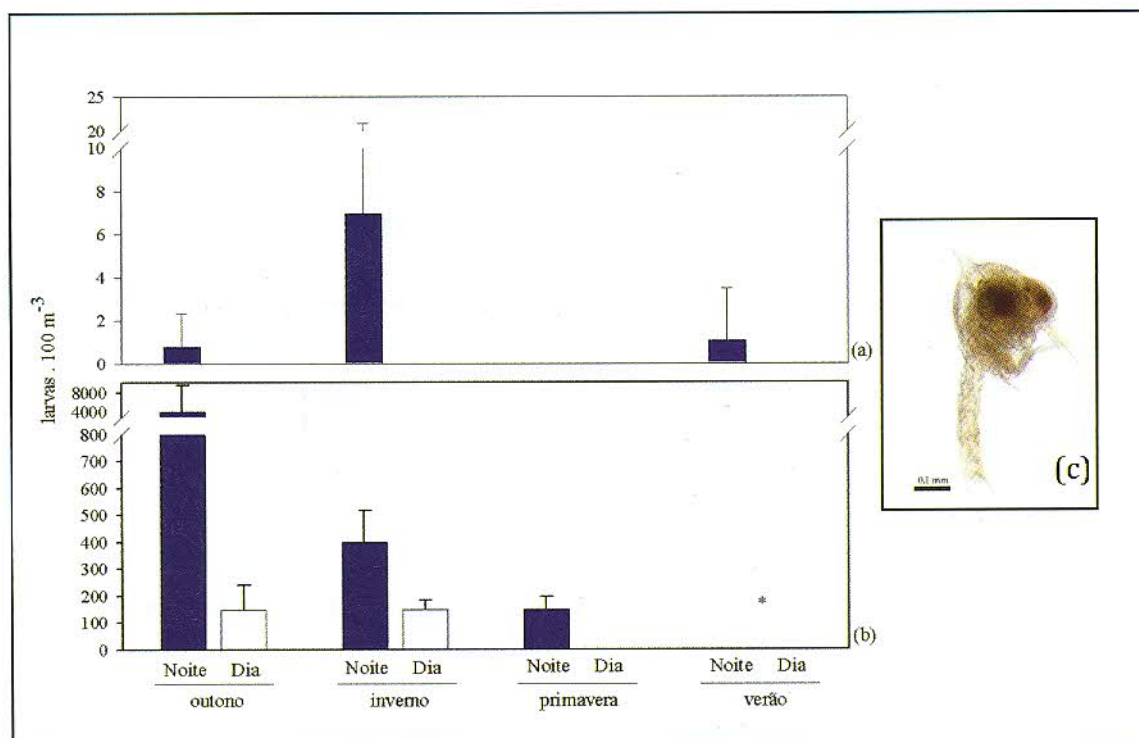


Figura 20.10. Abundância de larvas de *Grapsus grapsus* (média e desvio padrão) ao redor do arquipélago (a) e na enseada (b). * as amostras da enseada de março/2004 (verão) ainda estão sendo analisadas; c) larva zoé de *G. grapsus*.

Em relação ao comportamento reprodutivo, foram observadas muitas cópulas (**Figura 20.11**), especialmente nas expedições realizadas entre novembro e maio. Inicialmente, ocorre a fase de pré-cópula, em que o macho segura a fêmea e a arrasta para um local longe de outros machos. Tal ação é realizada pelo macho após várias tentativas de aproximação com a fêmea, por meio de sinalizações constantes com os quelípodos. Na cópula, o macho, geralmente de maior porte, se posiciona abaixo da fêmea e a duração deste comportamento é de aproximadamente 2 minutos. Após a separação do casal, o macho pode novamente abordar a mesma fêmea ou procurar outra para copular.

Foram observadas várias liberações larvais, com a fêmea se posicionando nos costões em proximidade à água, aguardando que as ondas se encarreguem da remoção e dispersão das larvas recém-eclodidas (**Figura 20.11**).

Em relação à alimentação, foram observados *G. grapsus* se alimentando de restos de peixes descartados pelos pesquisadores, predando ovos e filhotes de atobás e viuvinhas, de exúvias encontradas sobre as pedras e se alimentando por canibalismo de caranguejos inteiros ou de suas patas, que são arrancadas durante confrontos agonísticos (**Figura 20.12**). Não foram observados ataques a *Pachygrapsus corrugatus* (von Martens, 1872) e *Plagusia depressa* (Fabricius, 1775), que também ocorrem nos costões rochosos. Existe também uma quantidade expressiva de caranguejos mortos ou mutilados pelos atobás e viuvinhas, sendo comum a presença de cicatrizes profundas oriundas de bicadas sobre a carapaça ou a falta de uma ou mais patas. Foi observada uma muda durante um trabalho de biometria das carapaças, com duração de aproximadamente 55 minutos (**Figura 20.11**). Os dados de estimativa populacional estão sendo processados.

Existe grande variedade de coloração nos exemplares de *G. grapsus* do ASPSP, como a carapaça vermelha, vermelho-esverdeada e verde. Os caranguejos vermelhos tendem a ter o formato da carapaça ligeiramente mais arredondado, agrupam-se facilmente e inibem a presença de caranguejos menores ou verdes. Os caranguejos vermelhos são machos com LC superior a 43 milímetros, atingindo o máximo de 69,5 milímetros. As poucas fêmeas que apresentam carapaça vermelha atingem no máximo 55 milímetros de LC e têm um padrão de cor ligeiramente diferente (sem as estrias amarelas). Caranguejos verdes podem ser juvenis ou adultos; não foi encontrada ainda uma relação entre a cor da carapaça e a maturidade ou estágio de muda da espécie.

Discussão

As estimativas de maturidade, fecundidade, crescimento e análise da abundância e sazonalidade de larvas no plâncton são aplicações usuais e necessárias ao melhor conhecimento da biologia populacional, principalmente em espécies de valor econômico. As análises usualmente empregadas para auxiliar o manejo da captura foram aplicadas para *G. grapsus*, visando ao seu monitoramento populacional no ASPSP e em outras ilhas oceânicas do Atlântico.

Caranguejos machos são capazes de copular quando têm as gônadas maduras e seus caracteres sexuais secundários já formados (quelas de maior porte), enquanto nas fêmeas a maior importância recai na maturação gonadal (HATTORI & PINHEIRO, 2007). As fêmeas de *G. grapsus*

atingem maturidade funcional (33,8 milímetros) anteriormente aos machos (51,4 milímetros), similarmente ao que ocorre para a maioria dos caranguejos braquiúros já estudados. O grande intervalo entre a maturação de cada sexo permite aos machos copularem com fêmeas pequenas, como foi observado em campo. Machos de maior porte com quelas mais desenvolvidas apresentam vantagem na seleção de suas parceiras e na competição intra-específica com outros machos (PINHEIRO & FRANZOSO, 1998). Com um maior porte, os machos conseguem manipular e copular com mais facilidade as fêmeas, favorecendo o pareamento com fêmeas com uma maior variação de tamanho. A assincronia do tamanho de maturidade fisiológica e morfológica em machos já foi descrita também para portunídeos (sirís) (PINHEIRO & FRANZOSO, 1998). A maturidade fisiológica das fêmeas (33,4 milímetros) ocorreu com tamanho similar do menor tamanho de fêmea ovígera (31 milímetros), assim como em *U. cordatus* Linnaeus, 1763 (HATORI & PINHEIRO, 2007). Existem poucos trabalhos publicados que comparam os tamanhos na maturidade em caranguejos braquiúros, o que viria a contribuir para o conhecimento das estratégias reprodutivas das famílias envolvidas (HATORI & PINHEIRO, 2007).

A reprodução de caranguejos grapsídeos usualmente segue padrões sazonais bem definidos, incluindo a reprodução no verão, no inverno ou em momentos alternados da primavera ao verão (FLORES & FRANZOSO, 1998). A presença de fêmeas ovígeras de *G. grapsus* ao longo de todas as estações já era esperada no ASPSP, uma vez que nas regiões tropicais a época reprodutiva apresenta padrão geralmente contínuo (SASTRY, 1983). A presença de larvas de *G. grapsus* em todos os meses de coleta é indicativa de que esta espécie se reproduz ao longo de todo o ano. A maior concentração de larvas na enseada, todas no primeiro estágio de desenvolvimento larval, evidencia a desova das fêmeas no início do período noturno.

Observa-se na **Tabela 20.3** que a fecundidade média e o tamanho dos ovos de *G. grapsus* estão entre os valores intermediários para Grapsoidea, sendo a fecundidade inferior à de *G. cruentata* (LATREILLE, 1803), espécie de manguezal que apresenta dimensões similares. O número de ovos produzidos por crustáceos decápodos pode ter grande variação de acordo com a filogenia, estilo de vida, habitat, espaço interno no cefalotórax para acúmulo de vitelo (PINHEIRO et al., 2003) e formato do abdômen (FLORES & PAULA, 2002b). A alta fecundidade de caranguejos estuarinos é justificada pela maior quantidade de alimento disponível num ambiente muito produtivo (LIMA et al., 2006). Fêmeas de *Cyrtograpsus angulatus* Dana, 1851 habitando lagoas costeiras tiveram fecundidade superior àquelas que vivem em frestas de rochas em ilhas argentinas (GRECO & RODRIGUEZ, 2004). As fêmeas de *G. grapsus* estão sujeitas às ondas de grande magnitude, que eventualmente varrem toda a ilha, o que certamente causa a perda de ovos, embora não tenha sido observada pressão de predação sobre elas. O pequeno tamanho do ovo em relação à amplitude de LC das fêmeas, ao se comparar com as outras espécies, pode indicar uma estratégia de alta produção inicial de ovos.

Tabela 20.3. Fecundidade (número de ovos) e tamanho dos ovos em espécies de Grapsoidae.

Espécies de Grapsoidae	Local	LC (mm)	Ovos (número e diâmetro)	
		Mín - Máx.	Média ± SD	µm
<i>Goniopsis cruentata</i> ^{1,2}	SP, Brasil	25,1 - 41,4	57.235 ± 35.235	-
	RJ, Brasil	34,4 - 47,2	74.751 ± 27.296	-
<i>Grapsus grapsus</i>	ASPSP	24,2 - 55,4	23.181 ± 15.151	360
<i>Pachygrapsus marmoratus</i> ³	Portugal	10,0 - 35,0	15.623 ± 14.722	338
<i>Planes minutus</i> ⁴	Açores	11,0 - 22,0	8.934	320
<i>Chasmagnathus granulata</i> ⁵	RS, Brasil	14,5 - 25,6	19.250 ± 6.816	-
<i>Cyrtograpsus angulatus</i> ⁶	Argentina	14,3 - 33,4	15.285 ± 1.594	428
<i>Cyrtograpsus altimanus</i> ⁶	Argentina	6,2 - 11,3	1.867 ± 108	545

Fontes: 1. Cobo & Fransozo (1998); 2. Silva & Oshiro (2002); 3. Flores & Paula (2002); 4. Frick *et al.* (2003); 5. Ruffino *et al.* (1994); 6. Greco & Rodriguez (2004).

O tamanho assintótico (LC_{∞}) para *G. grapsus* foi compatível com os tamanhos máximos observados em campo para machos (69,5 milímetros) e fêmeas (57,3 milímetros). Cabe ressaltar que a literatura cita que esta espécie pode atingir tamanhos maiores em outras localidades geográficas, como 87,0 milímetros para machos na ilha Clarion, na costa oeste do México (RATHBUN, 1918), 79,2 milímetros para fêmeas na ilha Clipperton (GARTH, 1965) e 79,8 milímetros (machos) e 74,6 milímetros (fêmeas) estudados por Romero (2003) em Lima, Peru. Embora não sejam conhecidos trabalhos sobre crescimento da espécie, as estimativas realizadas foram consideradas satisfatórias devido à coerência com os dados de campo, além de serem condizentes com os resultados obtidos com outros grapsídeos (D'INCAO *et al.*, 1993; PIMENTA *et al.*, 2005). O estudo de crescimento em *G. grapsus* é o primeiro esforço para o entendimento da dinâmica populacional de uma espécie potencialmente longeva, submetida a um elevado grau de isolamento, constituindo um modelo biológico de grande importância para a melhor compreensão do processo evolutivo.

Os resultados apresentados devem ser comparados posteriormente com estudos realizados nas outras ilhas, onde as condições ambientais são bastante diferentes, seja pela presença de praias e/ou pela existência de maiores recursos alimentares. No Atol das Rocas, *G. grapsus* é observado predando filhotes de tartarugas recém-eclodidos; em Galápagos, é conhecido por remover ectoparasitos de iguanas marinhas; em praias do Chile, estes caranguejos são comumente predados pela ave *Cinclodes nigrofumosus* (Passeriformes: Furnariidae) (SABAT *et al.*, 2003). *Grapsus grapsus* se reproduz o ano inteiro e o investimento reprodutivo precisa compensar a perda de ovos imposta pelas fortes ondas existentes no ASPSP. As fêmeas da espécie se reproduzem a partir da metade de sua idade máxima estimada, o que sugere vários eventos reprodutivos ao longo da sua vida. As larvas concentram-se próximo ao ambiente parental. A continuação dos estudos de ecologia larval, incluindo o recrutamento das pós-larvas e o acompanhamento das variações na população de adultos, poderá esclarecer se a população local se mantém por auto-recrutamento.



Figura 20.11. Observações sobre o comportamento de *Grapsus grapsus* no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. a) pré-cópula; b), c) cópula; d) liberação das larvas; e) ventilação da massa de ovos; f), g) ecdise; h) caranguejo mutilado.

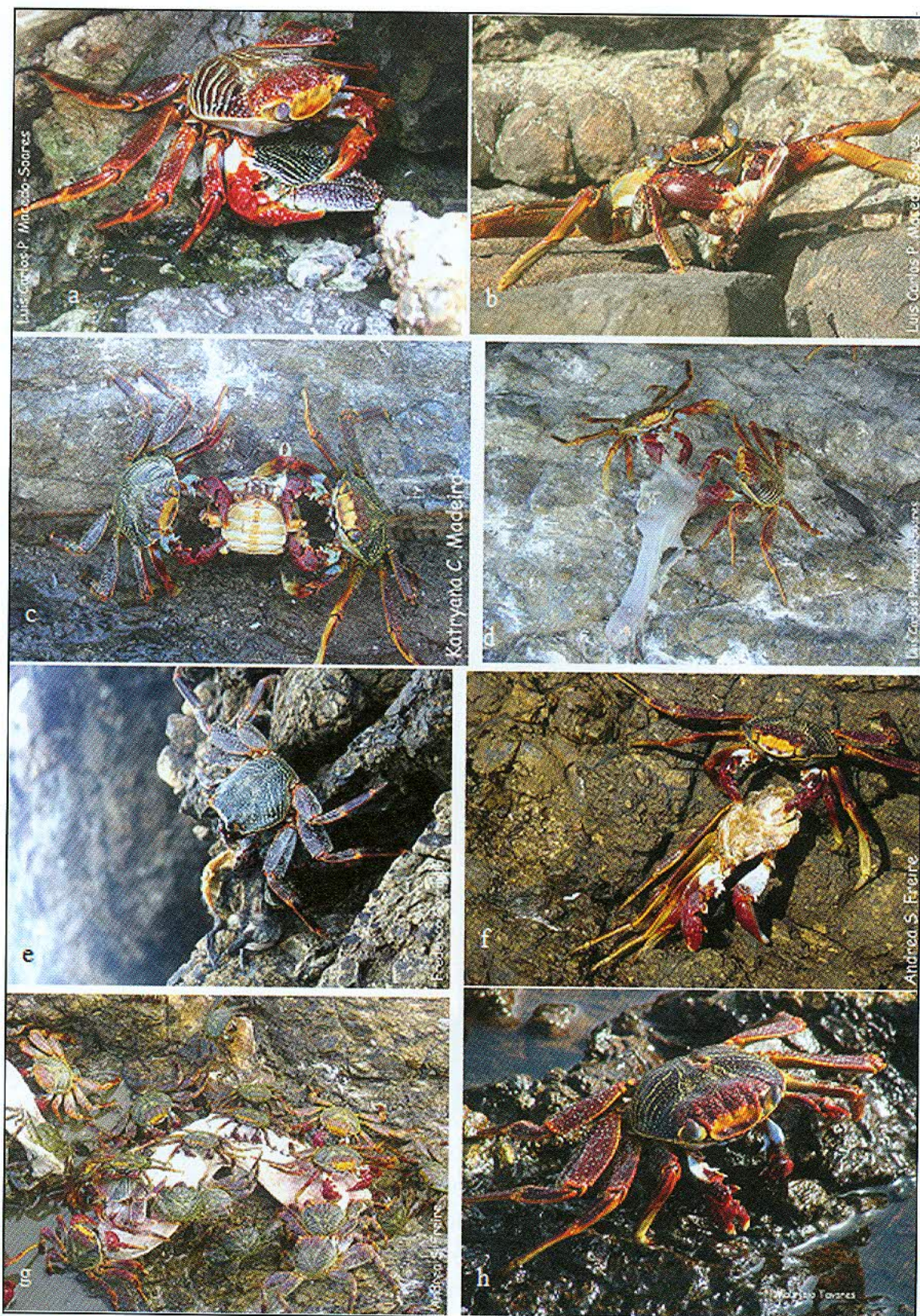


Figura 20.12. Observações sobre o comportamento de *Grapsus grapsus* no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. a), b), c) canibalismo; d) predação de filhote do atobá *Sula leucogaster*; e) predação de filhote de viúvinha *Anous* sp.; f) consumo de ecdises; g) consumo de restos de peixes; h) caranguejo com cicatriz de bicada na carapaça.

Agradecimentos

Agradecemos às tripulações dos barcos Transmar I e Transmar II, pelo apoio em campo; a Vanessa Bevilacqua, Leonardo Wedekin, Maurício G. Vianna, Naomi G. Souza, Gabriela de Oliveira, Alesandra B. Birolo, Nicolle C. Ferreira, Luis Carlos P. Macedo Soares e Sérgio Arantes, pelo esforço de coleta; a V. Bevilacqua, Bruno C. Silva, L.C.P.M. Soares, Matheus C. Moreira, Mariana M. Aguiar, Edson Faria Junior e Bárbara S. Menezes, todos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), pelo processamento de amostras; ao apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para o desenvolvimento dos projetos Ciclo de Vida de Crustáceos Decápodes e Estomatópodes no ASPSP (processo nº 48.0040/2004-4) e Padrões de Conectividade nas Populações Marinhas do ASPSP (processo nº 55.8470/2005-0); à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (processo nº 05/58085-5), pela concessão de bolsa de mestrado a Andrea G. Koettker; à Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (SECIRM), pelo apoio logístico na realização das expedições.

Referências bibliográficas

- Able, L.G.; Campanella, P.J. & Salmon, M., 1986. **Natural history and social organization of the semiterrestrial grassid crab *Pachygrapsus transversus***. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 104: 153-170.
- Anger, K. & Moreira, G.S. 1998. **Morphometric and reproductive traits of tropical caridean shrimps**. Journal Crustacean Biology, 18: 823-838.
- Anger, K., 1995. **The conquest of freshwater and land by marine crabs: adaptations in life-history patterns and larval bioenergetics**. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 193: 119-145.
- Bertalanffy, L. Von., 1938. **A quantitative theory of organic growth (Inquires on growth laws II)**. Human Biology, 10 (2): 181-213.
- Bluhm, B. & Brey, T., 2001. **Age determination in the Antarctic shrimp *Notocrangon antarcticus* (Crustacea : Decapoda), using the autofluorescent pigment lipofuscin**. Marine Biology, 138: 247-257.
- Both, R., 2001. **Análise da sazonalidade da avifauna marinha do Arquipélago de São Pedro e São Paulo**. 98 p. Dissertação (Mestrado em Zoologia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS.
- Bowen, V.T., 1966. **St. Paul's on the subway**. Oceanus, 12(4): 2-4
- Brossi-Garcia, A.L. & Rodrigues, M.D., 1993. **Zoeal morphology of *Pachygrapsus gracilis* (Saussure, 1858) (Decapoda, Grapsidae) reared in the laboratory**. Invertebrate Reproduction and Development, 24(3): 197-204.
- Brossi-Garcia, A.L. & Rodrigues, M.D., 1997. **Zoeal morphology of *Pachygrapsus transversus* (Gibbes) (Decapoda, Grapsidae) reared in the laboratory**. Revista Brasileira de Zoologia, 14(4): 803-819.
- Cobo, V.J. & Fransozo, A., 1998. **Relative growth of *Goniopsis cruentata* (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) on the Ubatuba region, São Paulo, Brazil**. Iheringia, Série Zoologia, 84: 21-28.
- Coelho, P.A., 1965. **Crustáceos decápodos do Atol das Rocas**. Ciência e cultura, 17 (2): 309-310.
- Darwin, C., 1891. **Countries visited during the voyage of H.M.S. "Beagle" round the world**. London: Ward lock.
- D'Incao, F. & Fonseca, D.B., 1999. **Performance of the von Bertalanffy growth curve in penaeid shrimps: a critical approach**. In: INTERNATIONAL CRUSTACEAN CONGRESS, IV, 1999, Amsterdam., Netherlands Proceeding Of the Fourth International Crustacean Congress, p. 733-737.
- D'Incao, F.; Ruffino, M.L.; Silva, K.G.; Braga, A.C.; Marques, L.H.C. 1993. **Crescimento de *Chasmagnathus granulata* Dana, 1851, em um Marisma do Estuário da Lagoa dos Patos, RS (DECAPODA: GRAPSIDAE)**. Revista Brasileira de Biologia, 53 (4): 637-643.
- Eston, A.; Migotto, A.E.; Oliveira Filho, E.C.; Rodrigues, S.A. & Freitas, J.C., 1986. **Vertical distribution of benthic marine organisms on the rocky coasts of the Fernando de Noronha Archipelago (Brazil)**. Boletim Instituto Oceanográfico, 34: 37- 53.
- Fausto-Filho, 1974. **Stomatopod and decapod crustaceans of the Archipelago of Fernando de Noronha, Northeast Brazil**. Arquivos de Ciências do Mar, 14 (1): 1-35.
- Feitoza, B.M., Rocha, L.A., Júnior, O.J.L., Floeter, S.R., Gasparini, J.L. 2003. **Reef fishes of St. Paul's Rocks: new records and notes on biology and zoogeography**. Aqua Journal of Ichthyology and Aquatic Biology, 7(2): 61-82.
- Flores, A.A.V.; Paula, J.; Dray, T., 2003. **First zoeal stages of grapsoid crabs (Crustacea: Brachyura) from the East African coast**. Zoological Journal of the Linnean Society. 137, 355-383.
- Flores, A.A.V. & Fransozo, M.L.N., 1998. **External factors determining seasonal breeding in a subtropical population of the shore crab *Pachygrapsus transverses* (Gibbes, 1850) (Brachyura, Grapsidae)**. Invertebrate Reproduction and Development 34 (2-3): 149-155
- Flores, A.V. & Paula, J., 2002a. **Population dynamics of the shore crab *Pachygrapsus marmoratus* (Brachyura: Grapsidae) in the central Portuguese coast**. Journal. Marine Biology, 82: 229-241.
- Flores, A.V. & Paula, J., 2002b. **Sexual maturity, larval release and reproductive output of two brachyuran crabs from a rocky intertidal area in central Portugal**. Invertebrate Reproduction and Development , 42 (1): 21-34.
- Flores, A.A.V.; Paula, J. & Dray, T., 2003. **First zoeal stages of grapsoid crabs from the east African coast**. Zoological Journal of Linean Society, 137: 355-383.

- Fonteles – Filho, A. A., 1989 **Recursos pesqueiros. Biologia e dinâmica populacional**. Ceará: Imprensa Oficial do Ceará. 296p.
- Franzoso, A.; Cuesta, J.A. & Negreiros-Franzoso, M.L. 1998. **The first zoeal stages of two species of Grapsidae and a key to such larvae from the Brazilian coast**. *Crustaceana*, 71(3): 331-343.
- Frick, M.G.; Williams, K.L.; Bolten, A.B.; Bjorndal, K.A. & Martins, H.R. 2003. **Diet and fecundity of columbus crabs, *Planes minutus*, associated with oceanic-stage loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, and inanimate flotsam**. *Journal of Crustacean Biology*: 350–355.
- Garth, J.S., 1965. **The brachyuran decapod crustaceans Clipperton Island**. *Proceedings of the California Academy of Science*, 33 (1): 1-45.
- Greco, L.S.L., Rodriguez, E.M., 2004. **Reproductive performance in *Cyrtograpsus angulatus* and *Cyrtograpsus altimanus* (Brachyura, Varunidae) from Jabali Island, Argentina**. *Journal of Crustacean Biology*, 24: 213–216.
- Guerao, G.; Schubart, C.D. & Cuesta, J.A., 2001. **The first zoeal stages of *Grapsus grapsus* (Linnaeus) and *Geograpsus lividus* (H. Milne Edwards) (Decapoda, Brachyura, Grapsidae) from the Western Atlantic**. *Nauplius* 9 (2): 111-121.
- Hartnoll, R.G., 1982. Growth. In: BLISS, D. E., (Ed.). **The Biology of Crustacea. Embryology, Morphology and Genetics**. New York: Academic Press., v.2, p. 111-185
- Hattori, G.Y. & Pinheiro, M.A.A., 2003. **Fertilidade do caranguejo do mangue *Ucides cordatus* (Linnaeus) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae), em Iguape (São Paulo, Brasil)**. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20 (3): 309-313.
- Hattori, G.Y. & Pinheiro, M.A.A., 2007. **Sexual maturity of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae), at Iguape (SP), Brazil**. *Fishery Bulletin*.
- Holthuis, L.B.; Edwards, A.J. & Lubbock, H.R., 1980. **The Decapod and Stomatopod Crustacea of St. Paul's Rocks**. *Zoologische Mededelingen*, 56 (3): 27-51.
- Knuckey, I.A., 1996. **Maturity in male mud crab, *Scylla serrata*, and use of mating scars as a functional indicator**. *Journal of Crustacean Biology*, 16: 487-495.
- Lima, G.V.; Soares, M.R.S. & Oshiro, L.M.Y. 2006. **Reproductive biology of the sesamid crab *Armases rubripes* (Rathbun) (Decapoda, Brachyura) from an estuarine area of Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil**. *Iheringia. Série Zoologia*, 96 (1): 47-52.
- López- Greco, L.S. & Rodriguez, M., 1999. **Annual reproduction and growth of adult crabs *Chasmagnathus granulatus* (Crustacea, Brachyura, Grapsidae)**. *Cahiers de Biologie Marine*, 40: 155-164
- Mantellato, F.L.M. & Franzoso, A., 1997. **Fecundity of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Porunidae) from Ubatuba region, São Paulo, Brazil**. *Crustaceana*, 70 (2): 214-226.
- Melo, G.A.S., 1996. **Manual de identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) do litoral Brasileiro**. São Paulo: Plêiade, FAPESP. 604p.
- Nelson, B.J., 1978. **The Sulidae – Gannets and Boobies**. London: Oxford University Press. 1012p.
- Pauly, D.; Ingles, J.; Neal, R., 1984. **Application to shrimp stocks of objective methods for the estimation of growth, mortality and recruitment-related parameters from length-frequency data (ELEFAN I and II)**. In: GULLAND, J. A.; ROTHCHILD, B. J., (Ed). **Penaeid shrimps- their biology and management**. Surrey: Fishing News Boock Ltd. p 220-234.
- Pinheiro, M.A.A.; Baveloni, M.A. & Terceiro, O.S.L., 2003. J. A.; ROTHCHILD, B. J., (Ed). **Penaeid shrimps- their biology and management**. Surrey: Fishing News Boock Ltd. p 220-234.
- Pimenta, A.M.; Barutot, R.A.; D'Incao, F. & Fonseca, D.B. 2005. **Growth of *Armases rubripes* (Rathbun, 1897) in the estuary of the Lagoa dos Patos, Southern Brazil**. *Nauplios* 13(2): 183-189.
- Pinheiro, M.A.A. & Franzoso, A., 1998. **Sexual maturity of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Decapoda, Brachyura, Portunidae) in the Ubatuba Littoral, São Paulo State, Brazil**. *Crustaceana* 71 (4): 434-452.
- Pinheiro, M.A.A.; Baveloni, M.A. & Terceiro, O.S.L., 2003. **Fecundity of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura, Ocypodidae)**. *Invertebrate Reproduction and Development* , 43 (1): 19-26.

- Pinheiro, M.A.A. & Franoso, A., 2002. **Reproductive dynamics of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Brachyura, Portunidae), on the north coast of São Paulo State, Brazil.** Journal of Crustacean Biology, 22 (2): 416-428.
- Rathbun, M.J., 1918. **Synopsis of the American Sesarmae, with description of a new species.** Proceedings of the Biological Society of Washington, 11: 89-92.
- Ratti, A. P., 2004. **Taxonomia e Biogeografia da Superfamília Grapsoidea MacLeay (excl. Gecarcinidae) (Crustacea: Decapoda: Brachyura) do Atlântico Ocidental.** 376p. Tese (Doutorado em Zoologia). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, SP
- Romero, L., 2003. **Comportamiento reproductivo y mutilaciones en el cangrejo de las rocas *Grapsus grapsus* (Linnaeus, 1758) (Crustacea, Decapoda).** Revista Peruana de Biología, 10 (2): 195-202.
- Ruffino, M.L., Telles, M.D. & D'Incao, F. 1994. **Reproductive aspects of *Chasmagnathus granulata* (Dana, 1851) (Decapoda: Grapsidae) in the Los Patos Lagoon Estuary - Brazil .** Nauplius, 2: 43-52.
- Sabat, P., Farina, J.M.; Soto-Gamboa, M. 2003 **Terrestrial birds living on marine environments: does dietary composition of *Cinclodes nigrofumosus* (Passeriformes: Furnariidae) predict their osmotic load ?** Revista Chilena de Historia Natural, 76: 335-343.
- Sastry, A.N., 1983. **Ecological aspects of reproduction.** In: VERNBERG, J.J. & VERNBERG, W.B. (Eds.), The biology of Crustacea, New York: Academic Press, v.8, p 179- 270.
- Seiple, W & Salmon, M., 1982. **Comparative social behavior of two grapsid crabs, *Sesarma reticulatum* and *S. cinereum*.** Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 62: 1-24.
- Silva, Z.S. & Oshiro, L.M.Y. 2002. **Aspectos reprodutivos de *Goniopsis cruentata* (Latreille) (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil.** Revista Brasileira de Zoologia, 19(3):907-914.
- Somerton, D.A. & Macintosh, R.A., 1983. **The size at sexual maturity of the blue king crab, *Paralithoides platypus* in Alaska.** Fishery Bulletin, 81 (3): 621- 628.
- Spivak, E.D. & Sanches, N. 1992. **Prey selection by *Larus behcheri atlanticus* in Mar Chiquita Lagoon, Buenos Aires, Argentina: a possible explanation for its discontinuous distribution.** Revista Chilena de Historia Natural, 65: 209-220.
- Warner, G.F., 1977. **The Biology of Crabs.** London: Elek Science, 202p