

# Dinâmica do desenvolvimento das gônadas de *Parastacus varicosus* (Crustacea, Decapoda, Parastacidae)

Daiana da Silva Castiglioni<sup>1</sup>, Guendalina Turcato de Oliveira<sup>2</sup> & Georgina Bond-Buckup<sup>1</sup>

1. Laboratório de Carcinologia, Departamento de Zoologia, PPG Biologia Animal, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9500, prédio 43435, 91501-970 Porto Alegre, RS, Brasil. (daicastiglioni@yahoo.com.br)
2. Faculdade de Biociências, Departamento de Ciências Biológicas, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Av. Ipiranga, 6681, prédio 12, 90619-900 Porto Alegre, RS, Brasil.

**ABSTRACT.** Dynamics of gonadal development of *Parastacus varicosus* (Crustacea, Decapoda, Parastacidae). The level of gonadal development of a species can be evaluated by the determination of the gonadosomatic (GSI) and the hepatosomatic (HSP) indices. The hepatopancreas is the most important centre for storage of reserves in decapods, which can be transferred to the gonads during their development. The aim of this study was to estimate gonadal development of *Parastacus varicosus* Faxon, 1898 by means of macro and microscopic observations, as well by the inspection of the variations of gonadosomatic and hepatosomatic indices. The crayfishes were collected in the Gravataí hydrographic basin, Cova do Touro locality, State of Rio Grande do Sul, Brazil. Female's gonads were weighted for the recognition of the gonadosomatic index and histological analysis. Hepatopancreas weight was also obtained to determine the hepatosomatic index. The results showed a decrease of the hepatosomatic index and an increase of the gonadosomatic index in females during the seasonal transition period from spring to summer, suggesting a possible transfer of the hepatopancreatic reserves to the gonads during the reproductive period. However, considering that this decrease did not show significance at  $p > 0.05$  level, it is likely that other tissues contribute for this transfer, as hemolymph, for instance.

**KEYWORDS.** Crayfish, gonadosomatic index, maturation.

**RESUMO.** O desenvolvimento das gônadas de uma espécie pode ser avaliado pela determinação do índice gonadosomático e hepatossomático. O hepatopâncreas é o maior centro de reservas em decápodos e essas reservas podem ser transferidas para as gônadas durante o seu desenvolvimento. O objetivo desta pesquisa foi avaliar, no lagostim *Parastacus varicosus* Faxon, 1898, o desenvolvimento das gônadas, por meio de observações macro e microscópicas, além de determinar a variação dos índices gonadosomático e hepatossomático. Os lagostins foram amostrados na bacia hidrográfica do rio Gravataí, localidade Cova do Touro, Estado do Rio Grande do Sul. As gônadas das fêmeas foram pesadas para a determinação do índice gonadosomático e para análise histológica. O peso do hepatopâncreas também foi obtido para a determinação do índice hepatossomático. Os resultados mostraram uma diminuição do índice hepatossomático e um aumento do índice gonadosomático das fêmeas, no período de passagem da primavera para o verão, o que sugere uma possível transferência das reservas do hepatopâncreas para a gônada no período reprodutivo. No entanto, considerando que essa diminuição não foi significativa ao nível de 0,05, sugere-se que outros tecidos e/ou a hemolinfa possam estar contribuindo com a transferência de suas reservas.

**PALAVRAS-CHAVE.** Índice gonadosomático, lagostim, maturação.

O desenvolvimento das gônadas, em crustáceos decápodos, pode ser acompanhado pelas modificações que ocorrem nos ovários durante o ciclo reprodutivo, em que há multiplicação de células gonadais e crescimento dos gametas para a maturação, ovulação e oviposição (GRASSÉ, 1996). Durante essas fases, a gônada feminina sofre modificações como alteração da cor e tamanho, enquanto na gônada masculina, as modificações morfológicas não são tão evidentes (CAVALLI *et al.*, 2001; KROL *et al.*, 1992).

O desenvolvimento das gônadas pode determinar o período e o tamanho em que o animal atinge a maturidade sexual, sendo caracterizado como o conjunto de transformações morfológicas e fisiológicas mediante as quais os juvenis ou imaturos alcançam a capacidade de produzir gametas, que podem fecundar ou ser fecundados (MANTELATTO & FRANZOZO, 1997). Para os crustáceos, nem sempre existem características externas como cor e tamanho que, de maneira direta e inequívoca, informam sobre o momento exato em que os indivíduos alcançam a maturidade sexual.

A maturidade sexual fisiológica pode ser reconhecida pela análise histológica das gônadas e

ductos genitais, onde pode ser revelado um desenvolvimento heterogêneo das células, passando por vários estágios de diferenciação durante o desenvolvimento (MANTELATTO & FRANZOZO, 1997). A maturidade sexual foi investigada em várias espécies de decápodos que ocorrem no Brasil, destacando-se os artigos publicados por REIGADA & NEGREIROS-FRANZOZO (1999), CASTIGLIONI & SANTOS (2001), BAPTISTA-METRI *et al.* (2005) e COBO & FRANZOZO (2005).

O índice gonadosomático vem sendo utilizado como um método qualitativo na determinação do período reprodutivo de uma espécie avaliando os estágios de desenvolvimento. Esse índice expressa a porcentagem que as gônadas representam no peso total do corpo dos indivíduos (GRANT & TYLER, 1983; HAEFNER & SPAARGAREN, 1993; VAZZOLER, 1996; LÓPEZ-GRECO & RODRÍGUEZ, 1999).

A sazonalidade do desenvolvimento das gônadas está associada com o armazenamento de reservas orgânicas e minerais nos tecidos somáticos, que são transferidas para as gônadas durante a gametogênese (LAWRENCE, 1976). Portanto, como o hepatopâncreas dos

crustáceos é o maior centro de reservas orgânicas e inorgânicas em decápodos (GIBSON & BARKER, 1979), é esperado que ocorra uma mobilização dessas reservas energéticas para a maturação das gônadas, mostrando assim valores dos índices gonadosomáticos e hepatossomáticos antagônicos, como vem sendo observado em crustáceos decápodos (PILLAY & NAIR, 1973; KYOMO, 1988; HAEFNER & SPAARGAREN, 1993; CHU, 1995; LÓPEZ-GRECO & RODRÍGUEZ, 1999).

O índice gonadosomático foi avaliado em algumas espécies de decápodos, como no caranguejo *Chasmagnathus granulatus* Dana, 1851 por LÓPEZ-GRECO & RODRÍGUEZ (1999), nos camarões carídeos *Crangon crangon* (Linnaeus, 1758) e *Exopalaemon modestus* (Heller, 1862) por HAEFNER & SPAARGAREN (1993) e OH *et al.* (2002), respectivamente, e no camarão penaeídeo *Metapenaeus joyneri* (Miers, 1880) pesquisado por CHU (1995). Nos lagostins *Procambarus clarkii* (Girard, 1852), *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) e *C. quinquecarinatus* Gray, 1845 o desenvolvimento das gônadas também foi acompanhado pela aplicação desse índice (KULKARNI *et al.*, 1991; SAGI *et al.*, 1996 e BEATTY *et al.*, 2005, respectivamente).

No entanto, até o momento, nenhuma pesquisa foi realizada sobre o desenvolvimento das gônadas dos lagostins do gênero *Parastacus* Huxley, 1879 com a avaliação do índice gonadosomático. Visando contribuir com informações referentes à biologia reprodutiva desses crustáceos, objetiva-se avaliar o desenvolvimento das gônadas em *Parastacus varicosus* Faxon, 1898.

## MATERIAL E MÉTODOS

As amostragens de *P. varicosus* foram realizadas mensalmente no período de junho de 2004 a maio de 2005. Os locais de coleta foram um arroio e tanques de criação de peixes, em uma propriedade particular na localidade Cova do Touro, pertencente à bacia hidrográfica do rio Gravataí, Rio Grande do Sul (29°52'33,9"S; 51°0'51,7"W). Os lagostins foram capturados com armadilhas iscadas com fígado de boi - retirados após dois dias -, puçás e uma bomba de sucção.

Os exemplares foram medidos quanto ao comprimento do cefalotórax (mm) com um paquímetro digital (0,01mm) e pesados em uma balança eletrônica (precisão de 0,001 g). As gônadas foram observadas quanto à coloração. Para as fêmeas registrou-se o peso do ovário e o peso do hepatopâncreas, enquanto para os machos foi verificado apenas o peso do hepatopâncreas.

Os estágios de desenvolvimento dos ovários foram caracterizados de acordo com a coloração e tamanho: o estágio I foi representado pelo ovário imaturo de coloração branca, o estágio II pelo ovário em desenvolvimento e amarelado e o estágio III pelo ovário desenvolvido e com coloração verde-oliva.

Para estimar o tamanho em que os lagostins atingem a maturidade sexual, as gônadas foram analisadas microscopicamente, seguindo-se as etapas de rotina em preparação histológica. O material foi observado quanto à presença de oócitos em vitelogênese secundária nas fêmeas, enquanto nos machos foi analisada a presença de espermátides e/ou espermatozoides.

O índice gonadosomático (IG) e hepatossomático (IH) foram determinados segundo GRANT & TYLER (1983) e VAZZOLER (1996) pelas seguintes equações:  $IG = (PG/PA) \times 100$  e  $IH = (PH/PA) \times 100$ , em que PG, PA e PH é, respectivamente, os pesos da gônada, do lagostim e do hepatopâncreas.

Os resultados foram analisados utilizando-se o teste de análise de variância (ANOVA - one way), complementado com o teste de Tukey (ZAR, 1996). Na comparação entre os índices gonadosomático e hepatossomático utilizou-se o teste de análise de variância (ANOVA - two way) (ZAR, 1996). O nível de significância adotado foi de 5% e as análises estatísticas realizadas no programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

## RESULTADOS

O desenvolvimento das gônadas de *P. varicosus* foi avaliado em machos (n=40), cujo comprimento de cefalotórax (CC) variou de 8,25 a 39,85 mm ( $26,81 \pm 0,736$ ) e o peso de  $6,70g \pm 0,57$  (média  $\pm$  erro padrão); em fêmeas (n=50), o tamanho variou de 12,55 a 37,06 mm de CC ( $28,26 \pm 0,842$ ) e o peso médio de  $7,24g \pm 0,53$  (média  $\pm$  erro padrão).

A amplitude do tamanho do CC foi maior nas fêmeas com gônadas imaturas, sendo que as fêmeas com gônadas em desenvolvimento e as desenvolvidas apresentaram praticamente a mesma variação (Tab. I). A presença de gônadas imaturas em fêmeas a partir de 12,55 até 35,08 mm de CC sugere a ocorrência de sucessivas desovas.

Foi observado um aumento significativo no tamanho dos ovários (peso) no estágio III (Fig. 1), enquanto que o peso das gônadas não mostrou diferença entre o estágio I e II ( $p > 0,05$ ). Nas fêmeas examinadas (n = 50), foi observada a predominância dos ovários no estágio III, correspondendo a 48 %, seguido pelo estágio I com 36%, e o estágio II com a menor frequência, 16%. Foi observada a predominância do estágio III no período do inverno até o verão (Fig. 2).

O menor valor do índice gonadosomático (IG) foi observado no outono (0,31) e o maior valor no verão (3,16). O valor mais baixo do índice hepatossomático (IH) foi verificado, também, no outono (6,16) e o valor mais elevado na primavera (7,29) (Fig. 3).

Com relação aos estágios dos ovários (Fig. 4), observou-se um aumento do IG no estágio mais desenvolvido - estágio III ( $p < 0,05$ ) -, enquanto que entre os estágios I e II não foi verificada diferença significativa. O IH não mostrou variação à medida que os ovários se desenvolvem ( $p > 0,05$ ).

Tabela I. Caracterização biométrica dos indivíduos de *Parastacus varicosus* Faxon, 1898 nos diferentes estágios do desenvolvimento dos ovários (CC, comprimento do cefalotórax, em mm).

	Estágio I (n= 18)	Estágio II (n= 8)	Estágio III (n= 24)
Peso médio (g) $\pm$ erro padrão	0,019 $\pm$ 0,003	0,021 $\pm$ 0,007	0,153 $\pm$ 0,021
Variação do CC	12,55 a 35,08	22,97 a 34,19	24,10 a 37,06
Média do CC $\pm$ erro padrão	25,73 $\pm$ 1,43	28,38 $\pm$ 1,70	31,05 $\pm$ 0,93

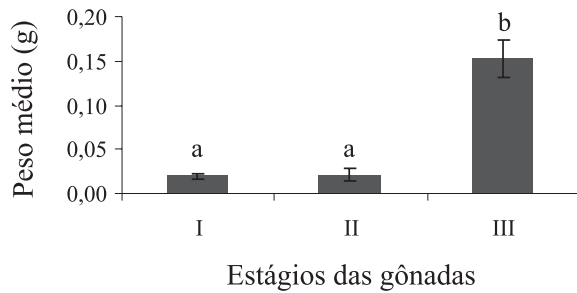


Fig. 1. Peso médio dos ovários de *Parastacus varicosus* Faxon, 1898 nos três estágios de desenvolvimento. As colunas representam a média e as barras verticais o erro padrão da média. Colunas com pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente.

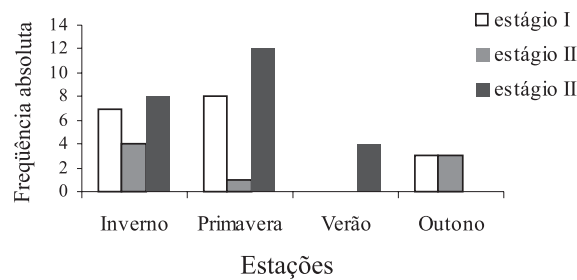


Fig. 2. Frequência absoluta dos estágios dos ovários de *Parastacus varicosus* Faxon, 1898 durante o período de junho de 2004 a maio de 2005.

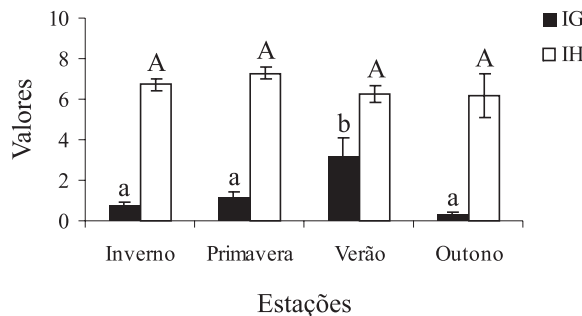


Fig. 3. Índice gonadosomático (IG) e hepatossomático (IH) sazonal de fêmeas de *Parastacus varicosus* Faxon, 1898. As colunas representam a média e as barras verticais o erro padrão da média. Colunas com pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente; letras minúsculas referentes ao IG e letras maiúsculas referentes ao IH.

Foi observado um aumento significativo do IG no verão (Fig. 3), mostrando que *P. varicosus* apresenta maior atividade reprodutiva nesse período. Entretanto, os valores do IH não apresentaram variação durante o período amostral ( $p > 0,05$ ), no entanto observou-se uma diminuição no período da primavera em relação ao verão ( $p > 0,05$ ).

Comparando-se os IH dos machos e das fêmeas (Fig. 5), verifica-se que não houve variação significativa durante o período amostral ( $p > 0,05$ ). Para as fêmeas, o

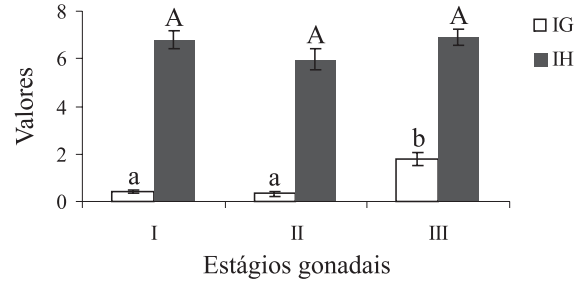


Fig. 4. Índice gonadosomático (IG) e índice hepatossomático (IH) nos estágios de desenvolvimento dos ovários de *Parastacus varicosus* Faxon, 1898. As colunas representam a média e as barras verticais o erro padrão da média. Colunas com pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente; letras minúsculas referentes ao IG e letras maiúsculas referentes ao IH.

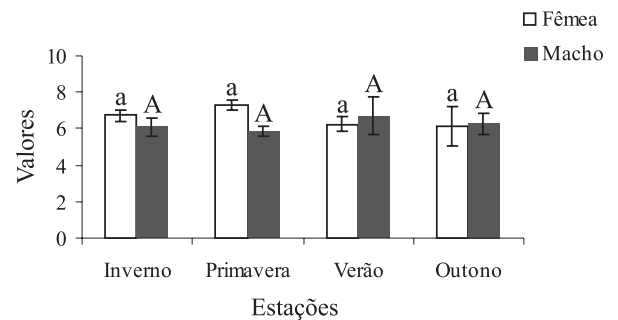


Fig. 5. Índice hepatossomático (IH) dos machos e das fêmeas de *Parastacus varicosus* Faxon, 1898 nas estações do ano. As colunas representam a média e as barras verticais o erro padrão da média. Colunas com pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente; letras minúsculas referentes às fêmeas e letras maiúsculas referentes aos machos.

maior valor do IH ocorreu na primavera (7,3) e o menor, no outono (6,16), enquanto para os machos o maior valor foi observado no verão (6,71) e o menor, na primavera (5,86).

Na análise histológica dos ovários, foi verificada a presença de oócitos em vitelogênese secundária a partir de 24 mm (CC), indicando assim que os lagostins estão aptos a se reproduzirem. Em cinco fêmeas menores que 24 mm, constatou-se oócitos em vitelogênese inicial. Nas gônadas masculinas verificou-se espermatídes ou espermatozoides em lagostins maiores que 23 mm (CC).

## DISCUSSÃO

O início da reprodução é um evento crítico na história de vida dos animais e está associado com o esforço reprodutivo, definido como a proporção de energia do corpo transferido para a reprodução (LÓPEZ-GRECO & RODRIGUEZ, 1999). Nos crustáceos decápodos, em geral, há armazenamento de reservas orgânicas no hepatopâncreas e sua utilização durante o desenvolvimento ovariano foi observado por PILLAY & NAIR (1973), KYOMO (1988), CHU (1995), LÓPEZ-GRECO & RODRIGUEZ (1999) e YAMAGUCHI (2001); esta característica também foi verificada no lagostim de água doce *Cherax quinquecarinatus* por LINDQVIST *et al.* (1999) e BEATTY *et al.* (2005).

No entanto, o mesmo não foi observado por ROSA & NUNES (2003) em *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) e *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) (Penaeoidea) e em uma espécie de Nephropoidea, *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758), onde esses autores sugerem que os recursos do hepatopâncreas não são esgotados. Na presente pesquisa sugere-se apenas uma transferência parcial das reservas do hepatopâncreas de *P. varicosus* para as gônadas durante o período reprodutivo (verão), pois foi observada uma pequena diminuição no peso dessas. Portanto, sugere-se que outros tecidos como a hemolinfa e o músculo e também o aporte de nutrientes oriundos da dieta possam contribuir com a atuação das transferências das reservas durante o período de maturação gonadal (PILLAY & NAIR, 1973; SPAARGAREN & HAEFNER, 1994; CAVALLI *et al.*, 2001; ROSA & NUNES, 2002).

O aumento do índice gonadosomático no verão pode estar relacionado à amostragem somente de fêmeas com gônadas desenvolvidas. Esse fato deve-se à dificuldade de amostragem nesse período, influenciada pela baixa precipitação. A média histórica da precipitação esperada para os meses do verão (dezembro a fevereiro) para a região seria de 99,63 mm; entretanto, nesse trimestre foi de apenas 25,83 mm (EMBRAPA, 2005). Com o déficit de chuvas, os lagostins aprofundaram as tocas na procura de água, o que dificultou a captura dos mesmos.

Pesquisas realizadas com lagostins do gênero *Procambarus* por HUNER (1988) e GUTIÉRREZ-YURRUTA & MONTES (1999) mostraram que a redução na atividade locomotora das fêmeas ovígeras, associada à diminuição na taxa metabólica, pode explicar a menor amostragem quando comparado com as fêmeas não-ovígeras, as quais apresentam altas taxas metabólicas e maior atividade de forrageio. Segundo BEATTY *et al.* (2005), essas observações aliadas ao elevado número de tocas ocupadas por fêmeas ovígeras do lagostim *Cherax quinquecarinatus* sugerem uma possível explicação para a redução na captura das fêmeas ovígeras. Na presente investigação, o fato de não ter sido registrada nenhuma fêmea ovígera durante o período amostral, corrobora com essas observações.

O período reprodutivo em algumas espécies de decápodos é restrito a determinadas épocas do ano, como observado em *Chasmagnathus granulatus*, *Cancer magister* (Dana, 1852), *Uca lactea* (de Haan, 1835) e *Aegla leptodactyla* Buckup & Rossi, 1977 por LÓPEZ-GRECO & RODRÍGUEZ (1999), SWINEY & SHIRLEY (2001), YAMAGUCHI (2001) e NORO & BUCKUP (2003), respectivamente. No entanto, fêmeas ovígeras de *A. platensis* foram registradas durante todo ano, mostrando assim que esta espécie tem a capacidade de reproduzir-se por um período mais prolongado (BUENO & BOND-BUCKUP, 2000).

Com relação aos lagostins de água doce, FONTOURA & BUCKUP (1989) verificaram que o período reprodutivo de *Parastacus brasiliensis* (von Martens, 1869) inicia nos meses da primavera e estende-se até os meses do verão. Este mesmo período foi observado em *P. varicosus* na presente pesquisa.

A utilização de parte das reservas de nutrientes do hepatopâncreas por *P. varicosus* durante o período reprodutivo, indica uma estratégia pouco comum entre os crustáceos. Tal fato pode ser atribuído ao hábito de

vida desse lagostim, que vive em ambiente com recursos alimentares limitados, confinados em galerias, e em pequenas populações. Outras investigações sobre a dinâmica populacional das espécies de *Parastacus* deverão ser implementadas visando um melhor entendimento das estratégias reprodutivas dos lagostins de água doce.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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 Shangrilá, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 17(1):43-49.
- BEATTY, S. J.; MORGAN, D. L. & GILL, H. S. 2005. Life history and reproductive biology of the gligie, *Cherax quinquecarinatus*, a freshwater crayfish endemic to southwestern Australia. **Journal of Crustacean Biology** 25(2):251-262.
- BUENO, A. A. P. & BOND-BUCKUP, G. 2000. Dinâmica populacional de *Aegla platensis* Schmitt (Crustacea, Decapoda, Aeglidae). **Revista Brasileira de Zoologia** 17(1):43-49.
- CASTIGLIONI, D. S. & SANTOS, S. 2001. Reproductive aspects of *Cyrtograpsus angulatus* Dana, 1851 (Brachyura, Grapsidae) in the Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul State, Brazil. **Nauplius** 9(1):11-20.
- CAVALLI, R. O.; TAMTIN, M.; LAVENS, P. & SORGELOOS, P. 2001. Variations in lipids classes and fatty acid content in tissues of wild *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) females during maturation. **Aquaculture** 193:311-324.
- CHU, K. H. 1995. Aspects of reproductive biology of the shrimp *Metapenaeus joyneri* from the Zhujiang Estuary, China. **Journal of Crustacean Biology** 15(2):214-219.
- COBO, V. J. & FRANSOZO, A. 2005. Physiological maturity and relationships of growth and reproductive in the red mangrove crab *Goniopsis cruentata* (Latreille) (Brachyura, Grapsidae) on the coast of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** 22(1):219-223.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 2005. Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. Disponível em: <www.agritempo.com.br>. Acesso em: 10.11.2005.
- FONTOURA, N. F. & BUCKUP, L. 1989. Dinâmica populacional e reprodução em *Parastacus brasiliensis* (von Martens, 1869) (Crustacea, Decapoda, Parastacidae). **Revista Brasileira de Biologia** 49(4):911-921.
- GIBSON, R. & BARKER, P. L. 1979. The decapod hepatopancreas. **Oceanography Marine Biology: an annual review** 17:285-346.
- GRANT, A. & TYLER, P. A. 1983. The analysis of data in studies of invertebrate reproduction. I. Introduction and statistical analysis of gonad indices and maturity indices. **International Journal of Invertebrate Reproduction** 6:259-269.
- GRASSÉ, P. P. 1996. **Traité de Zoologie: Anatomie, Systématique, Biologie**. Tome VII. Crustacés; fascicule I: Morphologie, Physiologie, Reproduction, Systématique. Paris, Masson. 917p.
- GUTIÉRREZ-YURRUTA, P. J. & MONTES, C. 1999. Bioenergetics and phenology of reproduction of the introduced red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*, in Donana National Park, Spain, and implications for species management. **Freshwater Biology** 42:561-574.
- HAEFNER, P. A. & SPAARGAREN, D. H. 1993. Interactions of ovary and hepatopancreas during the reproductive cycle of *Crangon crangon* (L.). I. Weight and volume relationships. **Journal of Crustacean Biology** 13(3):523-531.
- HUNER, J. V. 1988. *Procambarus* in North America and elsewhere. In: HOLDICH, D. M. & LOWERY, R. S. eds. **Freshwater Crayfish: biology, management and exploitation**. London, Chapman and Hall. p.239-261.
- KROL, R. M.; HAWKINS, W. E. & OVERSTREET, R. M. 1992. Reproductive components. In: HARRISON, F.W. & HUMES, A. G. eds. **Microscopic Anatomy of Invertebrates**. New York, Wiley-Liss. v.10, p.295-343.
- KULKARNI, G. K.; GLADE, L. & FINGERMAN, M. 1991. Oogenesis and

- effects of neuroendocrine tissues on in vitro synthesis of protein by the ovary of the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Girard). **Journal of Crustacean Biology** 11(4):513-522.
- KYOMO, J. 1988. Analysis of the relationship between gonads and hepatopancreas in males and females of the crab *Sesarma intermedia*, with reference to resource use and reproduction. **Marine Biology** 97:87-93.
- LAWRENCE, J. M. 1976. Patterns of lipid storage in post-metamorphic marine invertebrates. **American Zoologist** 16:747-762.
- LINDQVIST, O. V.; HUNER, J. V.; HENTTONEN, P. & KONONEN, H. 1999. A comparison of life history strategies and energy reserves of crayfishes occupying permanent or temporary water bodies. **Freshwater Biology** 12:449-461.
- LÓPEZ-GRECO, L. S. & RODRÍGUEZ, E. M. 1999. Annual reproduction and growth of adult crabs *Chasmagnathus granulata* (Crustacea, Brachyura, Grapsidae). **Cahiers De Biologie Marine** 40:155-164.
- MANTELATTO, F. L. M. & FRANZOZO, A. 1997. Fecundity of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba Region, São Paulo, Brazil. **Crustaceana** 70(2):214-225.
- NORO, C. K. & BUCKUP, L. 2003. O crescimento de *Aegla leptodactyla* Buckup & Rossi (Crustacea, Anomura, Aeglidae). **Revista Brasileira de Zoologia** 20(2):191-198.
- OH, C. W.; SUH, H. L.; PARK, K. Y.; MA, C. W. & LIM, H. S. 2002. Growth and reproductive biology of the freshwater shrimp *Exopalaemon modestus* (Decapoda: Palaemonidae) in a lake of Korea. **Journal of Crustacean Biology** 22(2):357-366.
- PILLAY, K. K. & NAIR, N. B. 1973. Observations on the biochemical changes in gonads and other organs of *Uca annulipes*, *Portunus pelagicus* and *Metapenaeus affinis* (Decapoda: Crustacea) during the reproductive cycle. **Marine Biology** 18:167-198.
- REIGADA, A. L. D. & NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. 1999. Maturidade sexual em *Hepatus pudibundus* (Decapoda, Brachyura, Portunidae), in Ubatuba littoral, São Paulo State, Brazil. **Crustaceana** 71(4):434-452.
- ROSA, R. A. & NUNES, M. L. 2002. Biochemical changes during the reproductive cycle of the deep-sea decapod *Nephrops norvegicus* on the south coast of Portugal. **Marine Biology** 141:1001-1009.
- \_\_\_\_\_. 2003. Changes in organ indices and lipid dynamics during the reproductive cycle of *Aristeus antennatus*, *Parapenaeus longirostris* and *Nephrops norvegicus* (Crustacea: Decapoda) females from the south Portuguese coast. **Crustaceana** 75(9):1095-1105.
- SAGI, A.; KHALAILA I.; BARKI, A.; HULATA, G. & KARPLUS, I. 1996. Intersex red claw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens): functional males with previtellogenic ovaries. **Biology Bulletin** 190:16-23.
- SPAARGAREN, D. H. & HAEFNER, O. A., JR. 1994. Interactions of ovary and hepatopancreas during the reproductive cycle of *Crangon crangon* (L.). II. Biochemical relationships. **Journal of Crustacean Biology** 14:6-19.
- SWINEY, K. M. & SHIRLEY, T. 2001. Gonad development of southeastern Alaskan Dungeness crab, *Cancer magister*, under laboratory conditions. **Journal of Crustacean Biology** 21(4):897-904.
- VAZZOLER, A. E. A. DE M. 1996. **Biologia da Reprodução de Peixes Teleósteos: Teoria e Prática**. São Paulo, CNPq/Nupelia (UEM). 169p.
- YAMAGUCHI, T. 2001. Seasonal change of the hepatopâncreas index in the males of the fiddler crab, *Uca lactea*. **Crustaceana** 4(7):627-634.
- ZAR, J. H. 1996. **Biostatistical analysis**. Prentice-Hall, Upper Saddle River. 662p.