

**CRESCIMENTO RELATIVO DE *Austinixa patagoniensis*  
(RATHBUN, 1918) (DECAPODA: PINNOTHERIDAE),  
SIMBIONTE DE *Sergio mirim* (RODRIGUES, 1971)  
(DECAPODA: CALLIANASSIDAE) NA PRAIA DO  
CASSINO, RS.**

**E. dos S. ALVES<sup>1</sup> & P. R. PEZZUTO<sup>2\*\*</sup>**

(1) Fundação Universidade do Rio Grande (FURG), Depto. de Oceanografia, Laboratório de Invertebrados Bentônicos. Cx. Postal 474, CEP 96201-900, Rio Grande, RS, Brasil. e-mail: lialves@mailcity.com (2) Universidade do Vale do Itajaí, Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar (CTTMar). Cx Postal 360, CEP 88302-202, Itajaí, SC, Brasil. e-mail: pezzuto@mbox1.univali.rct-sc.br

\*\* Para quem as correspondências devem ser enviadas.

**ABSTRACT**

The relative growth of *Austinixa patagoniensis* was studied for 183 juveniles, 250 males and 298 females. The analysis were conducted for carapace width (CW) (the reference dimension), carapace length, abdomen width and maximum height of the propodus of the left quelipod. Linear and Potential Functional Regressions were calculated for each dimension. The respective fit were used to choose the final model to describe the relationship between the variables. For both sexes, ontogenetic changes in the relative growth patterns seemed to be related to sexual maturity. Transition points found along the abdomen and quelipod growth suggest sizes-at-maturity of 7.75 and 8.0 mm (CW) for males and females, respectively.

**Palavras-chave:** Crescimento relativo, Alometria, Pinnotheridae, *Austinixa patagoniensis*

**INTRODUÇÃO**

Durante o crescimento de um organismo, é usual que partes de seu corpo cresçam a taxas diferentes, condicionando alterações em sua forma (Hartnoll, 1978). O estudo do crescimento relativo dedica-se ao entendimento destas alterações, através do acompanhamento das variações ocorridas em certas dimensões corpóreas em relação a outras, ao longo da ontogenia de um organismo (Hartnoll, 1982).

As técnicas de estudo de crescimento relativo tornam possível descrever de forma prática o conhecimento sobre o desenvolvimento pós-larval de várias espécies de crustáceos (Tessier, 1960). Em caranguejos braquiúros, dados morfométricos têm sido extensamente utilizados para detectar mudanças na alometria relacionadas com determinadas características biológicas da espécie, como o tamanho de maturação sexual (Hartnoll, 1974, 1982; Abello *et al.*, 1990).

Os caranguejos pertencentes a família Pinnotheridae apresentam um desenvolvimento pós-larval complexo, que envolve forte dimorfismo sexual e uma série de modificações morfológicas (Campos, 1993). No entanto, trabalhos que se dediquem exclusivamente ao estudo do crescimento relativo das espécies desta família encontram-se disponíveis apenas para *Pinnotheres pisum* (ver Needham, 1950).

Com vistas a auxiliar na elucidação de aspectos relativos ao desenvolvimento pós-larval de caranguejos pinoterídeos, o presente trabalho tem como principal objetivo

descrever o crescimento relativo de *Austinixa patagoniensis* (antigo *Pinnixa patagoniensis*), simbiote de *Sergio mirim* (Decapoda: Callinassidae) na praia do Cassino, RS.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os espécimes de *A. patagoniensis* utilizados no presente estudo foram coletados mensalmente das galerias de *S. mirim* existentes no mediolitoral da praia do Cassino (RS) (Figura 1), entre março de 1989 e novembro de 1991.

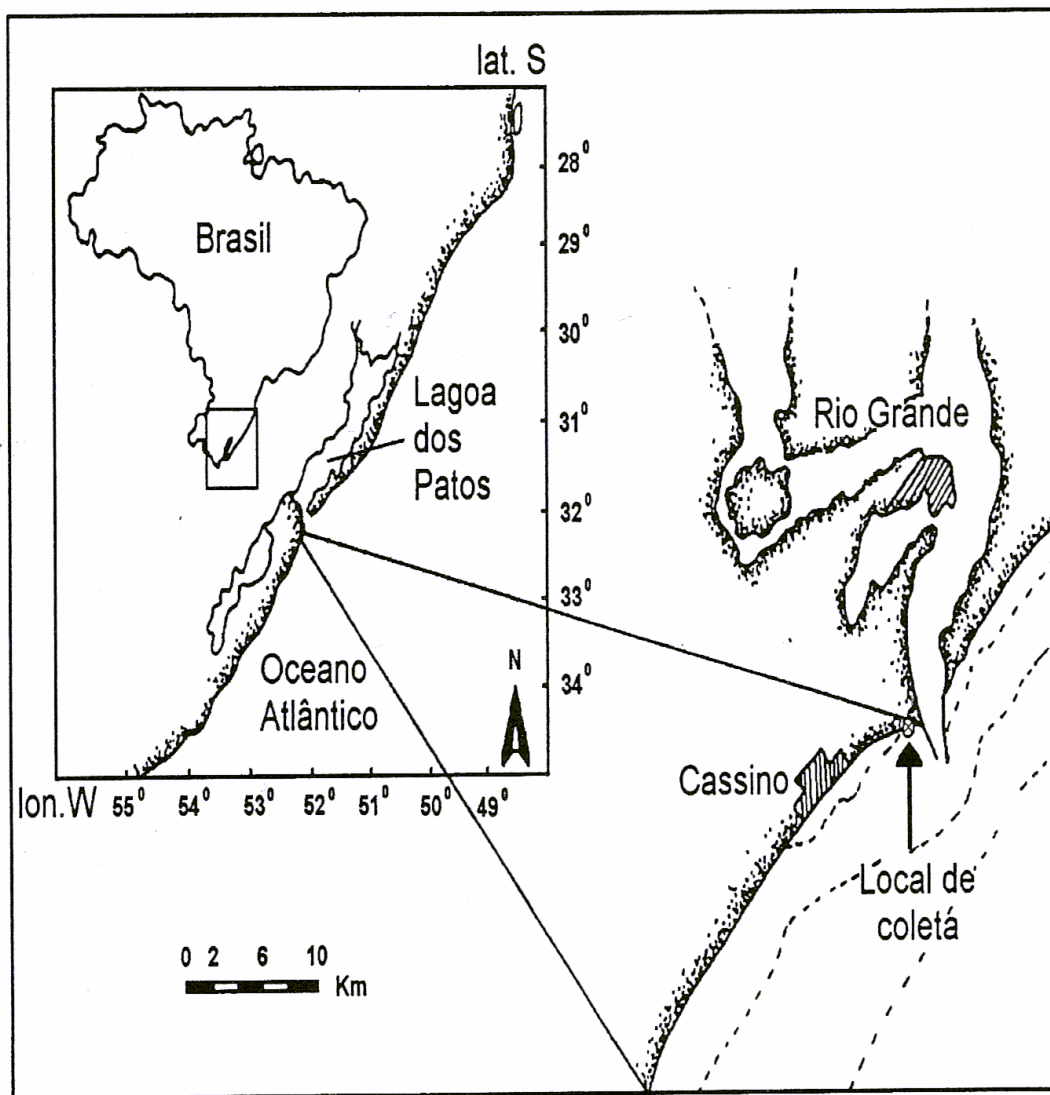


Figura 1. Localização da área de estudo.

A análise do crescimento relativo foi realizada para as variáveis: largura (LC) e comprimento (CC) da carapaça, largura do abdome (medida entre os segmentos quatro e cinco) (LA), e altura máxima do própodo do quelípodo esquerdo (AQ), medidas sob microscópio estereoscópico com auxílio de ocular micrométrica com precisão de 0,01mm. Cabe salientar que as mensurações foram realizadas apenas sobre uma das quelas em função da inexistência de dimorfismo entre os quelípodos de um mesmo indivíduo. A largura da carapaça foi utilizada como dimensão de referência.

Em decorrência da reconhecida existência de diferenças no crescimento relativo de determinadas variáveis atribuídas ao sexo (Hartnoll, 1978, 1982), as análises foram efetuadas separadamente para 183 juvenis, 250 machos e 298 fêmeas de *A. patagoniensis*. A determinação do sexo foi realizada com base na análise dos pleópodos, sendo classificados como juvenis aqueles indivíduos que não apresentaram a forma destas estruturas diferenciada em machos e fêmeas.

Segundo Lovett & Felder (1989), que discutiram extensivamente diversas questões relacionadas ao estudo do crescimento relativo, é necessária certa austeridade estatística na determinação acurada do modelo que promove a melhor descrição da relação entre variáveis selecionadas. Desta forma, todas as análises do presente trabalho foram realizadas com o programa REGRANS (Pezzuto, 1993), o qual incorpora diversas técnicas de análise bivariada de crescimento relativo e permite uma análise detalhada e comparativa dos dados com conseqüente redução do grau de subjetividade na interpretação dos mesmos.

Conforme as recomendações de Lovett & Felder (1989) adotou-se o método funcional de regressão (Ricker, 1973). Segundo estes autores, este método é o mais adequado para o estudo do crescimento relativo pois, contrariamente ao que pressupõe o método de mínimos quadrados, nenhuma variável pode ser considerada totalmente independente, uma vez que covariam em função de um fator comum.

Foram calculadas regressões lineares e potenciais adotando-se posteriormente aquela com melhor ajuste, o qual foi verificado através do produto dos quadrados dos resíduos em x e y (SPXY), conforme procedimento sugerido por Pezzuto (1993).

Como forma de identificar alterações no nível de alometria ao longo da ontogenia, uma sub-rotina específica do programa REGRANS foi utilizada para a detecção estatística de pontos de transição ao longo do crescimento das variáveis analisadas.

## RESULTADOS

O modelo potencial mostrou-se o mais adequado para descrever o crescimento da totalidade das variáveis estudadas, estando os parâmetros das equações expressos na Tabela 1.

Em juvenis de *A. patagoniensis*, o crescimento do comprimento da carapaça apresentou um ponto de transição em 1,91mm (LC) (Figura 2A), onde, além de um decréscimo na elevação, verificou-se uma alteração significativa na declividade, a qual passou de alométrica positiva para negativa (Tabela 1).

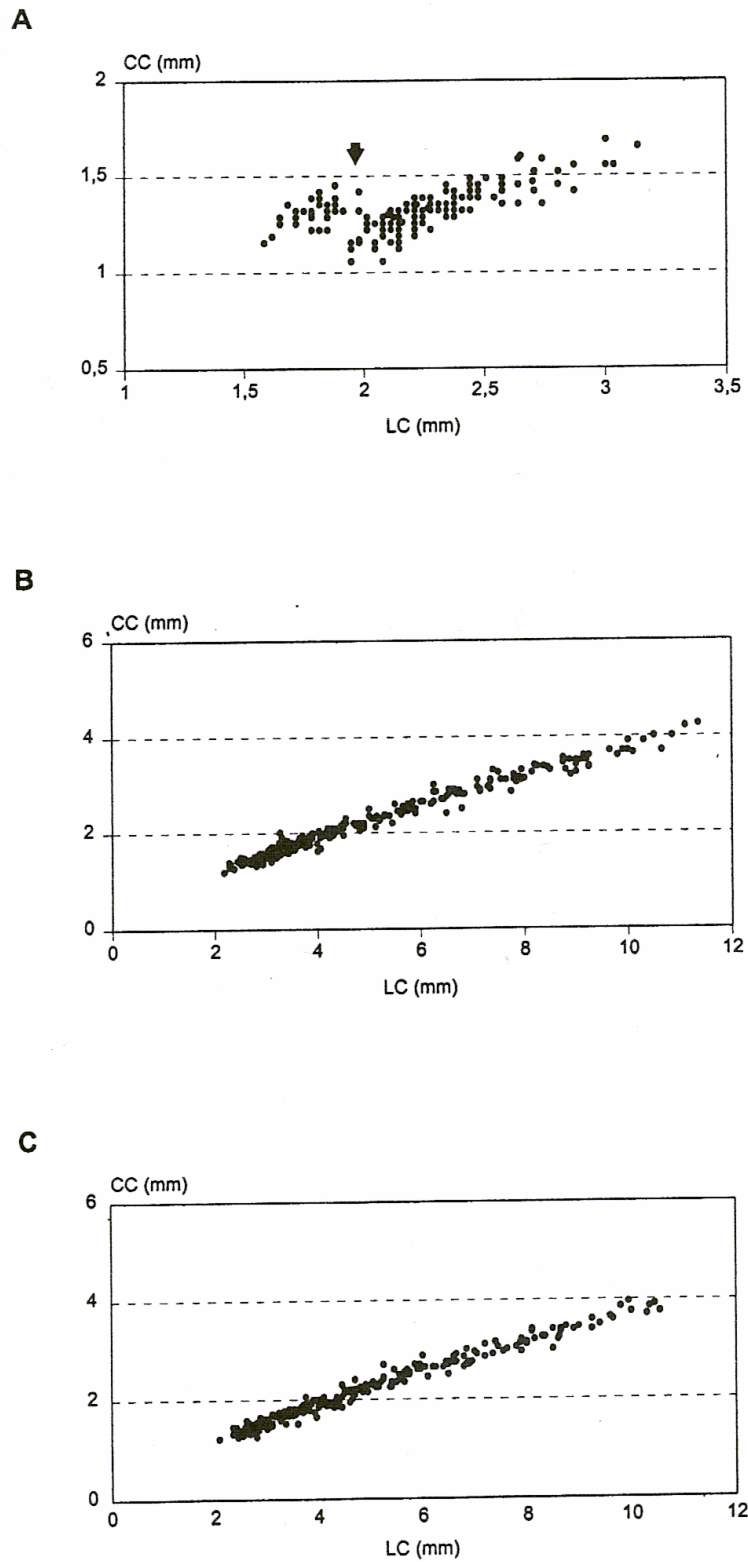
Por outro lado, pontos de transição estiveram ausentes no crescimento do comprimento da carapaça de machos (Figura 2B) e fêmeas (Figura 2C), os quais apresentaram taxas alométricas negativas para o crescimento desta dimensão (Tabela 1). As declividades das curvas de machos e fêmeas não foram significativamente diferentes entre si ( $t=1,1$ ;  $P>0,05$ ).

**Tabela I.** Estatísticas para as regressões funcionais do comprimento da carapaça (CC), largura do abdome (LA), e altura do própodo do quelípodo (AQ), em relação a largura da carapaça (LC), calculadas separadamente para juvenis, machos e fêmeas de *Austinixa patagoniensis*, e considerando os pontos de transição determinados pelo programa REGRANS (Pezzuto, 1993); *u*-elevação, *v*-declividade, I.C.-intervalo de confiança de 95% para *v*, *r*- coeficiente de correlação, Segmento- intervalo de pontos da largura da carapaça (mm) considerado nas regressões, Total-equação calculada para a totalidade dos dados, na ausência de pontos de transição significativos.

Dimensão	Sexo	Segmento	<i>u</i>	<i>v</i>	I.C.	<i>r</i>
CC	Juvenil	<1,91	0,683	1,165	0,861-1,488	0,561
		>1,91	0,642	0,828	0,787-0,974	0,757
	Macho	Total	0,696	0,734	0,719-0,748	0,985
	Fêmea	Total	0,708	0,722	0,707-0,736	0,987
LA	Juvenil	Total	0,485	1,257	1,180-1,340	0,901
	Macho	Total	0,256	0,961	0,935-0,989	0,968
	Fêmea	<4,60	0,207	1,173	1,121-1,228	0,936
		4,60-8,00	0,063	1,945	1,840-2,055	0,967
		>8,00	0,440	1,236	1,128-1,354	0,949
AQ	Juvenil	Total	0,108	1,293	0,998-1,675	0,672
	Macho	<7,75	0,096	1,327	1,222-1,441	0,941
		>7,75	0,028	1,952	1,540-2,474	0,841
	Fêmea	<4,74	0,144	0,989	0,805-1,214	0,858
		>4,74	0,203	0,783	0,679-0,905	0,830

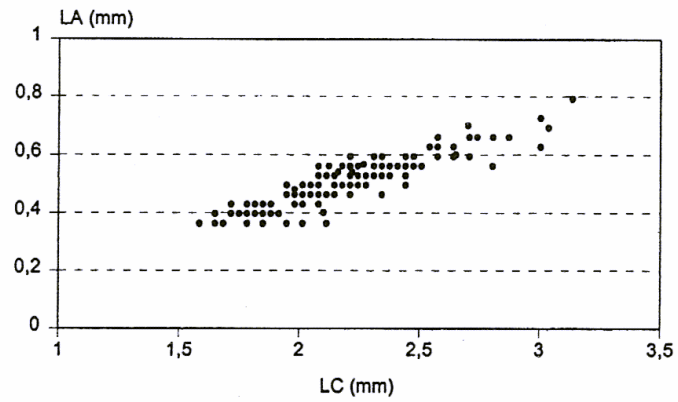
Em juvenis, a largura do abdome apresentou um crescimento alométrico positivo (Tabela I) sem a presença de pontos de transição (Figura 3A). A ausência de pontos de transição foi também verificada para o crescimento da largura do abdome de machos de *A. patagoniensis* (Figura 3B), os quais exibiram uma alometria levemente negativa no crescimento desta dimensão (Tabela I). O mesmo não ocorreu com fêmeas, cujo crescimento foi alométrico positivo (Figura 3C), apresentando um ponto de inflexão em 4,60mm (LC), onde verificou-se um aumento significativo na taxa de alometria, e uma descontinuidade em 8,00mm (LC), onde ocorreu um aumento brusco da largura do abdome e posterior diminuição na sua taxa de crescimento (Tabela I).

Para a altura do própodo do quelípodo, observou-se uma alometria positiva em juvenis (Tabela I) sem a presença de um ponto de transição (Figura 4A). Uma alometria positiva foi também observada para machos, com a presença de um ponto de inflexão em 7,75mm (LC) (Figura 4B), a partir do qual observou-se um aumento bastante pronunciado na taxa de crescimento desta dimensão (Tabela I). Em fêmeas (Figura 4C), por sua vez, a altura do própodo do quelípodo apresentou um crescimento alométrico negativo com um ponto de inflexão em 4,74mm (LC), a partir do qual a taxa de alometria negativa intensificou-se (Tabela I).

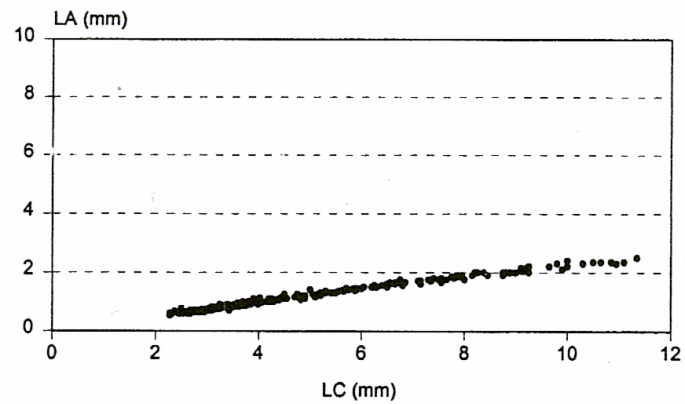


**Figura 2.** Relação entre o comprimento (CC) e a largura da carapaça (LC) de juvenis (A), machos (B) e fêmeas (C) de *Austinia patagoniensis*, coletados das galerias de *Sergio mirim* no mediolitoral da praia do Cassino (RS). A seta indica a presença de um ponto de transição.

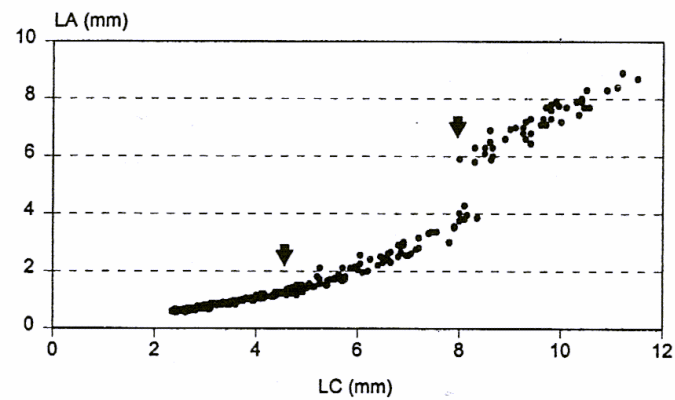
**A**



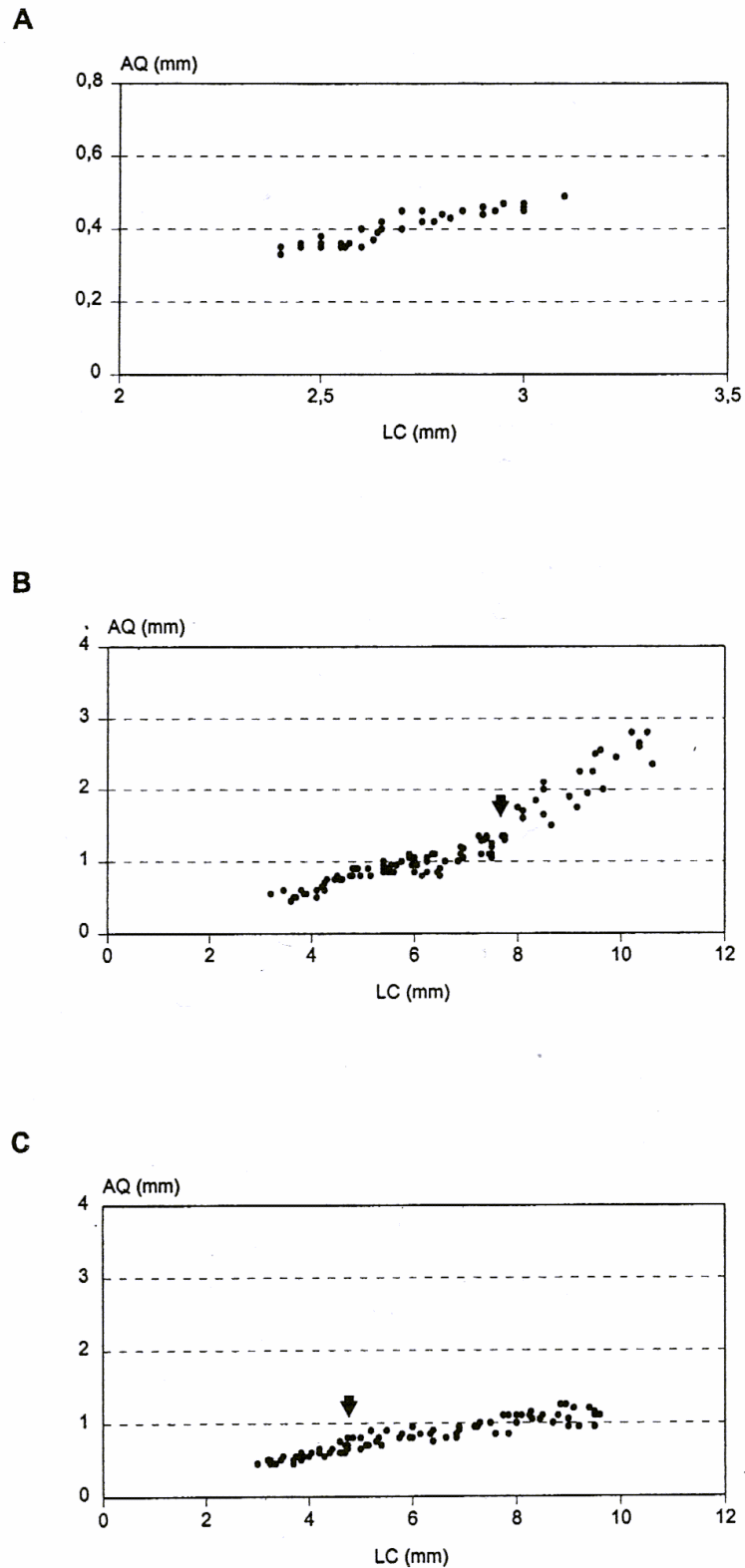
**B**



**C**



**Figura 3.** Relação entre a largura do abdome (LA) e a largura da carapaça (LC) de juvenis (A), machos (B) e fêmeas (C) de *Austinixa patagoniensis*, coletados das galerias de *Sergio mirim* no mediolitoral da praia do Cassino (RS). A seta indica a presença de um ponto de transição.



**Figura 4.** Relação entre a altura máxima do própodo do quelípodo esquerdo (AQ) e a largura da carapaça (LC) de juvenis (A), machos (B) e fêmeas (C) de *Austinixa patagoniensis*, coletados das galerias de *Sergio mirim* no mediolitoral da praia do Cassino (RS). A seta indica a presença de um ponto de transição.

## DISCUSSÃO

Espécimes de *A. patagoniensis* são caracterizados pelo alargamento lateral da carapaça (Rathbun, 1918), o que, segundo alguns autores, constitui uma adaptação para a existência destes caranguejos em tubos estreitos construídos por outros invertebrados (Zmarzly, 1992). No presente estudo, foi possível verificar, através da observação dos espécimes de *A. patagoniensis*, que organismos juvenis recém-assentados (1,5mm LC 2,0mm) possuem a carapaça fortemente arredondada, se comparados com caranguejos em estágios posteriores de desenvolvimento.

Assim, o ponto de transição verificado para o crescimento da carapaça de espécimes juvenis (Figura 2A) reflete uma mudança na forma de sua carapaça, processada, provavelmente, através de uma muda crítica, a partir da qual ocorre um crescimento maior da largura da carapaça em relação ao seu comprimento. Entretanto, embora as alterações mais significativas na forma da carapaça de *A. patagoniensis* ocorram no início do desenvolvimento pós-larval, o alargamento progressivo da carapaça em relação ao seu comprimento parece constituir um processo contínuo ao longo da ontogenia deste caranguejo, uma vez que taxas de alometria negativas foram observadas no crescimento do comprimento da carapaça de machos e fêmeas de *A. patagoniensis* (Tabela I).

Segundo Hartnoll (1982), a quela e o abdome desempenham importante papel nas funções reprodutivas de caranguejos braquiúros, sendo considerados caracteres sexuais secundários.

Em machos, o abdome é utilizado apenas para proteger e sustentar o primeiro par de pleópodos, e portanto não apresenta um crescimento significativo após a puberdade (Hartnoll, 1982). Por outro lado, em fêmeas, esta estrutura desempenha uma importante função na incubação e proteção dos ovos (Hartnoll, 1982; DuPreez & McLachlan, 1984), apresentando freqüentemente um alargamento substancial na maturidade sexual (Haley, 1969; Haefner, 1985; Clayton, 1990; Haefner, 1990).

Um forte dimorfismo sexual na largura do abdome foi verificado em *A. patagoniensis*, sendo esta dimensão bem menor em machos (Figura 3B) do que em fêmeas (Figura 3C).

Em machos de *A. patagoniensis*, a alometria levemente negativa detectada no crescimento do abdome (Tabela I) seguiu o padrão observado para a maioria dos caranguejos braquiúros, os quais apresentam geralmente um crescimento próximo de isométrico (Hartnoll, 1974; Clayton, 1990; Haefner, 1990; Pinheiro & Fransozo, 1993) ao longo de sua ontogenia.

Em fêmeas, a diferenciação na largura do abdome inicia em 4,60mm (LC) (Figura 3C), e é acompanhada pela diminuição praticamente simultânea do crescimento da altura da quela (Figuras 4C), indicando que a partir deste tamanho, fêmeas começam a investir suas energias no crescimento do abdome em detrimento de estruturas reprodutivamente menos importantes.

Segundo Hartnoll (1974, 1978, 1982), a muda pré-puberal é identificada por uma mudança no nível de alometria, enquanto a muda puberal, que marca o fim da fase imatura, é identificada por mudanças morfológicas bruscas. Sendo assim, os pontos de transição que delimitaram as diferentes fases de crescimento do abdome (Figura 3C) e quelípodo (Figura 4C) de fêmeas de *A. patagoniensis*, em 4,60/4,74mm e 8,00mm (LC), parecem representar o momento da muda pré-puberal e puberal, respectivamente. O tamanho da muda puberal é ainda corroborado pelo tamanho mínimo encontrado para fêmeas ovígeras na população estudada, qual seja, 8,0mm (LC) (Alves & Pezzuto, 1998).



Um forte dimorfismo sexual foi também verificado para os quelípodos de *A. patagoniensis*, os quais, em indivíduos adultos, são mais altos em machos (Figura 4B) do que em fêmeas (Figura 4C). Estes apêndices são intensamente utilizados por machos de braquiúros na defesa territorial, combates, e cortejos às fêmeas, o que faz com que obtenham um tamanho funcional na maturidade (Hartnoll, 1974, 1978, 1982; Levinton, 1995).

Embora tenha apresentado uma descontinuidade ao longo de seu crescimento (Figura 4C), a altura do própodo do quelípodo de fêmeas de *A. patagoniensis* mostrou um crescimento alométrico negativo durante toda a sua ontogenia (Tabela I), indicando um pequeno investimento no crescimento desta dimensão corpórea.

O mesmo não foi verificado para machos (Figura 4B), cujo crescimento da altura do própodo do quelípodo caracterizou-se por uma forte alometria positiva que intensificou-se a partir de 7,75mm (LC) (Tabela I), indicando a presença de uma muda puberal.

Os distintos padrões alométricos apresentados por machos e fêmeas de *A. patagoniensis* para o crescimento do quelípodo (Figuras 4B e 4C) e do abdome (Figuras 3B e 3C), tornam evidente o caráter sexual secundário destas duas dimensões. Sendo assim, as alterações ocorridas no abdome de fêmeas em 8,0mm (LC) e na altura do própodo do quelípodo esquerdo de machos em 7,75mm (LC), foram tomados como os tamanhos aproximados de maturação sexual para a população de *A. patagoniensis* existente na praia do Cassino (RS).

Os resultados obtidos no presente trabalho, e as marcadas alterações observadas nas taxas de alometria dos caracteres sexuais secundários de *A. patagoniensis*, demonstraram que o crescimento relativo pode constituir uma alternativa promissora para a determinação da maturidade sexual em caranguejos pinoterídeos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores desejam agradecer especialmente ao Dr. Carlos Emílio Bemvenuti, do Depto. de Oceanografia da FURG, por todo o seu apoio durante a realização deste trabalho. O presente estudo integrou a monografia de conclusão de curso de Oceanologia da FURG do primeiro autor, o qual agradece ao CNPq a bolsa de Iniciação Científica recebida ao longo de todo o projeto.

## REFERÊNCIAS

- ABELLO, P., J. P. PERTIERRA & D. G. REID. 1990. Sexual size dimorphism, relative growth and handedness in *Liocarcinus depurator* and *Macropipus tuberculatus* (Brachyura: Portunidae). *Scient. Mar.*, 54(2): 195-202.
- ALVES, E. S. & P. R. P. PEZZUTO. 1998. Population Dynamics of *Pinnixa patagoniensis* Rathbun, 1918 (Brachyura: Pinnotheridae) a symbiotic crab of *Sergio mirim* (Thalassinidea: Callianassidae) in Cassino Beach, Southern Brazil. *P. S. Z. N. Mar. Ecol.*, 19(1): 37-51.
- CAMPOS, E. 1993. Systematics and taxonomic remarks on *Pinnotheres muliniarum* Rathbun, 1918 (Crustacea: Brachyura: Pinnotheridae). *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 106(1): 92-101.
- CLAYTON, D. A. 1990. Crustacean allometric growth: a case for caution. *Crustaceana*, 58(3): 270-290.
- DUPREEZ, H. H. & A. McLACHLAN. 1984. Biology of the three-spot swimming crab, *Ovalipes punctatus* (de Haan), I. Morphometrics and relative growth (Decapoda: Portunidae). *Crustaceana*, 47(1): 72-82.

- HAEFNER Jr., P. A. 1985. Morphometry, reproduction, diet and epizoites of *Ovalipes stephensoni* Williams, 1976 (Decapoda: Brachyura). *J. Crust. Biol.*, 5(4): 658-672.
- HAEFNER Jr., P. A. 1990. Morphometry and size at maturity of *Callinectes ornatus* (Brachyura: Portunidae) in Bermuda. *Bull. Mar. Sci.*, 46(2): 274-286.
- HALEY, S. R. 1969. Relative growth and sexual maturity of the Texas ghost crab, *Ocypode quadrata* (Fabr.) (Brachyura, Ocypodidae). *Crustaceana*, 17(3): 285-297.
- HARTNOLL, R. G. 1974. Variation in growth pattern between some secondary sexual characters in crabs (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana*, 27(2): 131-136.
- HARTNOLL, R. G. 1978. The determination of relative growth in Crustacea. *Crustaceana*, 34(3): 281-293.
- HARTNOLL, R. G. 1982. Growth. In: *The Biology of Crustacea - Embriology, Morphology and Genetics*, (Ed.) L. G. Abele, Academic Press, London, 111-196.
- LEVINTON, J. S. 1995. *Marine Biology: Function, Biodiversity and Ecology*. Oxford University Press, New York, 420p.
- LOVETT, D. L. & D. L. FELDER. 1989. Application of regression techniques to studies of relative growth in Crustacea. *J. Crust. Biol.*, 9(4): 529-539.
- NEEDHAM, A. E. 1950. The form-transformation of the abdomen of the female pea-crab, *Pinnotheres pisum* Leach. *Proc. Roy. Soc. Lond.*, B 137 (886): 115-136
- PEZZUTO, P. R. 1993. REGRANS: a "BASIC" program for an extensive analysis of relative growth. *Atlântica*, 15: 93-105.
- PINHEIRO, M. A. A. & A. FRANSOZO. 1993. Relative growth of the sperckerd swimming crab *Arenaeus cribarius* (Lamarck, 1818) (Brachyura: Portunidae) near Ubatuba, State of São Paulo, Brazil. *Crustaceana*, 65(3): 377-389.
- RATHBUN, M. J. 1918. The grapsoid crabs of America. *U. S. Nat. Mus. Bull.*, 97: 461p.
- RICKER, W. E. 1973. Linear regression in fishery research. *J. Fish. Res. Board. Can.*, 30: 409-434.
- TESSIER, G. 1960. Relative growth. In: *The Physiology of Crustacea*, (Ed.) T. M. Waterman, Academic Press, New York, 1: 537-560.
- ZMARZLY, D. L. 1992. Taxonomic review of pea crabs in the genus *Pinnixa* (Decapoda: Brachyura: Pinnotheridae) occurring on the California shelf, with descriptions of two new species. *J. Crust. Biol.*, 12(4): 677-713.