

# Alometria no crescimento de *Uca mordax* (Smith) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil <sup>1</sup>

Setuko Masunari <sup>2</sup> & Nadia Dissenha <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Contribuição número 1548 do Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná.

<sup>2</sup> Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná. Caixa Postal 19020, 81531-980 Curitiba, Paraná, Brasil.

E-mail: setmas@ufpr.br

<sup>3</sup> Ex-bolsista PIBIC/CNPq. E-mail: goodiivaa@bol.com.br

**ABSTRACT. Allometric growth in the fiddler crab *Uca mordax* (Smith) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) from Guaratuba Bay, Parana, Brazil.** Relative growth of the male major chela and female abdomen was studied in a population of the fiddler crab *Uca mordax* (Smith, 1870) from Guaratuba Bay, Parana, Southern Brazil. Major chela length (CMQ) was measured from 319 males, and abdomen width (LAB) from 356 females. Also six small sexually undifferentiated crabs were measured. Carapace width (LC) was the reference dimension for both sexes, which ranged from 1.94 to 20.0 mm for males, from 2.50 to 18.85 mm for females, and from 1.94 to 3.15 mm for sexually undifferentiated crabs. Relationship between LC and CMQ showed a transition point at 11.70 mm LC in males, and between LC and LAB, at 8.77 mm LC in females. Males (mean LC = 14.24 mm) showed a slightly greater size than females (mean LC = 13.97 mm). These dimensions had positive allometrical growth during all life for both sexes: before and after the puberal molting. Regressions between LC and CMQ in males read as:  $\log\text{CMQ} = -0,542265 + 1,51.\log\text{LC}$  for male juveniles and  $\log\text{CMQ} = -1,446281 + 2,37.\log\text{LC}$  for male adults. In females, the regressions between LC and LAB were:  $\log\text{LAB} = -0,607282 + 1,22.\log\text{LC}$  for juveniles and  $\log\text{LAB} = -0,912074 + 1,60.\log\text{LC}$  for adults. These body dimensions are related to reproductive activities of this species. The level of allometry in CMQ of adult males was the highest among *Uca* species which relative growth of this dimension is known. The handedness had a proportion of 1:1 between right-handed and left-handed males. **KEY WORDS.** Abdomen width, major chela, relative growth, Regrans.

**RESUMO.** Um estudo do crescimento relativo da maior quela do macho e do abdome da fêmea foi realizado numa população do caranguejo chama-maré *Uca mordax* (Smith, 1870) ocorrente no extremo oeste da Baía de Guaratuba, Paraná, sul do Brasil. O comprimento da maior quela (CMQ) foi medido em 319 machos, e a largura do abdome (LAB) em 356 fêmeas. Adicionalmente, seis chama-marés sexualmente indiferenciados foram analisados. A largura da carapaça (LC) foi escolhida como dimensão de referência para ambos os sexos, a qual variou de 1,94 a 20,0 mm para machos, de 2,50 a 18,85 mm para fêmeas, e de 1,94 a 3,15 para os indivíduos sexualmente indiferenciados. A relação entre o LC e CMQ mostrou um ponto de inflexão em 11,70 mm LC nos machos, e entre LC e LAB, em 8,77 mm LC dentre as fêmeas. Os machos (média LC = 14,24 mm) atingiram tamanhos pouco maiores do que as fêmeas (média LC = 13,97 mm). O crescimento foi alométrico positivo durante toda a ontogênese de ambos os sexos, isto é, antes e depois da muda puberal. As equações das relações entre LC e CMQ nos machos foram:  $\log\text{CMQ} = -0,542265 + 1,51.\log\text{LC}$  para machos juvenis e  $\log\text{CMQ} = -1,446281 + 2,37.\log\text{LC}$  para machos adultos. Nas fêmeas, a relação entre LC e LAB foi:  $\log\text{LAB} = -0,607282 + 1,22.\log\text{LC}$  e  $\log\text{LAB} = -0,912074 + 1,60.\log\text{LC}$ , respectivamente, para juvenis e adultas. Estas dimensões estão relacionadas com as atividades reprodutivas da espécie. O nível de alometria do CMQ dos machos adultos de *U. mordax* foi o mais alto dentre as espécies do gênero, cujo crescimento relativo desta dimensão foi estudado. A proporção de machos destros foi estatisticamente a mesma daqueles sinistros (1:1).

**PALAVRAS CHAVE.** Crescimento relativo, largura do abdome, maior quela, Regrans.

O estudo das características morfométricas durante a ontogênese tem permitido inferir o tamanho em que determinada espécie atinge a maturidade sexual morfológica, eliminando o

trabalho exaustivo de cultivo em laboratório. Após as publicações de HARTNOLL (1974, 1978, 1982), espécies variadas de Crustacea Decapoda Brachyura tiveram estimado o tamanho

mínimo dos indivíduos sexualmente maduros (ver revisão em MASUNARI *et al.* 2005). Esta estimativa teve amplo sucesso devido às características peculiares dos Crustacea, tais como carapaça rígida e de fácil mensuração, e presença de uma muda puberal definindo distintamente uma fase pré-puberal da puberal acompanhada de mudanças bruscas nas proporções das dimensões do corpo (HARTNOLL 1978). Estas alterações bruscas podem ser detectadas num gráfico de dispersão dos pontos empíricos de duas dimensões do corpo (sendo uma delas a de referência), através de um ponto de inflexão.

As duas dimensões mais utilizadas no estudo do crescimento relativo dos Decapoda Brachyura são o comprimento da maior quela dos machos e a largura do abdome das fêmeas, por estarem associados às atividades reprodutivas de cada sexo e por constituírem elementos de dimorfismo sexual na fase adulta (HARTNOLL 1982). As referidas dimensões crescem numa taxa maior do que a carapaça (crescimento alométrico positivo), especialmente após a muda puberal. O significado funcional da alometria positiva no crescimento das quelas dos machos, tornando-as de tamanhos avantajados, está na utilização das mesmas na defesa territorial, combates, exibições e até na sustentação da fêmea durante a corte nupcial (HARTNOLL 1968). Por outro lado, a largura do abdome das fêmeas que também cresce de modo alometricamente positivo, está associada à função de fixar e incubar a massa ovígera (HARTNOLL 1982).

O papel biológico da quela gigante dos machos de *Uca* Leach, 1814 está bem estabelecido nos trabalhos de CRANE (1975) e, mais recentemente, nas publicações de BACKWELL *et al.* (1999), MORIITO & WADA (2000), POPE (2000), YAMAGUCHI (2001) e PRATT *et al.* (2003): exibições de aceno sexual, combates e defesa de território. MASUNARI *et al.* (2005), numa revisão do tamanho mínimo que um caranguejo macho atinge a maturidade sexual morfológica dentre as espécies de *Uca*, observaram que este valor tem uma correlação direta e linear com o tamanho máximo que a espécie ou população pode atingir. Entretanto, esta correlação não foi observada nas fêmeas, na dimensão largura do abdome: espécies cujas fêmeas têm tamanhos máximos semelhantes apresentaram valores variados (MILLER 1973, MASUNARI & SWIECH-AYOUB 2003, NEGREIROS-FRANZOZO *et al.* 2003, BENETTI & NEGREIROS-FRANZOZO 2004, CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO 2004, MASUNARI *et al.* 2005). Este fato indica que as dimensões do corpo da fêmea sofrem influência de variáveis diferentes daquelas do macho.

Das dez espécies de *Uca* registradas para o Brasil (MELO 1996), cinco já tiveram o seu crescimento relativo estudado, especificamente nas dimensões comprimento da maior quela do macho e largura do abdome da fêmea, o que permitiu conhecer o tamanho estimado em que estes caranguejos atingem a maturidade sexual morfológica em ambos os sexos. *Uca leptodactyla*, Rathbun 1898 do litoral de Santa Catarina teve o crescimento relativo descrito por MASUNARI & SWIECH-AYOUB (2003), enquanto *Uca thayeri* Rathbun, 1900, *Uca burgersi* Holthuis, 1967 e *Uca rapax* (Smith, 1870) provenientes do lito-

ral de São Paulo foram estudados, respectivamente, por NEGREIROS-FRANZOZO *et al.* (2003), BENETTI & NEGREIROS-FRANZOZO (2004), e CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO (2004). Do Paraná, foi descrito o crescimento relativo de *Uca maracoani* (Latreille, 1802-1803) por MASUNARI *et al.* (2005).

Outros Decapoda Brachyura ocorrentes no litoral brasileiro foram estudados nas variadas dimensões de seu crescimento relativo: *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) por PINHEIRO & FRANZOZO (1993), *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) por MANTELATTO & FRANZOZO (1994), *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 por SANTOS *et al.* (1995), *Acanthonyx scutiformis* (Dana, 1851) por HIYODO & FRANZOZO (1995), *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) por COBO & FRANZOZO (1998) e *Armases angustipes* (Dana, 1852) por KOWALCZUK & MASUNARI (2000). Num estudo comparativo do nível de alometria da dimensão comprimento da maior quela dos machos em relação à largura da carapaça, MASUNARI *et al.* (2005) observaram que os valores de alometria dentre as espécies de *Uca* são sempre superiores às demais espécies de Brachyura, permitindo explicar o tamanho gigantesco da maior quela dos machos de *Uca*.

A quela gigante do macho pode fazer parte tanto do quelípodo direito como do esquerdo (destro ou sinistro), e a proporção de 1:1 prevalece na maioria das espécies de *Uca* estudadas (ver MASUNARI *et al.* 2005, para revisão). A destreza do quelípodo (se a quela gigante está do lado esquerdo ou direito) não é determinada geneticamente, mas, está na dependência da perda e regeneração das quelas durante os combates ou acidentes dos machos, pelo menos, em populações de *Uca arcuata* (de Haan, 1835) viventes na Ilha de Kyushu, Japão (YAMAGUCHI 1977, 2001, YAMAGUCHI & HENMI 2001).

MELO (1996) registra para *Uca mordax* (Smith, 1870) uma distribuição geográfica que abrange no Oceano Atlântico Ocidental, do Golfo do México até a costa sudeste do Brasil, no Estado de São Paulo. Com a presente publicação, esta espécie tem a distribuição ampliada para o Paraná.

Este trabalho visa descrever o crescimento relativo de *U. mordax* nas dimensões comprimento da maior quela dos machos e da largura do abdome das fêmeas, numa população ocorrente em habitats banhados por água de baixa salinidade, no interior da Baía de Guaratuba, Guaratuba, Paraná. Adicionalmente, um estudo da destreza dos machos desta espécie foi realizado.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os caranguejos foram obtidos na Ilha do Chapeuzinho localizado no extremo oeste da Baía de Guaratuba (25°51'33"S e 48°43'83"W), Paraná. Devido à forte influência de águas continentais neste local, a salinidade é praticamente nula nesta ilha (JAKOBI 1953). Os adultos de *U. mordax* foram encontrados em terreno arenoso coberto pela vegetação de Mata de Restinga, enquanto os de menor porte, em substrato lodoso. Os caranguejos de maior porte foram coletados manualmente no momento de fuga dos mesmos para a profundidade das tocas, por

intercepção com uma pá de jardim na parte superior da toca; os de menor porte foram capturados diretamente da superfície lódosa. A área amostrada foi de 4 m<sup>2</sup> e o período de coleta, de abril de 2003 a maio de 2004, durante as marés de sizígia. Os animais foram transportados em recipiente resfriado até o laboratório, fixados em formalina e conservados em álcool 70 % glicerinado.

Os caranguejos tiveram o sexo reconhecido e a largura da carapaça (LC) medida com um paquímetro de precisão de 0,01 mm. Aqueles de menor porte foram mensurados sob microscópio estereoscópico com ocular graduada. Os machos, ainda, tiveram o comprimento da maior quela (CMQ) medido, da margem proximal do própodo até a extremidade do dedo fixo. Foi anotada, ainda, a destreza do macho segundo YAMAGUCHI (1977). Das fêmeas, ainda, foi medida a largura máxima do abdome (LAB), na altura do quarto segmento abdominal.

Os pontos de inflexão nos gráficos de dispersão foram calculados com o auxílio do programa para microcomputadores Regrans desenvolvido por PEZZUTO (1993). A largura da carapaça (LC) foi utilizada como variável independente (X) por ser a dimensão mais representativa do tamanho geral do animal (HARTNOLL 1982), contra a qual foram testados (Y) o CMQ nos machos e a LAB nas fêmeas. Estas dimensões foram escolhidas por estarem relacionadas com as respectivas atividades reprodutivas de cada sexo e por constituírem fatores determinantes do dimorfismo sexual (HARTNOLL 1982).

Foi utilizada a transformação logarítmica  $\log Y = \log a + b \cdot \log X$  da função  $Y = aX^b$  seguindo o autor acima. Os valores de  $a$  e  $b$  foram obtidos pela determinação da regressão de  $\log Y$  e  $\log X$  usando o método dos mínimos quadrados, o qual permite a aplicação de testes sobre a declividade (HUBER 1985). O valor de  $b$  é a constante de alometria:  $b = 1$  indica crescimento isométrico,  $b > 1$  crescimento alométrico positivo e  $b < 1$  crescimento alométrico negativo (HARTNOLL 1982). Para verificar alometria ou isometria no crescimento, utilizou-se o teste-t de Student, com nível de significância de 5%, seguindo HUBER (1985). O ponto de inflexão foi testado através da comparação da soma dos quadrados dos resíduos em  $Y$  (SSR<sub>Y</sub>) da reta total e da somatória da SSR<sub>Y</sub> à direita e à esquerda do ponto de inflexão segundo SOMERTON (1980). Os intervalos de confiança para os valores da declividade foram calculados com base em SOKAL & ROHLF (1969).

No estudo da destreza dos quelípodos dos machos, foi utilizado o teste do Qui-quadrado, com 95% de confiança.

## RESULTADOS

Um total de 681 caranguejos foi analisado, dos quais, 319 machos, 356 fêmeas e seis indivíduos sem diferenciação sexual. A LC dos machos variou de 1,94 a 20,0 mm enquanto a das fêmeas, de 2,50 a 18,85 mm; o CMQ dos machos variou de 0,83 a 41,75 mm e a LAB das fêmeas, de 0,93 a 12,20 mm. Dentre os animais sexualmente indiferenciados, a LC variou de 1,94 a 3,15 mm e as quelas, de comprimento similar no lado

esquerdo e no direito, mediram de 0,83 a 1,39 mm. Estes últimos juvenis foram incluídos no estudo de crescimento relativo tanto dos machos como das fêmeas.

A heteroquelia teve início em machos a partir de 3,70 mm LC e 2,04 mm CMQ. Dentre os 306 machos que apresentaram ambas as quelas íntegras, 169 mostraram-se destros (com a maior quela no lado direito) e 137 sinistros e, portanto, sem diferença estatisticamente significativa a nível de 5%.

Houve um ponto de inflexão em 11,70 mm LC dos machos no gráfico de dispersão dos pontos empíricos da relação entre a LC e CMQ, tendo o subconjunto dos juvenis, 170 indivíduos e no dos adultos, 155 indivíduos (Fig. 1) (SQD em  $Y = F(3,04) = 153,24$ ,  $\alpha = 5\%$ ). Os juvenis mostraram um crescimento alométrico positivo (teste de significância da declividade – TSD =  $t(1,645) = 29,64$ ,  $\alpha = 5\%$ ). A expressão que determina a relação entre a LC e CMQ em machos juvenis foi  $\log CMQ = -0,542265 + 1,51 \cdot \log LC$ , enquanto a dos adultos foi  $\log CMQ = -1,446281 + 2,37 \cdot \log LC$  (TSD =  $t(1,645) = 28,48$ ,  $\alpha = 5\%$ ), os quais mostraram também crescimento alométrico positivo.

Assim, tanto nos machos juvenis como nos adultos, o CMQ cresce numa taxa mais elevada do que a LC e, quando o macho atinge 10,35 mm LC, o CMQ passa a ter valores mais altos do que a largura da própria carapaça (Fig. 1).

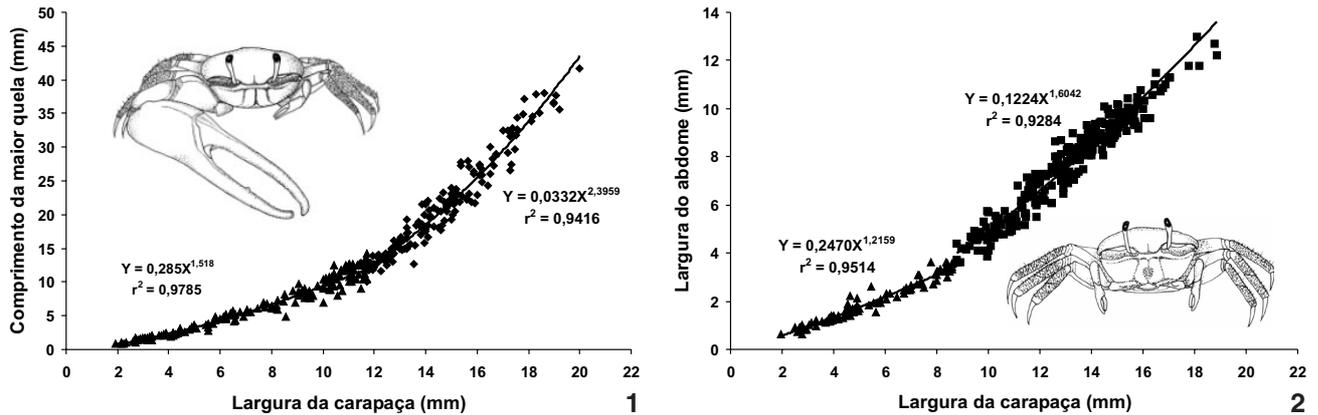
O crescimento da largura do abdome nas fêmeas, também, foi alométrico positivo ao longo de toda a ontogênese. O gráfico de dispersão dos pontos empíricos entre a LC e a LAB mostrou um ponto de inflexão em 8,77 mm LC, tendo o subconjunto das juvenis 92 indivíduos e no das adultas, 270 indivíduos (Fig. 2) (SQD em  $Y = F(2,99) = 92,81$ ,  $\alpha = 5\%$ ). A expressão que determina a relação entre LC e LAB (TSD =  $t(1,66) = 7,45$ ,  $\alpha = 5\%$ ) em fêmeas juvenis foi:  $\log LAB = -0,607282 + 1,22 \cdot \log LC$ , enquanto a das adultas foi  $\log LAB = -0,912074 + 1,60 \cdot \log LC$  (TSD =  $t(1,645) = 22,18$ ,  $\alpha = 5\%$ ).

A tabela I mostra os resultados obtidos na análise do crescimento relativo de *U. mordax*.

## DISCUSSÃO

A alometria positiva observada no crescimento das dimensões estudadas em *U. mordax* coloca a presente espécie dentro do previsto por HARTNOLL (1982) para os Crustacea Brachyura: levemente alométrico na fase juvenil e fortemente alométrico na fase adulta, tanto nos machos como nas fêmeas. Portanto, em *U. mordax*, tanto o CMQ como a LAB crescem numa taxa mais elevada do que a largura da carapaça durante toda a ontogênese, com mais intensidade na fase adulta. Também, *U. mordax* fica incluído dentro da maioria das espécies de *Uca*, cujo crescimento relativo nestas dimensões já foi estudado (ver tabela II de MASUNARI *et al.* 2005).

O programa Regrans se mostrou adequado para o estabelecimento dos pontos de inflexão, os quais em *U. mordax* correspondem à muda puberal, um marco na passagem da fase juvenil para a do adulto. Embora a muda puberal possa não coincidir com a maturação das gônadas, ela indica invariavel-



Figuras 1-2. *Uca mordax*. Dispersão dos pontos empíricos da relação entre: (1) a largura da carapaça (LC) e o comprimento da maior quela (CMQ) e (2) a largura da carapaça (LC) e a largura do abdome (LAB) das fêmeas.

Tabela I. *Uca mordax*. Estatística das relações lineares entre a largura da carapaça (LC) e o comprimento da maior quela (CMQ) dos machos, e entre a LC e a largura do abdome (LAB) das fêmeas. (X) Ponto de inflexão, (a) interseção, (b) declividade, (N) tamanho da amostra, (r) coeficiente de correlação, ( $r^2$ ) coeficiente de determinação.

Variáveis	N	r	$r^2$	a	b (I.C. 95%)	Alometria	
<b>Machos</b>							
(LC x CMQ; X = 11,70)	Juvenis	170	0,989167	0,978451	0,2850	1,513451 (1,50-1,53)	Positiva
	Adultos	155	0,969988	0,940878	0,0332	2,368840 (2,32-2,42)	Positiva
<b>Fêmeas</b>							
(LC x LAB; X = 8,77)	Juvenis	92	0,975360	0,951327	0,2470	1,215868 (1,19-1,24)	Positiva
	Adultas	270	0,963531	0,928393	0,1224	1,604194 (1,58-1,63)	Positiva

mente a entrada para o instar no qual a atividade sexual terá início (HARTNOLL 1982).

Os níveis de alometria obtidos no crescimento relativo do CMQ de *U. mordax* ( $b = 1,51$  para machos juvenis e  $b = 2,37$  para adultos), são mais elevados quando comparados com os da LAB ( $b = 1,22$  para fêmeas juvenis e  $b = 1,60$  para adultas). Esta diferença pode ser explicada pela observação de HARTNOLL (1982) de que, quelípodos (ou quelas) constituem apêndices independentes e não estão restritas funcionalmente pelo tamanho dos outros órgãos; além disto, dentro das limitações mecânicas, quelípodos maiores serão mais vantajosos para os machos da espécie. Por outro lado, como o abdome não é um executor independente e só pode funcionar junto com o esterno, ao atingir um tamanho efetivo na muda da puberdade, qualquer aumento desproporcional adicional na largura do abdome reduziria a eficiência no mecanismo e tornaria difícil o movimento dos pereiópodos durante as caminhadas.

O nível de alometria obtido para o crescimento relativo do CMQ dos machos adultos de *U. mordax* ( $b = 2,37$ ) foi o maior dentre as oito espécies/populações de *Uca* estudadas (ver tabela II de MASUNARI *et al.* 2005). Este valor de alometria permitiu que os machos da presente espécie portassem, proporcio-

nalmente, a maior quela deste grupo de chama-marés: o maior macho de *U. mordax* tinha 41,75 mm CMQ, perfazendo 208% da LC que media 20,00 mm, ou seja, mais que o dobro da largura da carapaça. Corroboram esta hipótese, os valores menores obtidos para *U. maracoani*:  $b = 1,95$  para adultos e CMQ perfazendo 153% da LC (MASUNARI *et al.* 2005). Também, o maior macho de *U. leptodactyla* atingiu um CMQ 202% da LC, espécie que atingiu um alto nível de alometria ( $b = 2,19$ ) na fase juvenil (MASUNARI & SWIECH-AYOUB 2003).

Estes dados reforçam a importância do papel da quela gigante do macho de *U. mordax*, visto que, o seu comprimento ultrapassa as dimensões da carapaça mesmo antes de atingir a maturidade sexual (Fig. 1). Embora o combate e a defesa do território, também, sejam funções executadas pelos machos utilizando a maior quela (CRANE 1975, BACKWELL *et al.* 1999, MORIITO & WADA 2000, POPE 2000, YAMAGUCHI 2001, PRATT *et al.* 2003), no caso de *U. mordax* do presente estudo, o significado biológico do tamanho avantajado da mesma deve estar relacionado com o aceno sexual ("waving") que é uma estratégia visual: o tamanho gigantesco da quela condicionaria um incremento na eficiência desta atividade mais do que vantagens em combates. Numa eventual luta, os animais provavelmente

determinam a superioridade de um dos competidores sem a necessidade de mutilações, pois, machos sem o maior quelípodo ou em regeneração raramente foram registrados na Ilha do Chapeuzinho.

Dentre os Brachyura Portunidae (sirís), que realizam todo o ciclo de vida na coluna d'água e os machos não mostram comportamento de corte nupcial visual, os níveis de alometria do CMQ em relação à LC foram sempre inferiores a 1,59 (PINHEIRO & FRANZOZO 1993, tabela III), corroborando, em parte, a hipótese acima.

Outros Brachyura ocorrentes no litoral brasileiro, também, mostraram níveis de alometria mais baixos no crescimento da maior quela quando comparados com *Uca*. MANTELATTO & FRANZOZO (1994) encontraram valores de *b* de 0,85 e 1,38 para juvenis e adultos, respectivamente, de *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Calappidae), HIYODO & FRANZOZO (1995) de 1,15 e 1,03 para *Acanthonyx scutiformis* (Dana, 1851) (Majidae), COBO & FRANZOZO (1998) de 1,21 e 1,51 para *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Grapsidae) e KOWALCZUK & MASUNARI (2000) de 1,13 e 1,43 para *Armases angustipes* (Dana, 1852) (Grapsidae). Estes dados mostram que níveis de alometria superiores a 1,60 no crescimento relativo desta dimensão são registrados somente para representantes de *Uca*.

A extensão do dimorfismo sexual das quelas (ou quelípodos) de *U. mordax* e nas demais espécies do gênero está relacionada com o padrão de comportamento destes animais: ao aceno sexual que é uma atividade de efeito visual executada exclusivamente por machos para atração das fêmeas. A favor desta hipótese, em *Goniopsis cruentata* que tem pouco dimorfismo sexual nas quelas, ambos os sexos desempenham papéis iguais nas exibições interespecíficas e combate, enquanto no altamente dimórfico *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837), a fêmea é notadamente subserviente (WARNER 1970 in HARTNOLL 1982).

O nível de alometria obtido para o crescimento do abdome das fêmeas adultas de *U. mordax* da Ilha do Chapeuzinho (*b* = 1,60) é um dos mais altos dentre as espécies de *Uca*, sendo ultrapassado somente por *U. burgersi*, população do Rio Cavalão (BENETTI & NEGREIROS-FRANZOZO 2004). Entretanto a diversidade de valores do nível de alometria observado no crescimento relativo desta dimensão em fêmeas de *Uca* (ver tabela II de MASUNARI *et al.* 2005) é de difícil interpretação, mostrando como a biologia e o comportamento reprodutivo destes animais são pouco conhecidos, necessitando de estudos futuros complementares.

A proporção equilibrada de destros e sinistros encontrada em *U. mordax* do presente estudo coloca a presente espécie dentro da maioria de *Uca*, cuja destreza já foi descrita (ver revisão em YAMAGUCHI & HENMI 2001).

Espécies de *Uca* cuja proporção de destreza está distante de 1:1 constituem a minoria: aquelas do litoral Indo-Pacífico (sete populações de cinco espécies) mostram dominância exclusivamente de destros (JONES & GEORGE 1982, WILLIAMS & HENG 1981), ao passo que, do Atlântico Ocidental, apenas *U. burgersi*

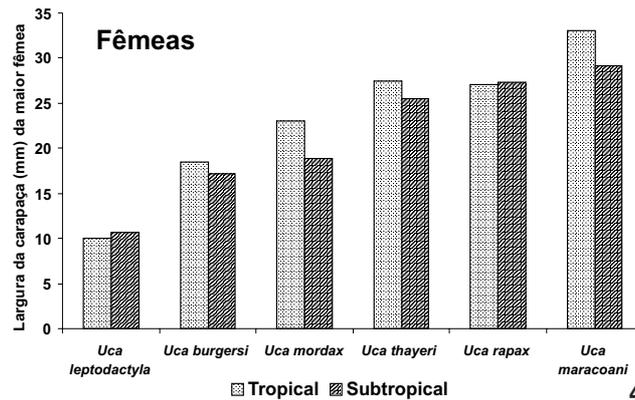
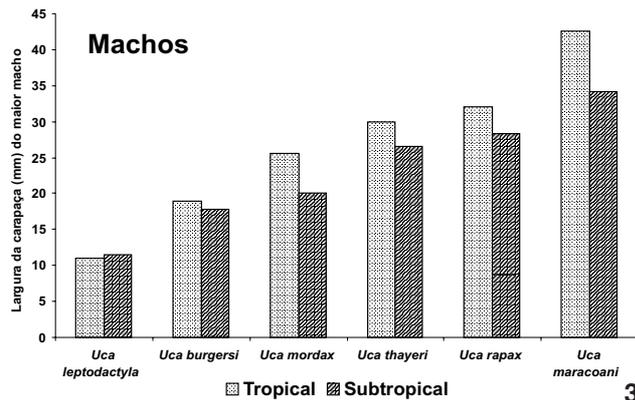
de Barbuda nas Antilhas tem dominância de sinistros (GIBBS 1974). A população desta última espécie está confinada numa ilha e está isolada reprodutivamente, o que explicaria esta exceção dentre as espécies cuja destreza é conhecida no Atlântico Ocidental. Talvez, esta característica possa auxiliar, no futuro, estudos filogenéticos como agrupar as espécies de *Uca* em “frentes largas” ou “frentes estreitas” como sugerem JONES & GEORGE (1982).

Embora a destreza das quelas (ou quelípodos), pelo menos em *Uca arcuata* (de Haan, 1835) das populações ocorrentes no litoral do Japão, não seja determinada geneticamente, mas, esteja em estreita relação com a perda de um dos quelípodos (YAMAGUCHI & HENMI 2001), a dinâmica da regeneração dos quelípodos e da determinação da destreza dos mesmos da maioria das espécies de *Uca* ainda continua desconhecida. Situações anômalas como machos portando duas quelas gigantes foram registradas em *Uca lactea* (de Haan, 1835) (YAMAGUCHI 1977) e em *U. arcuata* (YAMAGUCHI 2001), condição esta, não observada em *U. mordax* da Ilha do Chapeuzinho.

Uma análise da variação do tamanho dos chama-marés dentro de uma mesma espécie mostrou que populações ocorrentes em regiões de baixa latitude (Região Tropical) atingem maiores dimensões do que aquelas ocorrentes em latitudes acima de 24° (Região Subtropical). As figuras 3 e 4 mostram comparativamente a largura máxima de carapaça de seis espécies amplamente distribuídas no Atlântico Ocidental, incluindo o litoral do Brasil, para machos e fêmeas, separadamente. Os dados referentes aos animais da Região Tropical foram extraídos de CRANE (1975), que inclui habitats contidos entre 20°N e 15°S: Santo Domingo, DOM; Trinidad, TOB; Tobago, TOB; Georgetown, GUI; Caripito, VEN; Turiamo, VEN; Fortaleza, BR e Salvador, BR. Por outro lado, os da Região Subtropical foram baseados em MASUNARI & SWIECH-AYOUB (2003) para *U. leptodactyla*, NEGREIROS-FRANZOZO *et al.* (2003) para *U. thayeri*, BENETTI & NEGREIROS-FRANZOZO (2004) para *U. burgersi* (população de Ubatumirim), CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO (2004) para *U. rapax* (população de Itamambuca) e MASUNARI *et al.* (2005) para *U. maracoani*, os quais trabalharam com material coletado nos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina.

Com exceção de *Uca leptodactyla* Rathbun, 1898 e fêmeas de *U. rapax*, as populações ocorrentes na Região Subtropical possuem uma largura da carapaça sempre menor em ambas os sexos, quando comparadas àquelas provenientes de habitats tropicais. Estes dados podem ser explicados pela origem tropical dos manguezais e, tendo os caranguejos *Uca* este ecossistema como habitat típico, os locais limítrofes de distribuição dos mesmos não teriam as características necessárias para o desenvolvimento pleno do tamanho dos indivíduos. Corrobora esta hipótese, a ocorrência de árvores com porte mais baixo nos manguezais da Região Sul do Brasil, cujo limite sul de ocorrência localiza-se na cidade de Laguna, Santa Catarina (ACIESP 1997).

Certamente, as variáveis abióticas de clima subtropical não permitem um crescimento em taxas elevadas, como ocor-



Figuras 3-4. Estudo comparativo da largura da carapaça do maior macho (3) e da maior fêmea (4), registrados para seis espécies de *Uca* ocorrentes no Atlântico Ocidental (ver referências no texto).

re em habitats tropicais, onde a temperatura permanece alta e as oscilações são de pequena magnitude durante o decorrer do ano. Aliado a este fator, o tamanho reduzido nas populações subtropicais pode estar relacionado com a quantidade de alimento disponível no ambiente: devido à elevada temperatura nas regiões tropicais, os animais teriam alimento em disponibilidade contínua durante o ano, o que não aconteceria com os seus co-específicos de habitats menos quentes. Portanto, uma oferta ininterrupta de alimento poderia estar favorecendo um crescimento contínuo, pleno e em taxas mais elevadas. Corrobora esta assunção, tamanhos diferenciados em populações de *U. burgersi* ocorrentes em habitats de diferentes quantidades de matéria orgânica no solo descritos BENETTI & NEGREIROS-FRANZOZO (2004).

Devido à ampla distribuição geográfica das espécies acima tratadas, a variação no tamanho dos indivíduos dentro de uma mesma espécie mostra um alto grau de plasticidade destes caranguejos. Por outro lado, uma distribuição determinada pelas variáveis abióticas como a observada por REAKA (1986) para os Stomatopoda poderá ser encontrada para o gênero *Uca*, pois, apesar de ocorrência restrita à zona intertidal, seus representantes são amplamente distribuídos, incluindo habitats localizados desde 34°N no Japão e 42°N no Cape Cod, E.U.A. até 32°S na África do Sul e Austrália, e cerca de 35°S no Uruguai (CRANE 1975). Os adultos das diversas espécies de Stomatopoda atingem maiores dimensões em substratos inconsolidados do que em duros (coral ou rocha), em habitats mais profundos do que em rasos, em latitudes temperadas mais do que tropicais, e em locais frios mais do que em quentes (REAKA 1986).

#### AGRADECIMENTOS

À Presidência do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro na forma de Bolsa de Produtividade à primeira autora. Ao Prof. Dr. Gustavo Augusto Schmidt de Melo do Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo e à Profa. Dra. Tereza Cristina dos

Santos Calado da Universidade Federal de Alagoas pela confirmação de identificação de *U. mordax* do presente estudo. Ao Prof. Dr. Paulo Ricardo Pezzuto da Universidade do Vale do Itajaí e ao Prof. Dr. Petrônio Alves Coelho da Universidade Federal de Pernambuco pela leitura crítica do trabalho. Ao consultor anônimo da Revista Brasileira de Zoologia pelas preciosas sugestões ao presente manuscrito. Aos acadêmicos Rafael Carvalho Falcão, Massilon de Oliveira Astarita Júnior e Vitor Sanches, todos ex-bolsistas do PIBIC/CNPq da Universidade Federal do Paraná e Diogo Kawakami de Rezende, pelo auxílio na coleta dos caranguejos. Aos dirigentes da Universidade Federal do Paraná pela concessão das bolsas PIBIC/CNPq, inclusive à segunda autora do presente trabalho.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACIESP. 1997. *Glossário de Ecologia*. São Paulo, Publicação ACIESP 103, 352p.
- BACKWELL, P.R.Y.; M.D. JENNINGS; J.H. CHRISTY & N.I. PASSMORE. 1999. Female choice in the synchronously waving fiddler crab *Uca annulipes*. *Ethology*, Berlin, 105: 415-421.
- BENETTI, A.S. & M.L. NEGREIROS-FRANZOZO. 2004. Relative growth of *Uca burgersi* (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in the southeastern Brazil coast. *Iheringia, Série Zoologia*, Porto Alegre, 94 (1): 67-72.
- CASTIGLIONI, D.S. & M.L. NEGREIROS-FRANZOZO. 2004. Comparative analysis of the relative growth of *Uca rapax* (Smith) (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, 21 (1): 137-144.
- COBO, V.J. & A. FRANZOZO. 1998. Relative growth of *Goniopsis cruentata* (Crustacea, Brachyura, Grapsidae), on the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, Porto Alegre, (84): 21-28.
- CRANE, J. 1975. *Fiddler crabs of the world*. New Jersey, Princeton, 736p.
- GIBBS, P.E. 1974. Notes on *Uca burgersi* Holthuis (Decapoda, Ocypodidae) from Barbuda, Leeward Islands. *Crustaceana*,

- Leiden, 27: 84-91.
- HARTNOLL, R.G. 1968. Reproduction in the burrowing crab *Corystes cassivelaunus* (Pennant, 1777) (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana*, Leiden, 15: 165-170.
- HARTNOLL, R.G. 1974. Variation in growth patterns between some secondary sexual characters in crabs (Decapoda: Brachyura). *Crustaceana*, Leiden, 27: 131-136.
- HARTNOLL, R.G. 1978. The determination of relative growth in Crustacea. *Crustaceana*, Leiden, 34 (3): 281-289.
- HARTNOLL, R.G. 1982. Growth, p. 111-196. *In*: L.G. ABELE (Ed.). **The biology of Crustacea**. New York, Academic Press, vol. 2, XX+440p.
- HIYODO, C.M. & A. FRANSOZO. 1995. Relative growth of spider crab *Acanthonyx scutiformis* (Dana, 1851) (Crustacea, Decapoda, Majidae). *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, Curitiba, 38 (3): 969-981.
- HUBER, M.E. 1985. Allometric growth of the carapace in *Trapezia* (Brachyura, Xanthidae). *Journal of Crustacean Biology*, Lawrence, 5 (1): 79-83.
- JAKOBI, H. 1953. Sobre a distribuição da salinidade e do pH na Baía de Guaratuba. *Arquivos do Museu Paranaense*, Curitiba, 10: 3-35.
- JONES, D.S. & R.W. GEORGE. 1982. Handedness in fiddler crabs as an aid in taxonomic grouping of the genus *Uca* (Decapoda, Ocypodidae). *Crustaceana*, Leiden, 43 (1): 100-102.
- KOWALCZUK, V.G.L. & S. MASUNARI. 2000. Crescimento relativo e determinação da idade na fase juvenil de *Armases angustipes* (Dana) (Decapoda, Brachyura, Grapsidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, 17 (1): 17-24.
- MANTELATTO, F.L.M. & A. FRANSOZO. 1994. Crescimento relativo e dimorfismo sexual em *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Decapoda, Brachyura) no litoral norte paulista. *Papéis Avulsos de Zoologia*, São Paulo, 39 (4): 33-48.
- MASUNARI, S.; N. DISSENHA & R.C. FALCÃO. 2005. Crescimento relativo e destreza dos quelípodos de *Uca maracoani* (Latreille) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) no Baixio Mirim, Baía de Guaratuba, Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, 22 (4): 974-983.
- MASUNARI, S. & B.P. SWIECH-AYOUB. 2003. Crescimento relativo em *Uca leptodactyla* Rathbun (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, 20 (3): 487-491.
- MORIITO, M. & K. WADA. 2000. The presence of neighbors affects waving display frequency by *Scopimera globosa* (Decapoda, Ocypodidae). *Journal of Ethology*, Kyoto, 18: 43-45.
- MELO, G.A.S. 1996. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro**. São Paulo, Plêiade, FAPESP, 604p.
- MILLER, C. 1973. Growth in *Uca*, 1. Ontogeny of asymmetry in *Uca pugilator* (Bosc) (Decapoda, Ocypodidae). *Crustaceana*, Leiden, 24: 119-131.
- NEGREIROS-FRANZOZO, M.L.; K.D. COLPO & T.M. COSTA. 2003. Allometric growth in the fiddler crab *Uca thayeri* (Brachyura, Ocypodidae) from a subtropical mangrove. *Journal of Crustacean Biology*, Lawrence, 23 (2): 273-279.
- PEZZUTO, P.R. 1993. Regrans: a "basic" program for an extensive analysis of relative growth. *Atlântica*, Rio Grande, 15: 93-105.
- PINHEIRO, M.A.A. & A. FRANZOZO. 1993. Relative growth of the speckled swimming crab *Arenaeus cribarius* (Lamarck, 1818) (Brachyura, Portunidae), near Ubatuba, State of São Paulo, Brazil. *Crustaceana*, Leiden, 65 (3): 377-389.
- POPE, D.S. 2000. Testing function of fiddler crab claw waving by manipulating social context. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, Berlin, 47: 432-437.
- PRATT, A.E.; D.K. McLAIN & G.R. LATHROP. 2003. The assessment game in sand fiddler crab contests for breeding burrows. *Animal Behaviour*, London, 65: 945-955.
- REAKA, M.L. 1986. Biogeographic patterns of body size in stomatopod Crustacea: ecological and evolutionary consequences, p. 209-235. *In*: R.H. GORE & K.L. HECK (Eds). **Crustacean Biogeography**. Rotterdam, Balkema, XI+292p.
- SANTOS, S.; M.L. NEGREIROS-FRANZOZO & A. FRANZOZO. 1995. Morphometric relationships and maturation in *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Brachyura, Portunidae). *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, 55 (4): 545-553.
- SOKAL, R.R. & F.J. ROHLF. 1969. **Biometry. The principles and practice of statistics in biological research**. San Francisco, Freeman, 776p.
- SOMERTON, D.A. 1980. A computer technique for estimating the size of sexual maturity in crabs. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Ottawa, 37: 1488-1494.
- YAMAGUCHI, T. 1977. Studies on the handedness of the fiddler crab *Uca lactea*. *Biological Bulletin*, Woods Hole, 152: 424-436.
- YAMAGUCHI, T. 2001. Dimorphism of chelipeds in the fiddler crab, *Uca arcuata*. *Crustaceana*, Leiden, 74 (9): 913-923.
- YAMAGUCHI, T. & Y. HENMI. 2001. Studies on the differentiation of handedness in the fiddler crab, *Uca arcuata*. *Crustaceana*, Leiden, 74 (8): 735-747.
- WILLIAMS, M.J. & P.K. HENG. 1981. Handedness in males of *Uca vocans* (Linnaeus, 1758) (Decapoda, Ocypodidae). *Crustaceana*, Leiden, 40 (2): 215-216.

Recebido em 06.III.2005; aceito em 30.X.2005.