



# ALOMETRIA DAS QUELAS EM MACHOS E FÊMEAS DO CARANGUEJO CHAMA-MARÉ *UCA* SP. (CRUSTACEA: BRACHYURA)

Rafael Taminato, Flávia M. D. Marquitti, Paula Martin & Amilton Aguiar

## INTRODUÇÃO

A seleção sexual atua sobre caracteres relacionados ao aumento do sucesso reprodutivo dos indivíduos de uma população e pode favorecer características em um dos sexos que modificam sua atratividade frente a potenciais parceiros sexuais (Fairbairn *et al.* 2007). Um exemplo de seleção inter-sexual ocorre na ave *Euplectes progne* (Passeridae) em que fêmeas preferem machos com cauda longa, que acabam obtendo maior sucesso reprodutivo do que machos de cauda curta (Andersson 1982). Outra forma de seleção sexual ocorre quando um dos sexos, geralmente os machos, aumenta seu sucesso reprodutivo por meio de características que aumentam a capacidade de competir com outros indivíduos do mesmo sexo pelas fertilizações. Um exemplo de seleção intra-sexual é a disputa entre besouros da espécie *Librodor japonicus* (Nitidulidae), que disputam locais em carvalhos onde há liberação de exudatos, que são importantes para a oviposição das fêmeas. Neste caso, o sucesso reprodutivo de besouros machos é determinado pelo tamanho das mandíbulas, de tal forma que indivíduos maiores e com mandíbulas desproporcionalmente grandes aumentam o seu acesso a cópulas com fêmeas (Okada *et al.* 2007).

A variação de características morfométricas associada à variação de tamanho é chamada alometria, que pode ser mensurada por um coeficiente de alometria (CA) (Klingenberg 1996). Na relação hiperalométrica, o tamanho da característica morfométrica é desproporcionalmente maior do que o tamanho do corpo e  $CA > 1$ , enquanto na relação hipotalométrica o tamanho da característica morfométrica é desproporcionalmente menor do que o tamanho do corpo e  $CA < 1$  (Klingenberg 1996). Em muitas espécies, os machos apresentam estruturas que diferem das apresentadas por fêmeas e que podem ser usadas em brigas entre machos ou exibições para fêmeas. Em geral, as estruturas que funcionam como armamentos nos machos possuem relação hiperalométrica com o tamanho do corpo (Andersson 1994). Exemplos de armamentos hiperalométricos em artópodes incluem a mandíbula de machos em algumas espécies de besouros, espinhos no quarto par de pernas dos

machos de alguns opiliões, e as quelas em machos de várias espécies de caranguejos (Jennions & Backwell 1996, Okada *et al.* 2007, Willemart *et al.* 2009).

Os caranguejos do gênero *Uca* (Brachyura: Ocypodidae) apresentam forte dimorfismo sexual (Jennions & Backwell 1996). Os machos possuem quelas de tamanhos diferentes, sendo uma delas pequena, usada para obtenção de alimento, e outra grande, usada em brigas entre machos, exibições para outros machos e acenos para fêmeas (Nalesso 2004, Rosenberg 2002). Em algumas espécies de *Uca*, a quela grande dos machos pode representar até 48% da massa do corpo de um indivíduo adulto (Altevogth 1955). As fêmeas possuem quelas de tamanhos iguais e pequenas, usadas predominantemente para a alimentação (Rosenberg 2002).

O objetivo deste trabalho foi responder as seguintes perguntas: (1) a relação alométrica do tamanho da carapaça e da quela do caranguejo *Uca* sp. é diferente entre machos e fêmeas? (2) Os machos maiores investem mais no tamanho da quela do que os machos menores? Nossas hipóteses são (1) que o CA do tamanho da quela em machos é maior do que em fêmeas; (2) machos grandes terão quelas desproporcionalmente maiores do que machos pequenos.

## MÉTODOS

Realizamos o estudo no manguezal da trilha do Balça, praia do Guaraú, no município de Peruíbe, São Paulo. Coletamos aproximadamente 150 indivíduos do caranguejo chama-maré *Uca* sp. e, no laboratório, selecionamos apenas os indivíduos adultos dos dois sexos, resultando em uma amostra de 65 fêmeas e 60 machos. Medimos o comprimento da quela como a distância entre a base da mão e o ápice do polegar, e a carapaça por sua largura máxima. Para machos, usamos um paquímetro de precisão de 0,05 mm e, para fêmeas, um paquímetro digital de precisão de 0,01 mm. Usamos a medida da largura máxima da carapaça dos caranguejos como um estimador do tamanho do corpo.

Nas análises alométricas, utilizamos a medida da largura dos caranguejos como variável preditora e

a quela esquerda das fêmeas e a quela maior dos machos como variável resposta. Realizamos transformação logarítmica (ln) dos tamanhos da largura da carapaça e do comprimento da quela dos machos e das fêmeas para linearizar medidas que têm uma relação exponencial,  $y = e^{(a + bx)}$ . A partir dos dados transformados, realizamos uma regressão linear entre as duas medidas de tamanho para a obtenção dos CAs para machos e fêmeas. Para testar se há diferença nos CAs entre os sexos, usamos o intervalo de confiança de 95% dos CAs de machos e fêmeas.

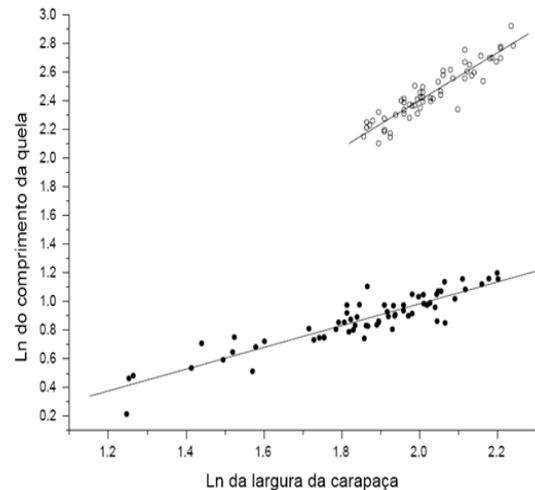
## RESULTADOS

As retas obtidas nas regressões lineares entre a largura da carapaça e o comprimento da quela apresentaram CA maior que 1 em machos ( $R^2 = 0,85$ ;  $F = 348,5$ ;  $p < 0,001$ ) e menor que 1 em fêmeas ( $R^2 = 0,83$ ;  $F = 308,9$ ;  $p < 0,001$ ) (Figuras 1 e 2). Não houve sobreposição entre os intervalos de confiança dos CAs obtidos para machos e fêmeas (Figura 2). Portanto, indivíduos de sexos diferentes possuem alometrias diferentes entre si: nos machos a relação entre a largura da carapaça e o comprimento da quela é hiperalométrica e nas fêmeas é hipoalométrica.

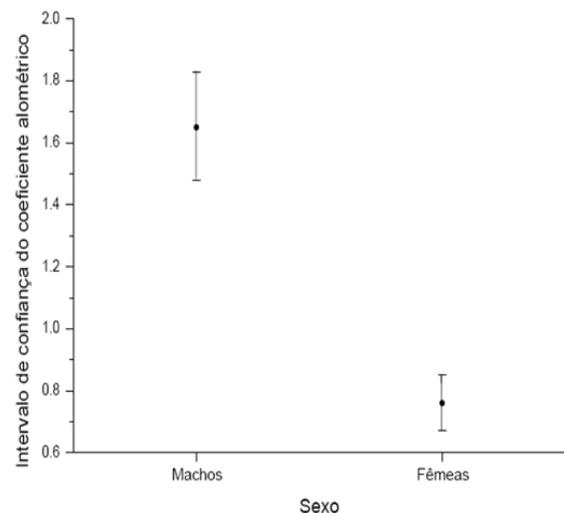
## DISCUSSÃO

Machos de *Uca* sp. investem mais recursos para a formação de uma quela hipertrofiada do que as fêmeas, pois eles utilizam essa estrutura como armamento em combates, exibições para outros machos e acenos para fêmeas (Nalesso 2004). Os machos maiores investem mais recursos para a quela conforme aumenta o seu tamanho corporal, provavelmente devido aos benefícios crescentes de possuir uma estrutura utilizada em brigas e atração de parceiras. A formação e manutenção de uma quela grande é de alto custo para caranguejos e pode ser usada pelas fêmeas como um sinal honesto da qualidade dos machos (Zahavi 1975). Para *Uca annulipes*, por exemplo, sabe-se que machos com quelas maiores vencem mais conflitos que os machos com quelas menores e atraem mais fêmeas para suas tocas. A relação hiperalométrica para machos indica também que machos pequenos devem investir menos na formação das quelas, devido aos poucos benefícios que elas podem proporcionar em termos de atração de fêmeas e vitórias em combates com outros machos (Petrie 1988).

Nossos resultados indicaram também um padrão hipoalométrico na relação do comprimento da quela



**Figura 1.** Relação entre o comprimento da quela (mm) e a largura da carapaça (mm) em machos (círculo vazio) e fêmeas (círculo preenchido) do caranguejo chama-maré *Uca* sp..



**Figura 2.** Representação dos intervalos de confiança (95%) dos coeficientes alométricos obtidos para machos e fêmeas do caranguejo chama-maré *Uca* sp..

pela largura da carapaça para fêmeas. Portanto, as fêmeas investem menos em quela, pois esta não é uma estrutura que influencia seu sucesso reprodutivo, já que não é utilizada em lutas e nem sinalizações para atrair machos. Resultados similares já foram encontrados para outras espécies de artrópodes com marcado dimorfismo sexual, nas quais as fêmeas investem pouco ou nada em estruturas que nos machos são usadas como armas (veja exemplos em Willemart *et al.* 2009). Em geral, o maior investimento energético das fêmeas deve estar relacionado a estruturas ligadas à reprodução como, por exemplo, na formação de gametas (Trivers 1972).

Concluimos que o tamanho da quela em *Uca* sp. é uma característica na qual os machos investem muita energia, enquanto as fêmeas investem pouca.

Propomos que seja investigada se quelas de machos de *Uca* sp. são mais fortemente selecionadas intra-sexualmente, por exemplo por brigas ou exibições para outros machos, ou se são mais fortemente selecionadas inter-sexualmente, por exemplo, por exibições para parceiras sexuais. Propomos ainda novos estudos que analisem o tamanho nas gônadas de fêmeas, uma possível característica importante para seu sucesso reprodutivo, que esperamos ser desproporcionalmente maior em relação ao tamanho do corpo em fêmeas grandes.

## AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer o querido Augusto pela ajuda nos gráficos, a Paula CS pelas dicas durante a redação do trabalho, ao guarda vigilante Sr. Chico que possibilitou a nossa travessia do rio, possibilitando a nossa chegada até o Manguetown muito próximo da civilização, e ao nosso orientador, jurado a bandeira brasileira, Roberto Munguía pelo apoio em campo, psicológico e bibliográfico.

## REFERÊNCIAS

- Altevoght, R. 1955. Some studies in two species of Indian fiddler crabs, *Uca marionis nitidus* (Dana) and *U. anulipes* (Latr.). *Journal of Bombay Natural History Society*, 52:702-716.
- Andersson, M. 1982. Female choice selects for extreme tail length in a widow bird. *Nature*, 299:818-820.
- Andersson, M. 1994. Sexual selection. Princeton: Princeton University Press.
- Fairbairn, D.J., W.U. Blanckenhorn & T. Székely. 2007. Sex size and gender roles: evolutionary studies of sexual size dimorphism. New York: Oxford University Press.
- Jennions, M.D. & P.R.Y. Backwell. 1996. Residency and size affect fight duration and outcome in the fiddler crab *Uca annulipes*. *Biological Journal of the Linnean Society*, 57:293-306.
- Klingenberg, C.P. 1996. Multivariate allometry, pp. 23-49. In: Advances in morphometrics. (L.F. Marcus, M. Corti, A. Loy, G.J.P. Naylor & D.E. Slice, eds.). New York: Plenum Press.
- Koga, T., P.R.Y. Backwell, M.D. Jennions & J.H. Christy. 1998. Elevated risk changes mating behavior and courtship in a fiddler crab. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 265:1385-1390.
- Nalesso, R.C. 2004. Os decápodes Brachyura e Anomura da Estação Ecológica Juréia-Itatins, pp. 189-197. In: Estação ecológica Juréia-Itatins – ambiente físico, flora e fauna, (O.A.V. Marques & W. Duleba, eds.). Ribeirão Preto: Editora Holus.
- Okada, K., Y. Nomura & T. Miyatake. 2007. Relations between allometry, male-male interactions and dispersal in a sap beetle, *Librodor japonicus*. *Animal Behaviour*, 74:749-755.
- Petrie, M. 1988. Intraspecific variation in structures that display competitive ability: large animals invest relatively more. *Animal Behaviour*, 43:173-175.
- Rosenberg, M.S. 2002. Fiddler crab claw shape variation: a geometric morphometric analysis across the genus *Uca* (Crustacea: Brachyura: Ocypodidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 75:147-162.
- Trivers, R.L. 1972. Parental investment and sexual selection. pp. 139-179. In: Sexual selection and the descent of man (B. Campbell, ed.), Chicago: Aldine.
- Zahavi, A. 1975. Mate selection: selection for a handicap. *Journal Theoretical Biology*, 53:205-214.
- Willemart, R.H., F. Osses, M.C. Chelini, R. Macías-Ordóñez & G. Machado. 2009. Sexually dimorphic legs in a neotropical harvestman (Arachnida, Opiliones): ornament or weapon? *Behavioural Processes*, 80:51-59.

**Grupo:** Guns and Roses

**Orientação:** Roberto Munguía Steyer