

Diferenciação morfológica de machos do camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum* a partir da análise do hepatopâncreas e do sistema reprodutor

Luciene Patrici Papa¹, Irene Bastos Franceschini Vicentini^{2*}, Karina Ribeiro¹, Carlos Alberto Vicentini² e Luiz Edivaldo Pezzato³

¹Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ²Departamento de Ciências Biológicas, FC, Universidade Estadual Paulista, Campus de Bauru, Av. Luiz Edmundo Carrijo Coube, s/n, 17033-360, Bauru, São Paulo, Brasil. ³Departamento de Nutrição Animal, FMVZ, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: ibfv@fc.unesp.br

RESUMO. Machos adultos do *Macrobrachium amazonicum* de uma população com a mesma idade podem ser categorizados em quatro morfotipos, de acordo com as características morfológicas externas. Cada morfotipo representa um estágio diferente de crescimento e varia de acordo com a cor e o comprimento do quelípodo. São encontrados machos com quela translúcida (QT), quela canela (QC), quela esverdeada (QE) e, finalmente, machos com quela verde intenso (QVI). No entanto, a morfologia interna dos testículos categoriza os machos adultos dessa espécie em três morfotipos. Na tentativa de esclarecer essas observações, 40 machos de mesma idade foram selecionados de uma população, mantida no Setor de Carcinicultura do Caunesp. O sistema reprodutor e o hepatopâncreas de cada animal de cada morfotipo foram pesados e comparados. Utilizou-se o crescimento do sistema reprodutor como indicador da atividade sexual. Da mesma forma, o crescimento do hepatopâncreas foi relacionado ao crescimento somático. No presente trabalho, o crescimento do hepatopâncreas foi maior ($p < 0,05$) no morfotipo QC em relação ao QT. Todavia, o crescimento do sistema reprodutor apresentou-se maior ($p < 0,05$) nos morfotipos QE em relação ao QC. Todos os machos dos morfotipos QT, QC, QE e QVI apresentaram diferença ($p < 0,05$) no peso do corpo. Mas, a diferença entre os morfotipos QE e QVI foi devida ao crescimento do comprimento da quela, e não ao crescimento do sistema reprodutor e do hepatopâncreas. O presente trabalho mostrou que de acordo com os índices Gonadosomático e Hepatosomático, a espécie *M. amazonicum* apresenta três morfotipos distintos: QT, QC e QVI.

Palavras-chave: *Macrobrachium amazonicum*, morfotipos, machos, índice gonadosomático, índice hepatossomático.

ABSTRACT. Morphotypic differentiation of males of freshwater prawn *Macrobrachium amazonicum*: Changes in the hepatopancreas and the reproductive system. Adult males of the freshwater prawn *Macrobrachium amazonicum* from a same-age population can be categorized in four morphotypes, according to external morphologic characteristics. Each morphotype represents a different stage in the growth of adult males, starting with translucent claw (TC), followed by cinnamon claw (CC), then green claw 1 (GC1) and, finally, green claw2 (GC2). However, they can be categorized three morphotypes, according to testis internal morphology. To clarify in part these observations, 40 male prawns were selected from a single-age population bred at the Aquaculture Center of Unesp. The reproductive system and the hepatopancreas of each animal, from all morphotypes, were measured and compared. The reproductive system growth was a sexual activity indicator. Also, hepatopancreas growth was found to be related to somatic growth. The hepatopancreas growth was significantly higher in the CC morphotype when compared to the TC morphotype, and the reproductive system growth was significantly higher in GC1 morphotype than in CC morphotype. All the males of the morphotypes TC, CC, GC1 and GC2 showed significant difference in body weight; however, the difference between GC1 and GC2 morphotypes was due to the significant growth in the claw length and not to reproductive system and hepatopancreas growth. Thus, the collected data showed that, according to the Gonadosomatic and Hepatosomatic Indexes, males of freshwater prawn *M. amazonicum* show three distinct morphotypes: TC, CC and GC.

Key words: *Macrobrachium amazonicum*, morphotypes, males, gonadosomatic, hepatosomatic indexes.

Introdução

Segundo Moraes-Riudades e Valenti (2004), quatro morfotipos de machos compõem a população adulta do camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum*. A diferenciação desses morfotipos machos foi definida com base na cor, espinação da quela e características no crescimento das diferentes partes do corpo (cefalotórax, abdômen e quelípodo - ísquio, mero, carpo, própodo e dátilo) (Moraes-Riudades e Valenti, 2004).

Os morfotipos machos caracterizados incluem: (1) machos pequenos com quelas translúcidas (QT); (2) machos pequenos e intermediários com quelas de coloração canela (QC); (3) machos grandes, com crescimento do corpo acentuado, apresentando quelas de coloração esverdeada (QE); e (4) machos grandes que representam o desenvolvimento final morfotípico, com taxa de crescimento reduzido, e mudas não-freqüentes, apresentando quela de coloração verde intenso (QVI) (Moraes-Riudades e Valenti, 2004).

Em relação à espécie exótica cultivada no Brasil, *M. rosenbergii*, vários são os estudos realizados, devido a sua ampla utilização na aquicultura mundial (Sagi e Ra'anani, 1988; Valenti, 1993). *M. rosenbergii* apresenta três morfotipos machos (Cohen et al., 1981). Esses morfotipos, assim como em *M. amazonicum*, também são definidos com base na cor e espinação da quela, comportamento e características de crescimento (Kuris et al., 1987).

Os três morfotipos básicos em machos de *M. rosenbergii* são: (1) macho grande e dominante com quela azul (BC), que apresenta territorialidade, atividade sexual e crescimento reduzido com mudas não-freqüentes, (2) macho subdominante com quela alaranjada (OC); que não apresenta territorialidade nem competência sexual, e (3) macho pequeno com quela transparente (SM), que não apresenta territorialidade mas que apresenta competência sexual, fazendo uso de estratégia de "cópula sorrateira" (Telecky, 1984; Ra'anani e Sagi, 1985). Os estágios intermediários entre os morfotipos de *M. rosenbergii* foram distingüidos entre o macho SM e OC, sendo denominado WOC (quela de coloração alaranjado claro), e os que estão entre o macho OC e BC são denominados SOC (quela com transição de coloração alaranjado para azul) (Kuris et al., 1987). Estudos morfológicos do sistema reprodutor de *M. amazonicum* revelaram que não existe diferença na

estrutura testicular dos morfotipos QE e QVI, muito embora os morfotipos QT e QC apresentem diferenças estruturais marcantes entre si e os demais morfotipos (Papa, 2003).

Existe interesse em avaliar se os critérios utilizados na caracterização morfotípica externa estão relacionados com o tamanho relativo dos órgãos internos que participam na reprodução, estocagem de energia e crescimento somático. O peso relativo do sistema reprodutor faz parte do esforço reprodutivo (Hirshfield e Tinkle, 1975), enquanto que o peso relativo do hepatopâncreas representa a assimilação de alimento (Dahll e Moriaty, 1983) e mobilização de energia durante a muda (Skinner, 1985), e, provavelmente, o gasto de energia no crescimento somático, nas mudanças morfológicas e na atividade metabólica geral (Sagi e Ra'anani, 1988). Desta forma, o objetivo deste trabalho é comparar o peso relativo do sistema reprodutor e do hepatopâncreas entre os diferentes morfotipos estabelecidos para *M. amazonicum*.

Material e métodos

Para a presente investigação, foi realizado um arrasto com rede de malha de 6mm, nos viveiros de cultivo do Setor de Carcinicultura do Centro de Aquicultura da Unesp - Caunesp, Estado de São Paulo, para captura de 40 machos de mesma idade de camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum*. Os animais foram selecionados e separados em quatro grupos de acordo com cada um dos quatro morfotipos (Quela Translúcida - QT, Quela Canela - QC, Quela Esverdeada - QE e Quela Verde Intenso - QVI), de acordo com a coloração e espinação da quela, comprimento do quelípodo, comprimento pós-orbital e peso total do corpo (Tabela 1), propostos por Moraes-Riudades e Valenti (2004). O peso do corpo do animal foi aferido com auxílio de balança analítica Mettler-Toledo AB204, com precisão de 0,001g. Os comprimentos do quelípodo e do corpo total foram medidos com auxílio de paquímetro digital com precisão de 0,01mm. O comprimento do corpo total foi estabelecido como sendo a distância entre a extremidade distal do rostro até a extremidade distal do telson. Os quelípodos foram medidos da margem proximal do ísquio até a extremidade distal do própodo.

Tabela 1. Caracterização dos morfotipos de machos de *Macrobrachium amazonicum* (Média $\pm$ Desvio Padrão).

Morfotipo	Peso (g)			Comprimento (cm)			Espinação
	Corpo	Sistema Reprodutor	Hepatopâncreas	Corpo	Quelípodo	Coloração Quelípodo	
QT	3,49 a ($\pm$ 0,4)	0,027 a ($\pm$ 0,01)	0,14 a ($\pm$ 0,02)	7,63 a ($\pm$ 0,58)	3,18 a ($\pm$ 0,36)	translúcida	-
QC	5,47 b ($\pm$ 0,6)	0,040 b ($\pm$ 0,01)	0,41 b ($\pm$ 0,02)	7,94 a ($\pm$ 0,12)	4,22 b ($\pm$ 0,63)	canela	+
QE	7,66 c ($\pm$ 0,57)	0,074 c ($\pm$ 0,01)	0,46 c ($\pm$ 0,06)	9,84 b ($\pm$ 0,18)	7,76 c ($\pm$ 0,88)	esverdeada	++
QVI	8,60 d ($\pm$ 0,33)	0,072 c ($\pm$ 0,01)	0,47 c ($\pm$ 0,02)	10,01 b ($\pm$ 0,38)	9,63 d ($\pm$ 0,13)	verde intenso	+++

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente ($p > 0,05$)

Dez animais de cada morfotipo foram selecionados para estudo, de acordo com os métodos descritos por Moraes-Riudades e Valenti (2004).

Cada animal foi dissecado, o hepatopâncreas e o sistema reprodutor foram isolados e pesados com

auxílio de balança analítica Mettler-Toledo AB204 com precisão de 0,001g.

A análise de variância realizou-se com auxílio do programa SAS (1995), para identificar as diferenças entre as médias do peso do hepatopâncreas e do sistema reprodutor e também desses órgãos com relação ao peso total do corpo dos diferentes morfotipos.

Resultados

Pesos do hepatopâncreas e do sistema reprodutor

A comparação entre o peso do hepatopâncreas e o peso do sistema reprodutor (testículos, ductos espermáticos e ampolas) foi efetuada para cada morfotipo. Os espécimes dos morfotipos QE e QVI não apresentam diferenças significativas entre os pesos do hepatopâncreas, e entre os pesos do sistema reprodutor, ao contrário do observado para os espécimes dos morfotipos QT e QC (Tabela 1) ($p < 0,05$). Essa é a razão dos pesos do hepatopâncreas e do sistema reprodutor (PHep/PRep) apresentarem diferença significativa entre o morfotipo QC e os demais morfotipos (QT, QE e QVI) (Tabela 2). Desta forma, essa diferença pode ser resultado do crescimento do hepatopâncreas do morfotipo QC ou do crescimento do sistema reprodutor dos morfotipos QT, QE e QVI.

Tabela 2. Caracterização dos morfotipos de machos de *Macrobrachium amazonicum*.

Morfotipo	PHep/PRep ⁽¹⁾	IGS ⁽²⁾	IHS ⁽³⁾
QT	5,39 a	0,76 ± 0,22 ab	3,95 ± 0,38 a
QC	10,31 b	0,75 ± 0,23 a	7,63 ± 0,80 b
QE	6,21 a	0,97 ± 0,14 b	5,97 ± 0,67 c
QVI	6,45 a	0,84 ± 0,08 ab	5,40 ± 0,33 c

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente ($p > 0,05$); (1) PHep/PRep = Relação Peso do Hepatopâncreas/Peso do Sistema Reprodutor; (2) IGS = Índice Gonadossomático; (3) IHS = Índice Hepatossomático.

Assim, em relação ao peso do hepatopâncreas, o morfotipo QT apresenta o menor peso quando comparado aos morfotipos QC, QE e QVI ($p < 0,05$). O peso do hepatopâncreas do morfotipo QC difere significativamente dos demais morfotipos ($p < 0,05$) (Tabela 1). Já os pesos do hepatopâncreas para os morfotipos QE e QVI não diferem significativamente ($p > 0,05$) (Tabela 1). Analisando o peso do sistema reprodutor, os morfotipos QT e QC apresentam pesos com diferença significativa ($p < 0,05$), diferindo também do peso apresentado pelos morfotipos QE e QVI ($p < 0,05$). No entanto, os valores obtidos para os pesos do sistema reprodutor dos morfotipos QE e QVI não diferem significativamente ($p > 0,05$) (Tabela 1). Assim a diferença da razão dos pesos do hepatopâncreas e do sistema reprodutor para o morfotipo QC em relação aos demais morfotipos ocorre devido ao aumento de aproximadamente 300% do peso do hepatopâncreas, enquanto o sistema

reprodutor apresenta aumento de aproximadamente 50%, ambos em relação ao morfotipo QT.

Índices hepatossomático e gonadossomático

Os pesos relativos do hepatopâncreas e do sistema reprodutor foram calculados como porcentagens do peso total do corpo, determinando-se o índice hepatossomático (IHS) e gonadossomático (IGS), respectivamente (Tabela 2). Machos QC ($7,63g \pm 0,80$) são caracterizados por aumento significativo do IHS quando comparados aos machos dos morfotipos QT ($3,95g \pm 0,38$), QE ($5,97g \pm 0,64$) e QVI ($5,40g \pm 0,33$) ($p < 0,05$). Ao mesmo tempo o peso relativo do sistema reprodutor (IGS) do morfotipo QC ($0,75g \pm 0,23$) não apresenta diferença significativa quando comparado aos morfotipos QT ($0,76g \pm 0,22$) e QVI ($0,84g \pm 0,08$) ($p > 0,05$), muito embora tenha apresentado diferença significativa do QE ($0,97g \pm 0,14$) ($p < 0,05$). Cabe ressaltar que os parâmetros peso do sistema reprodutor, peso do hepatopâncreas, IGS e IHS, dos machos dos morfotipos QE e QVI não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) (Tabelas 1 e 2).

Comparação entre os pesos do hepatopâncreas, do sistema reprodutor e do corpo

Os pesos do hepatopâncreas, do sistema reprodutor e do corpo de *M. amazonicum* foram comparados entre os morfotipos QT, QC, QE e QVI. Nota-se que existe aumento significativo do peso do hepatopâncreas do morfotipo QT ($0,14g \pm 0,02$) para o morfotipo QC ($0,41g \pm 0,02$) ($p < 0,05$) (Tabela 1), triplicando o peso do órgão. O maior crescimento do sistema reprodutor foi evidenciado durante a diferenciação dos machos do morfotipo QC ($0,04g \pm 0,01$) para QE ($0,07g \pm 0,01$) ($p < 0,05$) (Tabela 1), aproximadamente duplicando o peso do órgão.

O peso do corpo dos morfotipos QT ($3,49g \pm 0,43$), QC ($5,47g \pm 0,60$), QE ($7,66g \pm 0,57$) e QVI ($8,60g \pm 0,33$) apresenta diferença significativa ($p < 0,05$) (Tabela 1). Apesar disso, essa diferença se deve ao crescimento significativo no comprimento do quelípodo entre os morfotipos citados anteriormente ($7,76cm \pm 0,88$ e $9,63cm \pm 0,13$, respectivamente) (Tabela 1).

Discussão

Trabalhos relacionados com a diferenciação morfológica de machos do gênero *Macrobrachium* são escassos, sendo a espécie *M. rosenbergii* a mais estudada (Kuris et al., 1987; Sagi e Ra'anan, 1988). Para a espécie nativa *M. amazonicum*, apenas Moraes-Riudades e Valenti (2004) estudaram a diferenciação morfológica. Segundo estes autores, um macho juvenil indiferenciado morfológicamente de *M. amazonicum* se transforma em QT adulto. O

morfotipo QT pode permanecer nessa diferenciação ou pode se transformar em QC, que eventualmente se transforma em QE. Estes últimos podem se transformar no morfotipo dominante QVI. Desta forma, os machos dessa espécie apresentam quatro morfotipos diferenciados por características morfológicas e morfométricas externas (Moraes-Riudades e Valenti, 2004). Os machos de *M. rosenbergii* apresentam três morfotipos distintos (Ra'anán e Sagi, 1985; Sagi et al., 1988). Os machos de *M. amazonicum* que se mantêm no morfotipo QT estabilizam o crescimento corpóreo à semelhança do que ocorre para *M. rosenbergii* no morfotipo SM (Sagi e Ra'anán, 1988). O morfotipo QT ainda apresenta o sistema reprodutor bem desenvolvido, com valores para IGS semelhantes ao morfotipo dominante QVI, assim como é encontrado entre os morfotipos SM e BC para *M. rosenbergii* (Sagi e Ra'anán, 1988). Esses dados sugerem uma atividade sexual intensa em machos de *M. amazonicum* QT, assim como ocorre nos machos SM de *M. rosenbergii* (Sagi e Ra'anán, 1988), muito embora exista descrição do comportamento reprodutivo apenas para a espécie *M. rosenbergii* (Telecky, 1984).

Os machos QT de *M. amazonicum* podem se transformar no morfotipo QC. Este último possui um peso relativo do sistema reprodutor pequeno, apresentando o menor valor de IGS quando comparado aos demais morfotipos. Esse comportamento coincide com o morfotipo OC de *M. rosenbergii* (Ra'anán e Sagi, 1985; Sagi e Ra'anán, 1988). O morfotipo QC de *M. amazonicum* apresenta o crescimento corpóreo para atingir o morfotipo QE, seu IGS é o menor indicando que o peso relativo do sistema reprodutor permanece semelhante ao do QT. Destaca-se, que o morfotipo QC de machos de *M. amazonicum*, apresenta o maior IHS quando comparado aos demais morfotipos, sugerindo que o hepatopâncreas esteja acumulando reserva de nutrientes para provável provisão de energia e mobilização dessa para o metabolismo animal, assim como preconizado para crustáceos por Dahll e Moriarty (1983), e mobilização de energia para o desenvolvimento gonadal, de acordo com o preconizado para o *M. rosenbergii* por Sureshkumar e Kurup (1999). Dessa forma, acredita-se que o morfotipo QC esteja acumulando energia para o rápido crescimento corpóreo e do sistema reprodutor para atingir o morfotipo QE. Em *M. rosenbergii*, evidencia-se o maior crescimento na passagem do morfotipo SM para OC (Sagi e Ra'anán, 1988), diferindo do crescimento apresentado em *M. amazonicum*, que se intensifica na passagem do morfotipo QC para QE.

O morfotipo QE apresenta características semelhantes ao morfotipo QVI em relação aos valores para os pesos do sistema reprodutor e do hepatopâncreas, comprimento corpóreo, IHS e IGS,

não diferindo significativamente. A diferença entre os morfotipos QE e QVI para o peso corpóreo se deve ao fato de haver um crescimento significativo no comprimento do quelípodo do morfotipo QVI, aumentando, desta forma o peso do corpo. Assim, os morfotipos QE e QVI, diferenciados pelo comprimento, coloração e espinhação do quelípodo; não constituem dois morfotipos diferentes quando se considera o crescimento corpóreo do sistema reprodutor e do hepatopâncreas. Estudos relacionados à análise estrutural dos testículos de *M. amazonicum* apresentaram as mesmas características em ambos os morfotipos QE e QVI (Papa, 2003). Ressalta-se que a diferenciação morfológica de *M. amazonicum* postulada por Moraes-Riudades e Valenti (2004) embasou-se nas características da morfologia externa da espécie. Desta forma, sugere-se que o morfotipo QE seja considerado como transição entre o morfotipo QC e o QVI, à semelhança do encontrado em *M. rosenbergii*, que apresenta espécimes na transição entre OC para BC (Sagi e Ra'anán, 1988). Acredita-se que para uma melhor compreensão da biologia reprodutiva da espécie *M. amazonicum* são necessários estudos relacionados ao seu comportamento reprodutivo.

Referências

- COHEN, D. et al. Population profile development and morphotypical differentiation in the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *J. World Aquacult. Soc.*, Baton Rouge, v.12, p.231-243, 1981.
- DAHLL, W.; MORIARTY, D. J. W. Functional aspects of nutrition and digestion: The midgut. In: BLISS, D. E.; MANTEL L. H. *The biology of Crustacea: International anatomy and physiological regulation*. Orlando: Academic Press, 1983. cap. 5, p.215-251.
- HIRSHFIELD, M. F.; TINKLE, D. W. Natural selection and the evolution of reproductive effort *Proc. Nat. Acad. Sci.*, Honolulu, v.72, p.2227-2231, 1975.
- KURIS, A. M. et al. Morphotypic differentiation of male Malaysian giant prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. *J. Crust. Biol.*, Seminole, v.7, n.2, p.219-237, 1987.
- MORAES-RIODADES, P. M. C.; VALENTI, W. C. Morphotypes in Male Amazon river Prawns *Macrobrachium amazonicum*. *Aquaculture*, Amsterdam, v.236, p.297-307, 2004.
- PAPA, L. P. *Determinação dos índices gonadossomático e hepatossomático e análise estrutural dos testículos dos diferentes morfotipos de Macrobrachium amazonicum*. 2003. Dissertação (Mestrado) - Centro de Aquicultura da Unesp, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.
- RA'ANAN, Z.; SAGI, A. Alternative mating strategies in male morphotypes of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Biol. Bull.*, Woods Hole, v.169, p.592-601, 1985.
- SAGI, A. et al. Spermatogenesis and sperm storage in the testes of behaviorally distinctive male morphotypes of *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Palaemonidae). *Biol. Bull.*, Woods Hole, v.174, p.330-336, 1988.

- SAGI, A.; RA'ANAM, Z. Morphotypic differentiation of males of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*: changes in the midgut glands and the reproduction system. *J. Crust. Biol.*, Seminole, v.8, n.1, p.43-47, 1988.
- SAS INSTITUTE. *The SAS System for Windows*. New York, 1995.
- SKINNER, D. M. Molting and regeneration. In: BLISS, D. E.; MANTEL, L. H. (Ed.). *The biology of Crustacea: International anatomy and physiological regulation*. Orlando: Academic Press, 1985. cap. 5, p.44-128.
- SURESHKUMAR, S.; KURUP, B. M. Variations in hepatosomatic index and biochemical profiles among the male morphotypes of *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, Amsterdam, v.176, p.285-293, 1999.
- TELECKEY, J. M. Alternate male reproductive strategies in the Giant Malaysian prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Pac. Sci.*, Honolulu, v.38, p.372-373, 1984.
- VALENTI, W. C. Freshwater prawn culture in Brazil. *J. World Aquacult. Soc.*, Baton Rouge, v. 24, n.1, p.29-34, 1993.

Received on April 02, 2004.

Accepted on September 30, 2004.