

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CENTRO DE AQUICULTURA
CÂMPUS JABOTICABAL

CONTROLE SOCIAL DO CRESCIMENTO DO
CAMARÃO DA AMAZÔNIA *Macrobrachium amazonicum*

Adriana Nabil Abdel Fattah Ibrahim

Bióloga

JABOTICABAL/SP

2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CENTRO DE AQUICULTURA
CÂMPUS JABOTICABAL

CONTROLE SOCIAL DO CRESCIMENTO DO
CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA *Macrobrachium amazonicum*

Adriana Nabil Abdel Fattah Ibrahim

Orientador: Prof. Dr. Wagner Cotroni Valenti

Co-orientador: Prof. Dr. Gilson Luiz Volpato

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da UNESP - CAUNESP, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Aquicultura.

JABOTICABAL/SP

2011

Ibrahim, Adriana Nabil Abdel Fattah
I14c Controle social do crescimento do camarão-da-amazônia
Macrobrachium amazonicum / Adriana Nabil Abdel Fattah Ibrahim.
-- Jaboticabal, 2011
viii, 39 f. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Centro de Aquicultura, Universidade
Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,
2011

Orientador: Wagner Cotroni Valenti

Banca examinadora: Eliane Gonçalves de Freitas, Fernando
Luis Medina Mantelatto

Bibliografia

1. Agressividade. 2. Comportamento. 3. Crescimento. 4.
Macrobrachium. I. Título. II. Jaboticabal – Centro de Aquicultura..

CDU 639.512

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
– Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus por me permitir realizar esse experimento e escrever minha dissertação. Agradeço toda a força que recebi Dele para estar aqui agradecendo todas as pessoas que são importantes na minha vida.

Aos meus pais, Nabil e Edna. Obrigada pela educação e exemplo que vocês me deram. Isso foi essencial para que eu chegasse até aqui. Eu amo vocês!

Aos meus irmãos, Fernanda e Ibrahim que são mais do que irmãos, são amigos e companheiros. Vocês são exemplos raros do que é ser 'irmão'. Amo vocês!!

Ao grande amor da minha vida, Dú. Agradeço a compreensão, o companheirismo, o amor incondicional e todo o apoio. Eu te amo. AVF sempre.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal por tornar realidade o meu sonho de ser Bióloga.

Ao meu orientador, Professor Doutor Wagner Cotroni Valenti, que me ensinou a perseverança e a ética na prática da ciência.

Ao meu co-orientador, Professor Doutor Gilson Luiz Volpato pelos ensinamentos no estudo sobre comportamento animal e redação.

Aos professores que fizeram parte da banca de Qualificação e Defesa, Dr^a. Helenice Barros, prof. Dr. Rodrigo Egdio, prof^a. Dr^a. Eliane Freitas e prof. Dr. Fernando Mantelatto. Obrigada pela ajuda e por repassar seus conhecimentos.

Às minhas sempre amigas, Fernanda, Juliana, Melina, Jaqueline, Jacqueline e Viviane. Mesmo longe, sempre presentes.

Aos amigos do Carcinicultura, Fernanda, Maria, Michelle, Távani, Patrícia, Alessandra, Caio, Bruno, Fabrício, Roberto e muitos outros, pela ajuda e amizade.

Ao Centro de Aquicultura da UNESP (CAUNESP), sua diretoria, coordenação da pós-graduação, funcionários e professores, por todo o conhecimento adquirido, auxílio e confiança.

À seção de Pós-Graduação do CAUNESP, em especial à Veralice, David, Luiza, Prof^a. Dr^a. Irene Bastos Vicentini e Prof^a. Dr^a. Laura Satiko Nakaghi. Obrigada por todos os favores, ajudas e confiança.

Ao Prof. Dr. Mateus Paranhos Costa e seus orientados do Grupo de Estudos e Pesquisas em Etologia e Ecologia Animal (GRUPO ETICO), pela atenção e empréstimo das câmeras para que eu pudesse filmar os comportamentos dos camarões.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela ajuda financeira que me permitiu realizar meu Mestrado e comparecer a cursos, palestras e congressos.

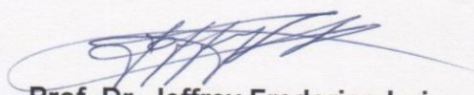
A todos aqueles que direta ou indiretamente me ajudaram, me fazendo chegar onde estou. Meus sinceros agradecimentos a todos vocês.

CEBEA – COMISSÃO DE ÉTICA E BEM ESTAR ANIMAL

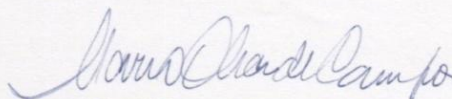
CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 009898 do trabalho de pesquisa intitulado "**Controle social do crescimento do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum***", sob a responsabilidade do Prof. Dr. Wagner Cotroni Valenti está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA E BEM ESTAR ANIMAL (CEBEA), em reunião ordinária de 17 de junho 2009.

Jaboticabal, 17 de junho de 2009.



Prof. Dr. Jeffrey Frederico Lui
Presidente - CEBEA



Med. Vet. Maria Alice de Campos
Secretária - CEBEA

ÍNDICE GERAL

	Página
RESUMO	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUÇÃO	3
2. OBJETIVOS	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
4. RESULTADOS	
4.1. <u>Observações comportamentais</u>	17
4.2. <u>Sobrevivência e Crescimento</u>	25
5. DISCUSSÃO	27
6. CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS	33

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Quatro morfotipos do <i>Macrobrachium amazonicum</i>	10
Figura 2. Condição do camarão macho GC2	11
Figura 3. Aquários no quais os tratamentos foram aplicados	12
Figura 4. Atos agressivos executados pelo camarão GC2	18
Figura 5. Atos agressivos executados pelo camarão TC	19
Figura 6. Permanência no abrigo pelo camarão TC (s)	21
Figura 7. Limpeza do corpo pelo camarão TC (s)	22
Figura 8. Latência para alimentação do camarão TC (s)	23
Figura 9. Duração da alimentação do camarão TC (s)	24

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Biometria inicial dos camarões TC e GC2	13
Tabela 2. Ataques executados pelo camarão GC2 e TC e índice de Dominância	20
Tabela 3. Sobrevivência dos camarões TC	25
Tabela 4. Crescimento dos camarões TC	26
Tabela 5. Número de ecdises do camarão TC	26

RESUMO

Nas populações animais, são construídas hierarquias de dominância e submissão por meio da interação social. O crescimento heterogêneo pode ser um indicativo de hierarquia e aviso para os indivíduos menores evitarem lutas contra o coespecífico maior. As populações do camarão-da-amazônia são compostas por quatro morfotipos masculinos com tamanhos diferentes: ‘translucent claw’ (TC), ‘cinnamon claw’ (CC), ‘green claw’ 1 (GC1) e o ‘green claw’ 2 (GC2). Considerando a necessidade de conhecer as interações sociais do *Macrobrachium amazonicum* cultivado para maximizar o crescimento e sobrevivência, foram testadas duas hipóteses: macho GC2 afeta o crescimento e comportamentos do macho TC; os quelípodos do macho GC2 têm papel fundamental na interação social. O fator testado foi a condição do macho GC2, com três níveis: quelípodos intactos, dactilos imobilizados ou ausência dos quelípodos. A ausência de macho GC2 foi o tratamento controle. A agressividade do camarão GC2 foi maior quando esse estava com seus quelípodos. Em todos os tratamentos, o índice de dominância do GC2 foi maior. Nos comportamentos analisados, o camarão TC isolado permaneceu mais tempo fora do abrigo, menos tempo se limpando, apresentou menor latência e maior duração da alimentação. A sobrevivência nos tratamentos em que o camarão GC2 estava sem quelípodos e o TC estava isolado foi 100%. Camarões TC criados aos pares com GC2 apresentaram crescimento menor quando comparado com camarões TC isolados. O número de ecdises e alteração de morfotipo foi maior nesse último tratamento. Portanto, o crescimento do macho TC é controlado socialmente por meio de dois mecanismos: redução do acesso do TC ao alimento e aumento do intervalo entre as ecdises. A presença do GC2 com os quelípodos intactos diminui a sobrevivência dos camarões subordinados.

Palavras-chave: agressividade, comportamento, crescimento, *Macrobrachium*.

ABSTRACT

In animal populations, are constructed hierarchies of dominance and submission through social interaction. The heterogeneous growth may be indicative of hierarchy and notice the smaller individuals to avoid fights against larger conspecific. The populations of amazon river prawn are composed of four male morphotypes with different sizes, 'translucent claw' (TC), 'cinnamon claw' (CC), 'green claw' 1 (GC1) and 'green claw' 2 (GC2). Considering the need to understand the social interactions of cultivated *Macrobrachium amazonicum* to maximize growth and survival, we tested two hypotheses: GC2 male affects growth and behavior of TC male; the chelipeds GC2 male has a fundamental role in social interaction. The factor tested was the condition of the GC2 male, with three levels: chelipeds intact, dactyls immobilized or absence of the chelipeds. The absence of GC2 male was the control treatment. The aggressiveness of GC2 prawn was higher when this was with their chelipeds. In all treatments, the dominance index of GC2 was higher. Behaviors analyzed, prawn treatment alone remained more time outside the shelter, smaller time grooming and showed smaller latency and higher duration of feeding. Survival in treatments where GC2 prawns were without chelipeds and where TC was isolated was 100%. Prawns TC created in pairs with GC2 showed slower growth compared with TC prawn isolates. The number of ecdysis and changes in morphotype was greater in the last treatment. Therefore, growth of TC male is socially controlled through two mechanisms: reduced access of TC to food and increase the interval between ecdysis. The presence of GC2 with chelipeds intact reduces the survival of subordinate prawns.

Keywords: aggression, behaviour, growth, *Macrobrachium*.

1. INTRODUÇÃO

Nas populações animais, a interação social é de extrema importância para o relacionamento entre os indivíduos. Segundo Hickman et al. (2004) quando existe uma resposta de um indivíduo a alguma ação de outro da mesma espécie, é chamada interação social. A sociabilidade traz vários benefícios para os animais como, por exemplo, a defesa contra predadores e facilita encontros entre machos e fêmeas (Hickman et al., 2004). Por meio dessa interação social, são construídas as hierarquias de dominância e submissão e assim a população se estabelece e se perpetua. Isso ocorre graças à comunicação intraespecífica, que, segundo Dunbar (1998), além de atrair fêmeas, fugir ou afugentar predadores, está relacionada ao estabelecimento de hierarquias sociais e demarcação de territórios. Essa comunicação intraespecífica para o estabelecimento de hierarquias pode se dar sob a forma tátil – lutas realizadas para determinar o mais forte –, química – liberação de substâncias para demarcar territórios –, sonora – vocalizações para intimidar oponentes – e visual – um indivíduo ser muito maior que os demais (Dunbar, 1998). A hierarquia pode ser reversível, ou seja, um indivíduo considerado dominante na população pode perder esse ‘status’ para um novo indivíduo.

Para alguns pesquisadores de comportamento, a agressão faz parte de uma interação social chamada de comportamento agonístico (Hickman et al., 2004), no qual um indivíduo ou um grupo de indivíduos inflige comportamentos sociais de ameaça a outros da mesma espécie ou espécie diferente (Carthy, 1980; Deag, 1981). Segundo Wilson (1975), a relação de hierarquia se dá pela existência de um indivíduo (ou grupo de indivíduos) com recursos e comportamentos limitados (subordinado) pelo comportamento de outro (dominante). Muitas espécies possuem adaptações morfológicas utilizadas na luta, como bicos, garras, dentes afiados ou chifres (Hickman

et al, 2004). Em muitos casos, para estabelecer a hierarquia nas populações, são necessários confrontos entre os indivíduos com a utilização dessas adaptações morfológicas. Segundo Daws et al. (2002) e Bergman et al. (2003), em crustáceos a hierarquia pode ser medida pelo número de atos agressivos dos indivíduos. A agressividade dos indivíduos dominantes pode influenciar nos comportamentos dos outros indivíduos dessa população. Para evitar encontros que podem ser fatais para os subordinados, esses permanecem dentro de abrigos (Englund e Krupa, 2000).

Quando na presença do agente estressor, alguns animais executam atividades comportamentais que aparentemente são totalmente irrelevantes para a situação. Essas atividades são conhecidas como ‘comportamentos deslocados’ e descrevem partes de um comportamento instintivo realizado fora do contexto e que parece ter função de aliviar uma tensão (Dantzer e Mittleman, 1993). Segundo Maestriperi et al. (1992), o comportamento de deslocamento pode ser uma boa medida do nível de ansiedade. Para Pitman (1989), atividades deslocadas representam comportamentos evocados por condições específicas de ameaça ou estresse. Segundo o mesmo autor, alguns exemplos de comportamento deslocado são: beber, comer, escavar e limpar compulsivos. Segundo Bauer (1989), a auto-limpeza (‘autogrooming’) é muito realizada em crustáceos. Em estudos para diversos grupos animais, inclusive em humanos, a auto-limpeza (‘autogrooming’) é considerada um comportamento deslocado quando executada de forma compulsiva (ratos: Grant, 1963; humanos: Pitman, 1989; primatas: Maestriperi et al., 1992; moscas: Bussab, 1995). Além disso, os comportamentos deslocados causam o deslocamento da energia de um sistema, como crescimento, para um sistema comportamental aparentemente sem função. Esses comportamentos podem ser adaptações para evitar confrontos fatais entre os indivíduos da mesma espécie. Segundo Bergman e Moore (2005), sinais químicos são liberados na água, mostrando o ‘status

social' do indivíduo e impedindo manifestações de agressão por parte de possíveis adversários.

Algumas espécies desenvolveram ao longo de milhares de anos adaptações para evitar lutas até a morte de coespecíficos. Segundo Hickman et al. (2004), exibições ritualizadas funcionam como comunicação para evitar confrontos. Em caranguejos *Uca*, a luta pelo território geralmente ocorre pela exibição de suas pinças ligeiramente abertas (Hickman et al., 2004). Entretanto, lutas entre indivíduos da mesma espécie podem acabar em morte quando esses indivíduos são do mesmo tamanho.

O crescimento em crustáceos está relacionado ao ciclo de mudas e requer muita energia (Hickman et al., 2004), além de representar um período de fragilidade do animal até que o exoesqueleto esteja rígido novamente. Por isso, os crustáceos controlam a frequência dessas mudas dependendo das condições ambientais (Stevenson, 1985). Segundo Brugiolo et al. (2007), para o camarão de água doce *M. rosenbergii*, fêmeas com quelípodes intactos atacam e predam mais fêmeas que acabaram de sofrer muda. Geddes et al. (1988), estudando o crescimento em camarões de água doce *Cherax destructor*, concluiu que aqueles que estavam sendo criados em comunidade apresentavam longo período entre as mudas. Em crustáceos, o crescimento heterogêneo pode estar relacionado ao impedimento dessas mortes.

Indivíduos maiores são encontrados nas populações tanto em ambiente natural como em viveiros de produção (Moraes-Riodades & Valenti, 2004; Santos et al., 2006; da Silva et al., 2009; Moraes-Valenti et al., 2010). Esse crescimento heterogêneo pode ser um indicativo de hierarquia e um aviso para os indivíduos menores evitarem lutas contra o coespecífico maior, evitando também sua provável morte. Segundo Preto et al. (2010), a distribuição assimétrica dos tamanhos dos indivíduos em camarões de água doce se deve à economia de recursos pela população como um todo. Portanto, uma

população com indivíduos de tamanhos semelhantes pode levar a instabilidade social, aumentando os confrontos agressivos e elevando o estresse dos indivíduos. Na aquicultura, ambientes de estresse constante podem acarretar menor crescimento dos animais ou perda por morte, sendo esse o maior entrave para o lucro do produtor.

Para atender às necessidades do mercado consumidor, o produtor deve oferecer um produto uniforme e continuamente, sendo essas grandes dificuldades para o aquicultor. Porém, a homogeneidade do tamanho dos animais nos viveiros pode causar injúrias e mortes. Portanto, é de extrema importância conhecer os mecanismos que controlam o crescimento heterogêneo para tentar propor novas técnicas de manejo na aquicultura.

Quatro mecanismos vêm sendo usados hipoteticamente para explicar o controle social do crescimento em crustáceos:

Competição direta por alimento – indivíduos agressivos e dominantes podem privar subordinados (por exemplo, indivíduos menores) de alimento. Desse modo, consomem mais do que os últimos. Isso aumenta o crescimento dos camarões maiores e reduz o crescimento dos menores. Esse mecanismo é particularmente eficaz quando o alimento pode ser protegido e é limitado no tempo e no espaço (Segal e Roe, 1975). A análise das interações agressivas dentro e entre três espécies de decápodes de água doce (*Austropotamobius italicus*, *Procambarus clarkii* e *Potamon fluviatile*) mostrou que um dos recursos que influenciou nas brigas e na dominância do ambiente foi o alimento (Gherardi e Cioni, 2004).

Supressão do apetite – as interações agressivas resultam no estabelecimento de uma hierarquia de tamanho em que os subordinados podem crescer menos até mesmo na presença constante de alimento, por causa de sua ingestão de alimento mais baixa (Cobb et al., 1982).

Eficiência alterada na absorção de alimentos – os indivíduos subordinados menores podem apresentar uma baixa eficiência na absorção do alimento, que pode ser por causa da digestibilidade reduzida e/ou de um deslocamento metabólico mais baixo devido ao seu ‘status’ social (Karplus et al., 1992b).

Aumento da atividade locomotora – os indivíduos subordinados pequenos podem ocupar-se em manobras evasivas contínuas para escapar de seu dominante, resultando em gasto elevado de energia e redução do crescimento (Cobb et al., 1982).

A redução da taxa de crescimento e/ou o crescimento heterogêneo dos camarões em cultivo é induzida pela supressão social, sendo que a agressividade e o canibalismo têm papel decisivo (Ajuzie, 1994). A hierarquia do grupo é estabelecida por confrontos agonísticos, nos quais as principais estruturas utilizadas para os ataques são os quelípodas (Conover e Miller, 1978).

A variação do tamanho do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*, reflete uma estrutura complexa da população, composta de quatro morfotipos masculinos sexualmente maduros. Segundo Moraes-Riodades e Valenti (2004), esses morfotipos incluem dois tipos pequenos: o ‘translucent claw’ (TC) e o ‘cinnamon claw’ (CC); e dois grandes: o ‘green claw’ 1 (GC1) e o ‘green claw’ 2 (GC2). Os morfotipos pequenos diferem principalmente na cor dos quelípodas e na inclinação de seus espinhos pequenos. Os morfotipos grandes diferem principalmente no comprimento de seus quelípodas, que são mais longas em GC2 comparado com o GC1 (Moraes-Riodades e Valenti, 2004).

O *Macrobrachium amazonicum* é a espécie nativa com maior potencial para aquicultura, sendo amplamente consumido pelas populações da Amazônia e regiões semi-áridas do nordeste do Brasil (Maciel e Valenti, 2009; Moraes-Valenti e Valenti, 2010). Por ser muito consumido no Pará, apresentar carne saborosa, possuir larga

distribuição, rápido crescimento e fácil manutenção em cativeiro (Valenti, 1985), o camarão-da-amazônia assume grande importância sócio-econômica neste estado. Essa espécie apresenta ampla distribuição geográfica, ocorrendo na Guiana, Suriname, Guiana Francesa, Brasil, Colômbia, Venezuela, Peru, Equador, Bolívia, Paraguai e Argentina (Maciel e Valenti, 2009). Seu comprimento e peso podem alcançar até 16 cm e 30 g, respectivamente (Valenti et al., 2003). Devido a sua grande abundância, ampla distribuição geográfica e importante potencial biológico, o *M. amazonicum* vem sendo a espécie de água doce mais explorada em pesca artesanal na Amazônia e no nordeste brasileiro (Kutty et al., 2000; Maciel e Valenti, 2009).

A variação dos tamanhos que ocorre em populações cultivadas do *M. amazonicum* e particularmente nos machos é o principal obstáculo para a otimização do cultivo, já que os preços dos camarões são dependentes do tamanho dos mesmos e da uniformidade do produto. Segundo Huntingford (1991), o aumento do lucro na exploração comercial pode depender de informações sobre o comportamento animal. É de fundamental importância para o sucesso da produção o conhecimento das características biológicas e comportamentais das espécies em estudo (Pezzato, 1997). Portanto, o conhecimento do comportamento social e crescimento heterogêneo de *M. amazonicum* constituem ferramenta básica para o desenho de estratégias de manejo, visto que possibilita um melhor aproveitamento desse recurso natural, evitando um estado de sobrepesca e produtividade decrescente. Além disso, a escolha de espécies nativas para a produção torna a atividade ecologicamente mais adequada, evitando a introdução de espécies exóticas no ambiente natural, o que pode acarretar um desequilíbrio nas populações animais e vegetais de um modo geral. O escape de espécies exóticas cultivadas tem sido responsável por vários problemas ambientais, tais

como a competição e/ou predação em relação às espécies nativas, alterações de habitat e disseminação de patógenos (Myrick, 2002).

Portanto, considerando a necessidade de se conhecer as interações sociais do *M. amazonicum* cultivado para maximizar o crescimento e sobrevivência, no presente trabalho analisou-se as interações entre os morfotipos GC2 e TC e a possível influência desta interação no crescimento dos camarões TC. Foram testadas duas hipóteses: o macho GC2 afeta o crescimento e alguns comportamentos do macho TC; os quelípodos do macho GC2 tem papel fundamental na interação social agonística. Os comportamentos analisados serviram para avaliar a possível hierarquia de dominância nessa espécie e a captura e ingestão do alimento pelo TC.

2. OBJETIVOS

Os objetivos deste estudo foram:

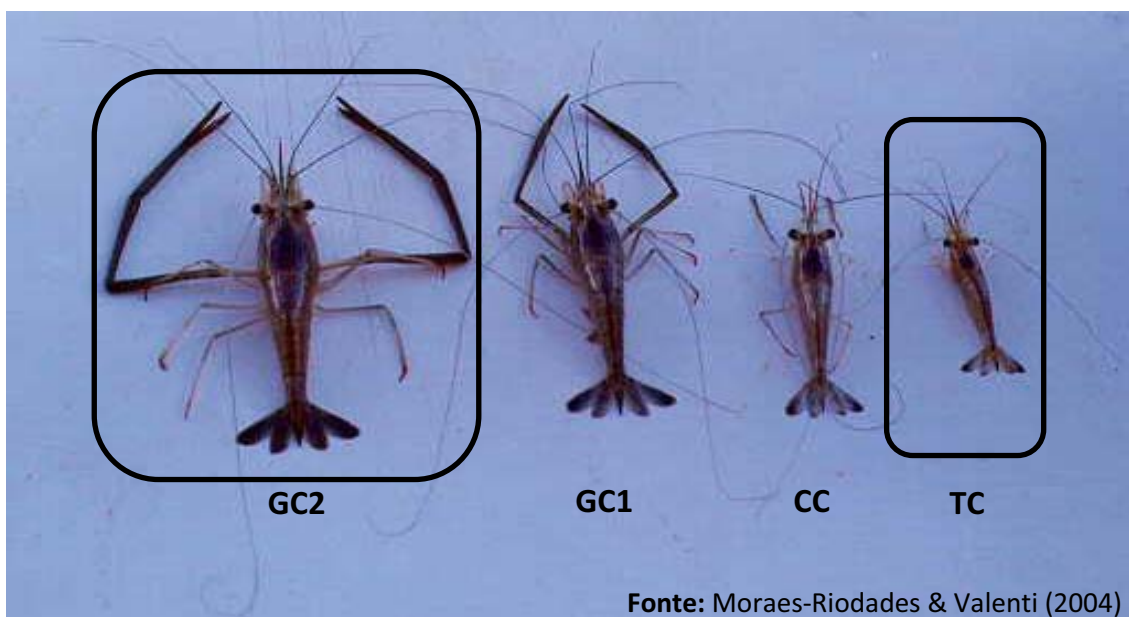
- Avaliar o papel dos quelípodos (segundo par de pereópodos) na determinação do status social e na interação social entre machos do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* por meio de análises comportamentais;
- Determinar a influência da interação social entre os morfotipos GC2 e TC sobre o crescimento do camarão TC, focando no mecanismo de competição direta por alimento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Machos dos morfotipos TC e GC2 do camarão-da-amazônia *M. amazonicum* foram coletados nos viveiros do Setor de Carcinicultura do Centro de Aquicultura da UNESP (CAUNESP), campus de Jaboticabal, em abril de 2009. Esses animais são descendentes de exemplares coletados na natureza do nordeste do Pará, Brasil (01°13'25''S, 48°17'40''W) em 2001. O experimento foi realizado no Laboratório de

Larvicultura do Setor de Carcinicultura do CAUNESP, que é dotado de controle de fotoperíodo e temperatura.

Foi analisada a interação social entre os machos sexualmente maduros de *M. amazonicum* (FIGURA 1), focalizando na repressão do crescimento do morfotipo menor, ‘translucent claw’ (TC), pelo morfotipo maior, ‘green claw’ 2 (GC2), e o papel das quelas de GC2 nesse processo.



Fonte: Moraes-Riodades & Valenti (2004)

Figura 1. Quatro morfotipos do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum*. GC2 – ‘green claw’ 2, GC1 – ‘green claw’ 1, CC – ‘cinnamon claw’, TC – ‘translucent claw’. Destaque para os morfotipos utilizados nesse experimento (GC2 e TC).

Para o estudo do efeito da interação social sobre o crescimento, o delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 4 tratamentos e 6 repetições. O fator testado foi a condição do macho dominante, com três níveis: quelípodas intactos, dácilios dos quelípodas imobilizados ou quelípode autotomizado (FIGURA 2). A ausência de macho dominante foi o tratamento controle, que também teve seis réplicas. Portanto, os quatro tratamentos testados foram:

- TC+GC2 intacto: um TC criado com um GC2 intacto;

- TC+GC2 dáctilos imobilizados: um TC criado com um GC2 com pinças imobilizadas, de modo a impedir a abertura e fechamento dos dáctilos;
- TC+GC2 sem quelípodes: um TC criado com um GC2 que sofreu autotomia dos quelípodes;
- TC isolado (controle): um TC criado isolado, em aquários com a metade do tamanho daqueles usados para criar pares de camarões.

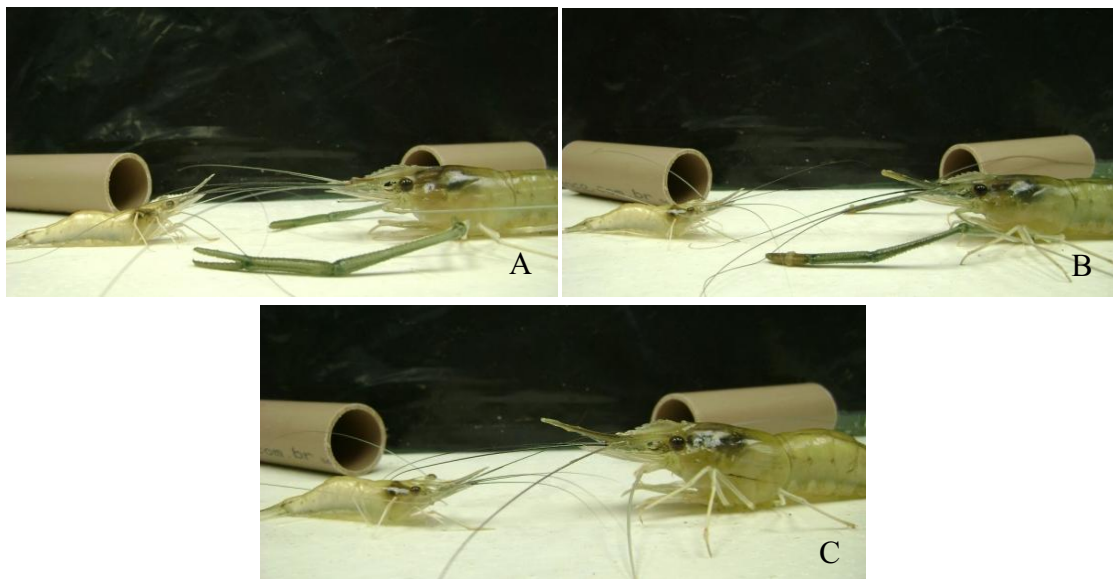


Figura 2. Condição do camarão macho GC2. TC criado com camarão GC2 com os quelípodes intactos (A); TC criado com GC2 com os dáctilos dos quelípodes imobilizados (B); TC criado com camarão GC2 sem quelípodes (C).

Foram utilizados 18 aquários com dimensões de 30x35x20 cm (AxLxP), onde foram colocados os pares de camarões e 6 aquários com dimensões 30x23x15 cm (AxLxP) usados para manter os machos TC isolados. Cada aquário continha um aquecedor com termostato para manter a temperatura da água constante, uma pedra porosa ligada a um compressor radial para o suprimento de oxigênio e um biofiltro contendo cascalho ativado com bactérias nitrificantes, que transformam a amônia tóxica em nitrato (FIGURA 3A). Dois tubos de PVC foram colocados em cada aquário grande e um tubo foi colocado em cada aquário pequeno para servirem de abrigo para o camarão TC. A visibilidade lateral dos aquários foi bloqueada pela fixação de uma lona

preta, a qual impedia que os camarões vizinhos se vissem (FIGURA 3B). Os aquários permaneceram iluminados com luzes fluorescentes, ligadas a um dispositivo elétrico (timer), que mantinha os animais em 12 horas de claro e 12 horas de escuro. Como a intensidade de iluminação natural do laboratório variou nos aquários, estabeleceu-se 4 blocos, de acordo com a posição dos mesmos no laboratório.

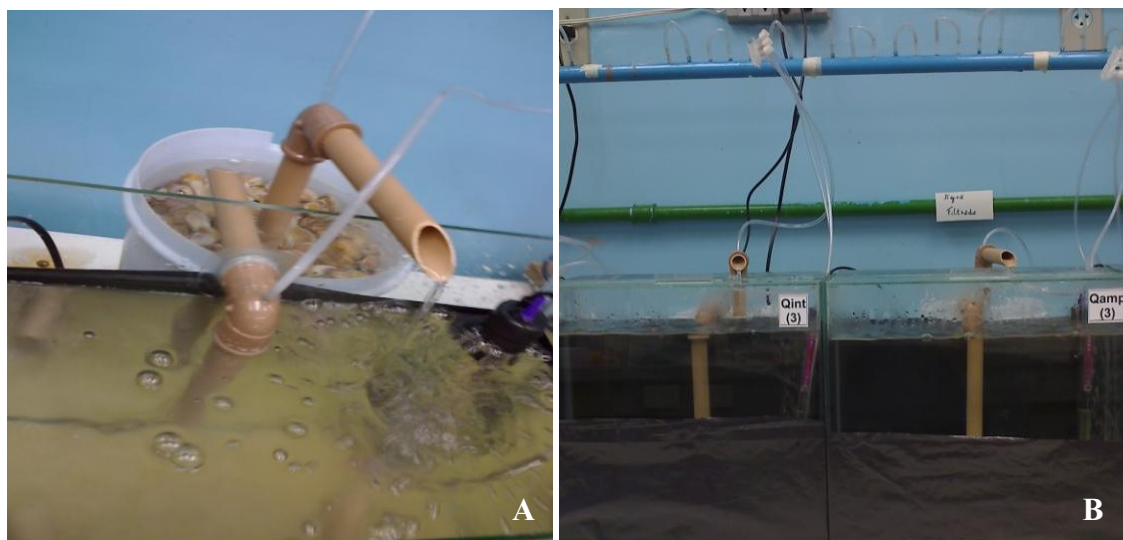


Figura 3. Aquários nos quais os tratamentos foram aplicados. Recirculação da água (A); isolamento visual dos aquários, termostato e aeração (B).

A temperatura foi monitorada diariamente e permaneceu ao redor de $30^{\circ}\text{C} \pm 0,5$. A porcentagem de saturação média de oxigênio dissolvido, medida esporadicamente, foi de $88\% \pm 2,6$. A média dos valores de pH, medidos duas vezes por semana, permaneceu em $8,62 \pm 0,14$. Também monitorados duas vezes por semana, os níveis de amônia total e nitrito se mantiveram estáveis, não excedendo $0,25 \text{ mg/L}$ e $0,08 \text{ mg/L}$, respectivamente, salvo algumas exceções em que os níveis de amônia se elevaram. Porém, a normalidade foi rapidamente estabelecida depois da utilização do condicionador de água Ammo-Lock[®] da Aquarium Pharmaceuticals, responsável pelo aumento da população de bactérias nitrificantes. As variáveis controladas permaneceram em níveis adequados para o cultivo de camarões de água doce, segundo Valenti (1998). O controle destas variáveis é muito importante para o experimento, já

que vários fatores externos podem influenciar o crescimento e comportamento de crustáceos.

Os animais foram alimentados diariamente, no período noturno, com dieta comercial fornecida em abundância. Os restos do alimento e as fezes acumuladas foram sifonados a cada manhã. Os camarões TC mortos foram substituídos, mas os substitutos não foram incluídos na análise do crescimento, sendo usados somente para as observações comportamentais. Não houve mortes de camarões TC durante as observações comportamentais. Os camarões GC2 mortos durante o estudo foram substituídos por outros camarões com tamanho e quelípodas similares. O peso e o comprimento total do corpo do camarão TC no início do experimento foram similares entre os tratamentos (TABELA 1). O mesmo aconteceu com os camarões GC2, indicando que os indivíduos tinham tamanho homogêneo entre os tratamentos.

Tabela 1. Médias (\pm desvios-padrão) da biometria inicial dos camarões TC e GC2 do *Macrobrachium amazonicum*.

Tratamento	TC		GC2	
	Peso (g)	Comprimento total (mm)	Peso (g)	Comprimento total (mm)
TC+GC2 intacto	1,67 \pm 0,10	61,67 \pm 2,05	11,92 \pm 0,83	109,5 \pm 3,29
TC+GC2 dáctilos imobilizados	1,73 \pm 0,35	61,90 \pm 3,85	12,28 \pm 1,52	112,0 \pm 3,90
TC+GC2 sem quelípodas	1,53 \pm 0,28	60,37 \pm 3,50	12,80 \pm 1,03	109,7 \pm 2,88
TC isolado	1,49 \pm 0,20	58,26 \pm 3,44	---	---
<i>Coefficiente de Variação (%)</i>	<i>13,31</i>	<i>3,89</i>	<i>8,62</i>	<i>3,07</i>

Não houve diferença entre os tratamentos em cada coluna por ANOVA, ($P > 0,05$). $N=6$.

As análises comportamentais iniciaram-se 4 semanas após a introdução dos animais em seus respectivos aquários. Esse tempo é mais que suficiente para que a hierarquia fosse estabelecida, de acordo com Fero et al. (2007), que explica em seu

estudo com populações de camarões de água doce da espécie *Orconectes rusticus* que a hierarquia social torna-se estável depois de 96 horas.

Foram feitas sessões de observações planejadas em um tempo regular, nas quais cada aquário foi filmado por 15 minutos (dividido em 5 minutos antes da oferta de alimento e 10 minutos logo após a oferta de alimento). Cada sessão se repetia de 6 em 6 horas, ou seja, às 6h00, às 12h00, às 18h00 e às 24h00. Esses horários foram estabelecidos para avaliar o comportamento do camarão TC ao longo do dia. Para cada horário houve três repetições, em dias alternados, totalizando 3 horas de observação em cada aquário. Toda ocorrência de comportamentos de interesse foi gravada de um indivíduo particular (morfotipo TC), referido como um indivíduo focal, durante uma amostragem de período inteiro, isto é, uma sessão de 15 minutos.

Em cada dia de observação, antes das gravações, todos os restos de alimento foram removidos dos aquários. Para evitar perturbar os animais, as observações do comportamento foram realizadas atrás de um anteparo e gravadas em vídeo. No período noturno, as observações foram realizadas por meio do uso de iluminação vermelha, visto que várias espécies de crustáceos têm se mostrado insensíveis à luz vermelha (Goldsmith e Fernandez, 1968 e Cummins et al.,1984). As seguintes ações foram observadas:

- (1) ocorrência de interações agressivas, iniciadas pelo camarão GC2 e pelo TC – seguindo o etograma agressivo para camarões proposto por Barki et al. (1991a);
- (2) tempo de permanência dentro do abrigo pelo camarão TC – tentativa de evitar o confronto com GC2;
- (3) tempo de limpeza do corpo pelo camarão TC – ‘autogrooming’ realizado em situações de estresse;

(4) latência para alimentação do camarão TC – tempo que o camarão TC demora a se apoderar do alimento;

(5) duração da alimentação do camarão TC – tempo em que o camarão TC permanecia com o alimento nos maxilípedes.

As análises das interações agressivas foram divididas da seguinte maneira: número de atos agressivos do camarão GC2 sobre o camarão TC e número de atos agressivos do camarão TC sobre o GC2. Seguindo o etograma agressivo elaborado por Barki et al. (1991a), os atos agressivos considerados para as análises foram:

- ‘Estender o quelípode’ – extensão de um ou dos dois quelípedes em direção ao outro camarão.
- ‘Empurrar’ – um camarão empurra uma de suas quelas sobre parte do corpo do outro camarão.
- ‘Abraçar’ – um camarão envolve o outro com seus quelípedes.
- ‘Atacar’ – ataque com os quelípedes sobre o outro camarão.

Para esse comportamento, o tratamento dos camarões TC criados isolados não entrou nas análises. Utilizando o número de atos agressivos, também foi calculado o índice de dominância segundo Bailey et al. (2000). Essa análise leva em consideração a porcentagem de atos agressivos de cada indivíduo no total de atos agressivos. Quanto mais próximo de 1, maior a dominância.

A permanência no abrigo pode estar associada à tentativa de proteção do camarão TC, evitando encontros com o GC2 que podem lhe ser fatais e assim ser um indicativo de dominância social. O tempo de limpeza do corpo pelo camarão TC pode estar relacionado a situações de estresse constante em que o estressado se ocupa de atos sem função. Sua intensificação pode estar relacionada a condições de ansiedade por presença de um agente estressor (Dantzer e Mittleman, 1993). No caso dos camarões,

esse estresse pode acontecer pela presença do camarão dominante. A latência para a alimentação pode indicar o evite do camarão TC em se expor mesmo que isso impeça sua alimentação. Durante a alimentação (tempo em que o TC permanecia com o alimento nos maxilípodés), o camarão TC ficava vulnerável a ataques do camarão GC2. Portanto, a avaliação dessa variável também está relacionada à tentativa de o camarão diminuir sua exposição e assim evitar encontros agressivos com o camarão GC2. Para as ações “permanência dentro do abrigo”, “limpeza do corpo”, “latência para alimentação” e “duração da alimentação”, a duração de cada atividade foi cronometrada em segundos.

O teste Cramer-von Mises foi usado para testar a normalidade dos dados comportamentais e mostrou que eles não atendem a essa premissa. Então, foram aplicados testes não-paramétricos. Para a comparação entre os tratamentos dentro de cada horário e para a comparação entre os tratamentos somando todos os horários, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis. Já para a comparação das variáveis entre as horas do dia em um mesmo tratamento, foi aplicado o teste de Friedman. Quando foi observada diferença significativa entre os tratamentos, foi aplicado o teste de comparações múltiplas de Dunn para saber quais tratamentos diferiam entre si. Considerou-se o nível de significância de 5%. Os dados comportamentais foram analisados utilizando o programa GraphPad Prism, versão 5.0 (2008).

A sobrevivência dos camarões TC foi calculada em cada tratamento relacionando o número de camarões mortos com o total de camarões incluídos nos aquários no início do experimento, ou seja, seis animais. O crescimento dos camarões TC foi monitorado realizando uma biometria no início do experimento e outra no último dia do experimento (75º dia). Para isso, foram determinados, para cada camarão TC, o peso e o comprimento total do corpo, com uma balança digital (marca GEHAKA,

modelo BG 2000) de precisão 0,01g e um paquímetro digital (marca Mitutoyo) com precisão de 0,01mm, respectivamente. Duas vezes por dia, todos os aquários foram verificados quanto à ocorrência de mudas. Esses dados permitiram determinar a transição de um morfotipo para outro.

Os dados de sobrevivência e crescimento foram submetidos ao teste Cramer-von Mises para avaliar a normalidade. Como essa premissa foi atendida, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para delineamento em blocos casualizados (DBC) no programa SAS, versão 9.0 (1998). Para os resultados com diferença significativa entre os tratamentos, foi aplicado o teste de Newman-Keuls para saber quais tratamentos diferiam entre si. As porcentagens de sobrevivência foram transformadas em arco seno da raiz quadrada para a análise estatística. Considerou-se o nível de significância de 5%.

4. RESULTADOS

4.1. Observações comportamentais

Nas 18h00 e 24h00, os camarões GC2 estavam mais ativos e se movimentavam por toda a extensão do aquário, inclusive subindo até a superfície e se mantendo na coluna d'água por movimento de seus pleópodes. Esse comportamento também foi observado nos camarões TC que estavam sendo criados sozinhos.

A agressão executada pelo camarão GC2 diferiu entre os tratamentos dentro de cada hora (6h00 – $P < 0,0001$; 12h00 – $P = 0,0016$; 18h00 – $P = 0,0024$; 24h00 – $P < 0,0001$), na média das horas para todos os tratamentos ($P < 0,0001$) e em dois tratamentos, entre as horas do dia (TC+GC2 intacto – $P = 0,0218$; TC+GC2 dáctilos imobilizados – $P = 0,3165$; TC+GC2 sem quelípodes – $P = 0,0023$). Em todas as horas do dia, o tratamento que apresentou menor número de ataques ao camarão menor foi o

tratamento em que os GC2 estavam sem seus quelípodes, diferindo significativamente dos outros tratamentos (FIGURA 4). No tratamento TC+GC2 intacto, às 18h00, o camarão GC2 atacou menos o TC quando comparado às outras sessões. No caso do camarão GC2 atacou menos o TC quando comparado às outras sessões. No caso do tratamento TC+GC2 sem quelípodes, a sessão de menos ataques foi às 24h00. Nos períodos noturnos, o camarão GC2 imprimia ataques sobre o TC, até mesmo no abrigo em que os camarões menores permaneciam um grande tempo.

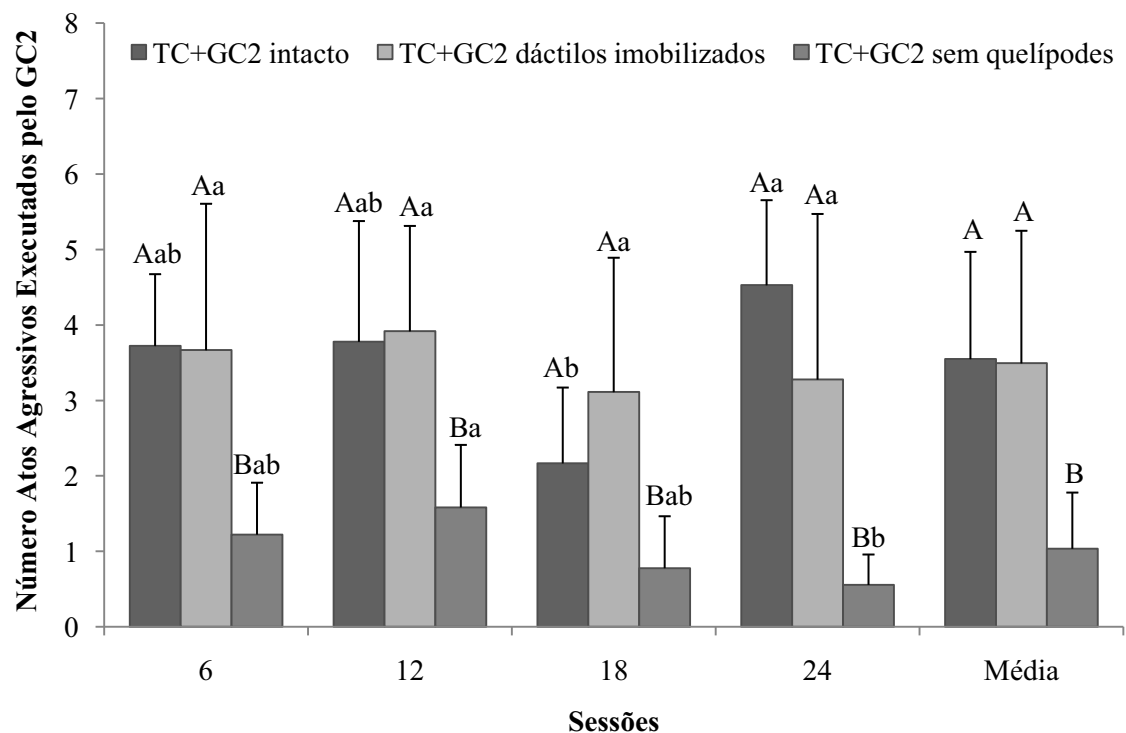


Figura 4. Médias (\pm desvios-padrão) do número de atos agressivos executados pelo camarão GC2 do *Macrobrachium amazonicum* sobre o TC quando criado com GC2 intacto, GC2 com os dactílos imobilizados, GC2 sem quelípodes e isolado (controle), em um ciclo de 24 horas. Barras com a mesma letra maiúscula indicam que as médias não diferem significativamente entre os tratamentos em cada hora e na média das horas (Dunn, $P > 0,05$); Barras com a mesma letra minúscula indicam que as médias do mesmo tratamento não diferem entre as horas (Dunn, $P > 0,05$).

A agressividade do camarão menor não apresentou diferenças entre os tratamentos dentro de cada hora (6h00 – $P= 0,3154$; 12h00 – $P= 0,138$; 18h00 – $P= 0,335$; 24h00 – $P= 0,3789$), na média das horas para todos os tratamentos ($P= 0,0832$) e no mesmo tratamento entre as horas do dia (TC+GC2 intacto – $P> 0,05$; TC+GC2 dáctilos imobilizados – $P= 0,4317$; TC+GC2 sem quelípodes – $P= 0,4317$). Os poucos atos agressivos executados pelo TC ocorreram no tratamento em que o GC2 estava sem os quelípodes (FIGURA 5). Já no tratamento em que os camarões maiores estavam com os quelípodes intactos, o número de atos agressivos do camarão TC foi igual a zero.

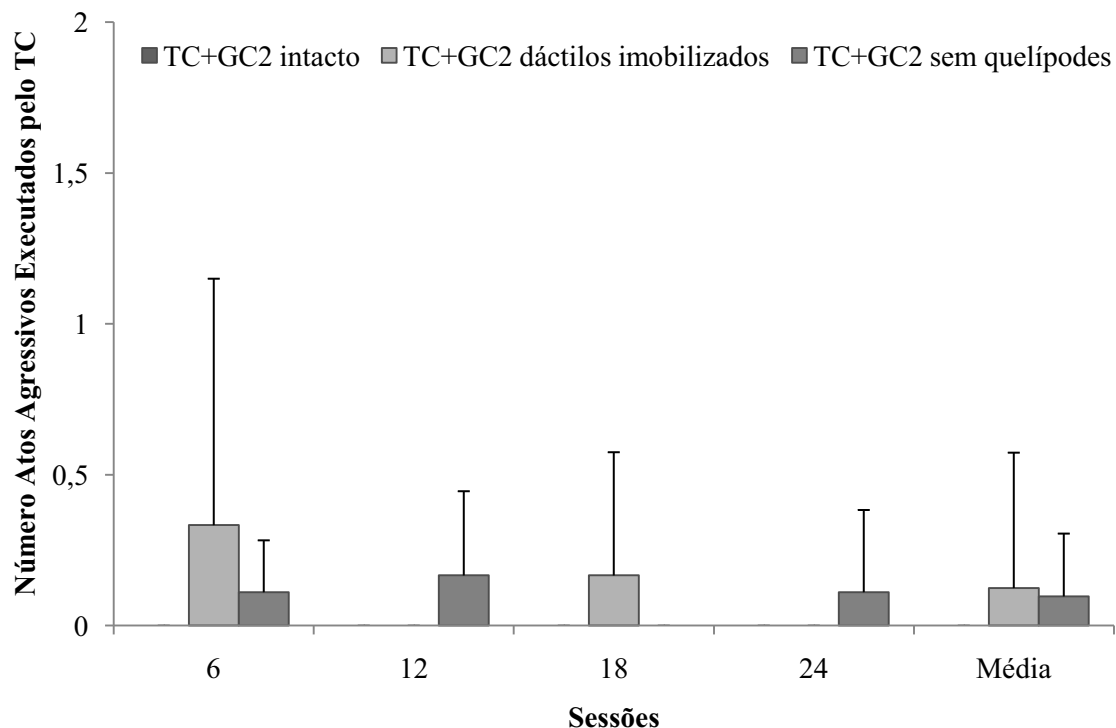


Figura 5. Médias (\pm desvios-padrão) do número de atos agressivos executados pelo camarão TC do *Macrobrachium amazonicum* sobre o GC2 quando criado com GC2 intacto, GC2 com os dáctilos imobilizados, GC2 sem quelípodes e isolado (controle), em um ciclo de 24 horas. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos em cada hora, na média das horas e no mesmo tratamento entre as horas (Dunn, $P>0,05$).

Em todos os tratamentos, o índice de dominância do camarão GC2 foi alto, ou seja, a porcentagem de atos agressivos realizados pelo GC2 foi maior do que os atos agressivos efetuados pelo camarão TC em todos os tratamentos (TABELA 2).

Tabela 2. Total de ataques executados pelo camarão GC2 e TC do *Macrobrachium amazonicum* e o Índice de Dominância (ID) nos diferentes tratamentos.

Tratamento	Atos agressivos GC2	Atos Agressivos TC	ID
TC+GC2 intacto	246	0	1
TC+GC2 dáctilos imobilizados	218	8	0,96
TC+GC2 sem quelípodes	71	7	0,91

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si (Dunn, $P > 0,05$).
ID mais próximo de 1, maior dominância.

Para a duração do tempo em que os camarões TC permaneceram dentro do abrigo, em um ciclo de 24 horas, a análise estatística mostrou que houve diferença entre tratamentos dentro de alguns horários (6h00 – $P = 0,77$; 12h00 – $P = 0,106$; 18h00 – $P < 0,0001$; 24h00 – $P < 0,0001$), na média das horas para todos os tratamentos ($P < 0,0001$) e no tratamento em que os camarões GC2 estavam intactos, entre as horas do dia (TC+GC2 intacto – $P = 0,0007$; TC+GC2 dáctilos imobilizados – $P = 0,0894$; TC+GC2 sem quelípodes – $P = 0,5737$; TC isolado (controle) – $P = 0,1967$). Na média das horas, os camarões TC criados com GC2 intactos e com os quelípodes imobilizados ocuparam o abrigo durante um tempo significativamente maior do que nos tratamentos em que o GC2 não tinha quelípodes e no tratamento controle (FIGURA 6). O tratamento em que o GC2 estava intacto foi o único que diferiu entre as horas do dia, permanecendo mais tempo abrigado nos períodos noturnos (18h00 e 24h00). Nesses períodos, o tratamento em questão diferiu do tratamento controle e do tratamento em que o GC2 estava sem os quelípodes, os quais permaneceram pouco tempo dentro do abrigo.

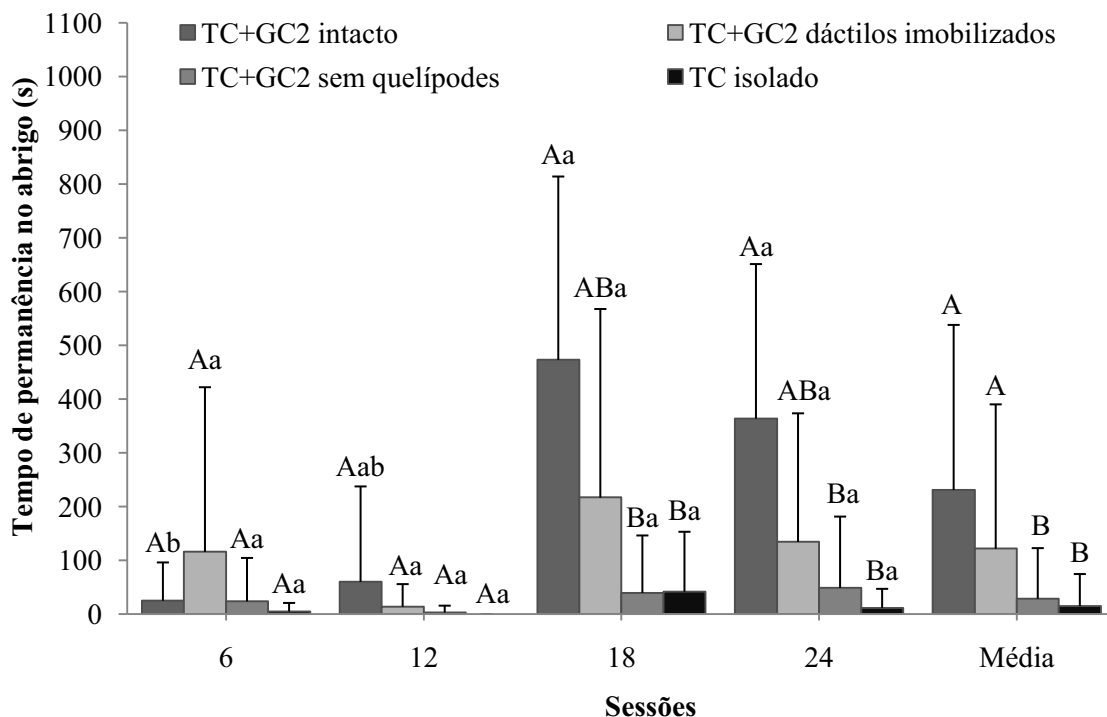


Figura 6. Médias (\pm desvios-padrão) do tempo de permanência no abrigo pelo camarão TC do *Macrobrachium amazonicum* quando criado com GC2 intacto, GC2 com os dactílos imobilizados, GC2 sem quelípodes e isolado (controle), em um ciclo de 24 horas. Barras com a mesma letra maiúscula indicam que as médias não diferem significativamente entre os tratamentos em cada hora e na média das horas (Dunn, $P > 0,05$); Barras com a mesma letra minúscula indicam que as médias do mesmo tratamento não diferem entre as horas (Dunn, $P > 0,05$).

O teste estatístico para o tempo de limpeza do corpo (autogrooming) dos camarões TC indicou diferença entre tratamentos dentro das 6h00 (6h00 – $P = 0,0004$; 12h00 – $P = 0,1272$; 18h00 – $P = 0,2791$; 24h00 – $P = 0,0553$), na média das horas para todos os tratamentos ($P = 0,0005$) e apenas no tratamento em que o GC2 não tinha quelípodes entre as horas do dia (TC+GC2 intacto – $P = 0,1935$; TC+GC2 dactílos imobilizados – $P = 0,2699$; TC+GC2 sem quelípodes – $P = 0,0373$; TC isolado (controle) – $P = 0,2181$). No decorrer das 24 horas, houve um padrão de limpeza do corpo pelos camarões TC nos diferentes tratamentos, exceto às 6 horas, principalmente no tratamento em que o GC2 estava sem quelípodes. Nesse horário, os TC dos tratamentos

em que o GC2 estava com os dáctilos imobilizados e do controle gastaram menos tempo para a atividade de autogrooming. Quando foi feita a média das horas do dia, ficou claro que a presença do GC2 intacto aumenta a atividade de limpeza do camarão TC (FIGURA 7).

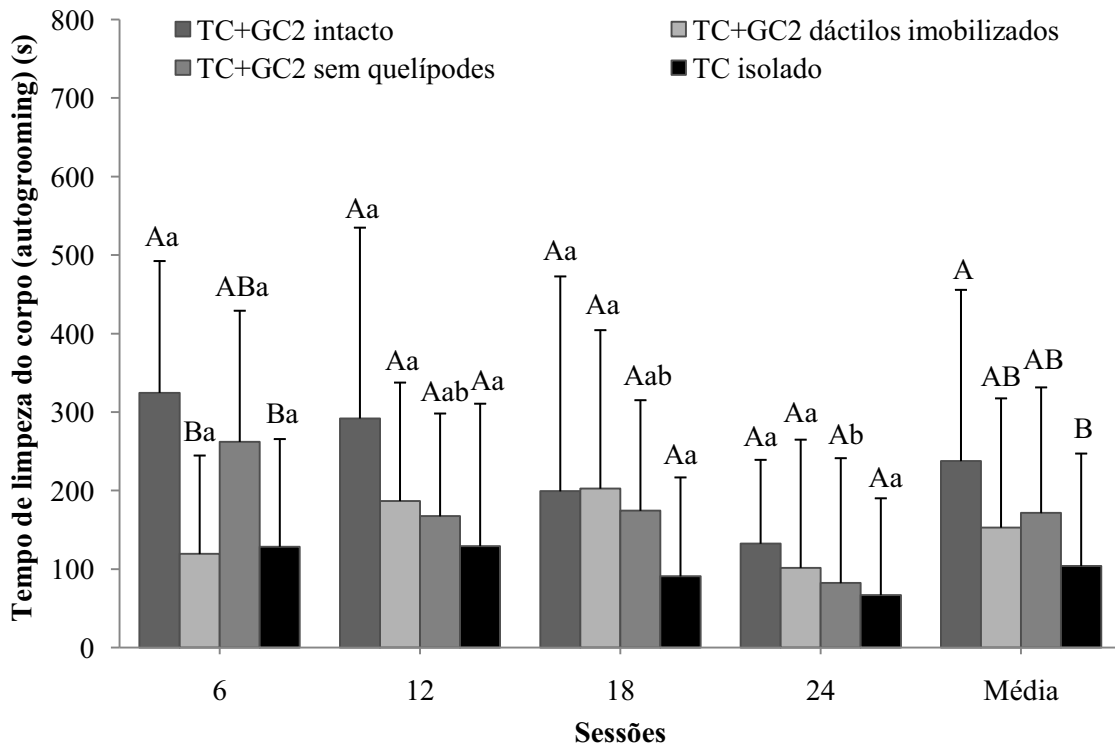


Figura 7. Médias (\pm desvios-padrão) do tempo de limpeza do corpo pelo camarão TC do *Macrobrachium amazonicum* quando criado com GC2 intacto, GC2 com os dáctilos imobilizados, GC2 sem quelípodes e isolado (controle), em um ciclo de 24 horas. Barras com a mesma letra maiúscula indicam que as médias não diferem significativamente entre os tratamentos em cada hora e na média das horas (Dunn, $P > 0,05$); Barras com a mesma letra minúscula indicam que as médias do mesmo tratamento não diferem entre as horas (Dunn, $P > 0,05$).

A latência para alimenta o diferiu entre os tratamentos dentro de cada hora (6h00 – $P = 0,0075$; 12h00 – $P = 0,0009$; 18h00 – $P < 0,0001$; 24h00 – $P = 0,0002$), na média das horas para todos os tratamentos ($P < 0,0001$) e em dois tratamentos entre as horas do dia (TC+GC2 intacto – $P = 0,0218$; TC+GC2 dáctilos imobilizados – $P = 0,1705$; TC+GC2 sem quelípodes – $P = 0,0085$; TC isolado (controle) – $P = 0,5414$). Em

todas as horas do dia, nos tratamentos em que os camarões TC estavam isolados, a latência para a alimentação foi menor, ou seja, os camarões menores chegavam mais rápido até o alimento, não importando a hora do dia (FIGURA 8). De modo geral, nos tratamentos de camarões criados aos pares, o camarão TC demorou mais para capturar o alimento às 18h00 e às 24h00, ou seja, nos períodos noturnos. Em vários casos, o camarão GC2 apenas se posicionava sobre o alimento, não permitindo que o TC se apoderasse do alimento.

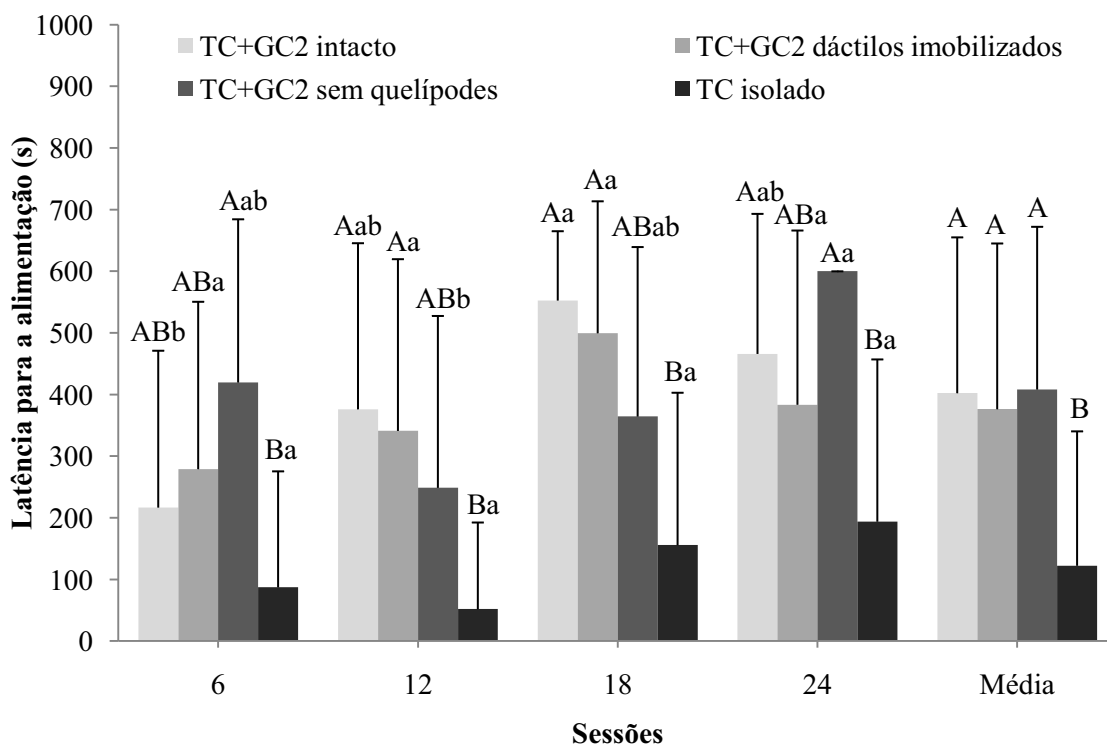


Figura 8. Médias (\pm desvios-padrão) da latência para alimentação do camarão TC do *Macrobrachium amazonicum* quando criado com GC2 intacto, GC2 com os dactilos immobilizados, GC2 sem quelípodes e isolado (controle), em um ciclo de 24 horas. Barras com a mesma letra maiúscula indicam que as médias não diferem significativamente entre os tratamentos em cada hora e na média das horas (Dunn, $P > 0,05$); Barras com a mesma letra minúscula indicam que as médias do mesmo tratamento não diferem entre as horas (Dunn, $P > 0,05$).

A duração da alimentação apresentou diferenças entre os tratamentos dentro de cada hora (6h00 – P= 0,0076; 12h00 – P= 0,0005; 18h00 – P= 0,0005; 24h00 – P< 0,0001) e na média das horas para todos os tratamentos (P< 0,0001), mas não diferiu no mesmo tratamento entre as horas do dia (TC+GC2 intacto – P= 0,0894; TC+GC2 dáctilos imobilizados – P= 0,6679; TC+GC2 sem quelípodes – P= 0,0527; TC isolado (controle) – P= 0,1268). Quando foi feita a média das horas do dia, ficou claro que no tratamento em que o TC estava isolado, a duração da alimentação foi maior, diferindo dos outros tratamentos (FIGURA 9).

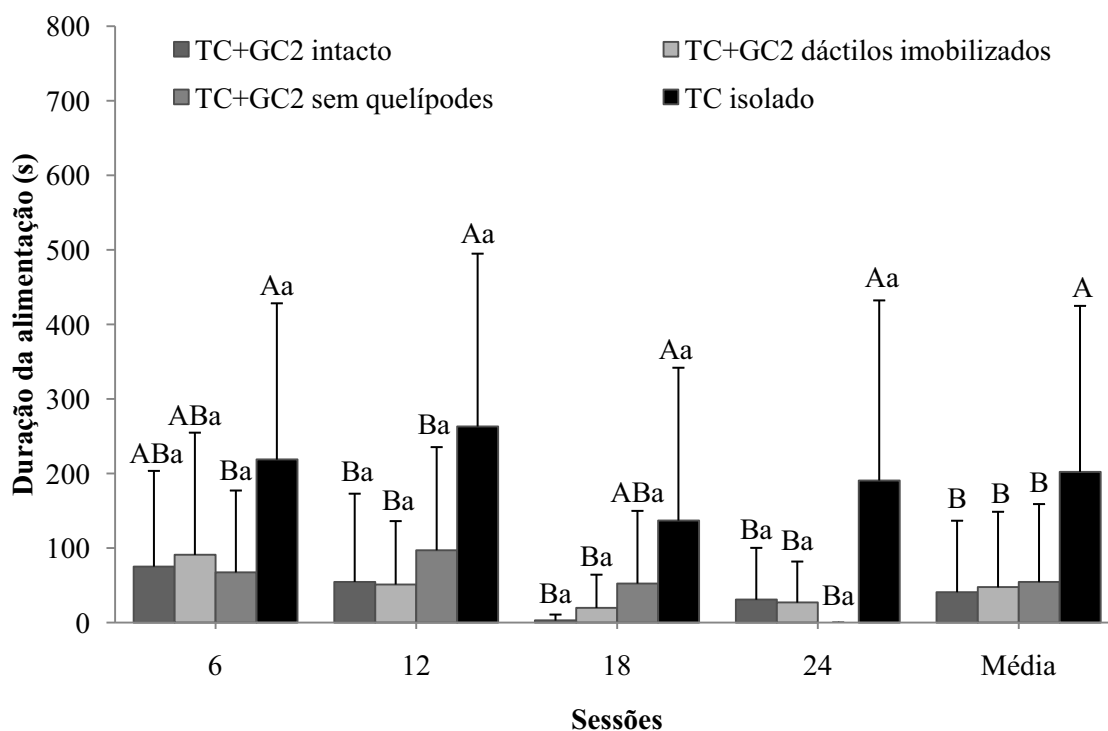


Figura 9. Médias (\pm desvios-padrão) da duração da alimentação do camarão TC do *Macrobrachium amazonicum* quando criado com GC2 intacto, GC2 com os dáctilos imobilizados, GC2 sem quelípodes e isolado (controle), em um ciclo de 24 horas. Barras com a mesma letra maiúscula indicam que as médias não diferem significativamente entre os tratamentos em cada hora e na média das horas (Dunn, $P>0,05$); Barras com a mesma letra minúscula indicam que as médias do mesmo tratamento não diferem entre as horas (Dunn, $P>0,05$).

4.2. Sobrevivência e Crescimento

Os tratamentos afetaram a sobrevivência. Apenas nos tratamentos em que os GC2 estavam intactos ou com os dácilios imobilizados houve mortes do camarão TC, sendo maior no primeiro tratamento (TABELA 3). Na maioria dos casos de morte, os camarões TC devorados pelo GC2 haviam sofrido muda recente. Numa réplica do tratamento TC+GC2 intacto, o camarão GC2 (não substituído no estudo) devorou o cefalotórax dos quatro camarões TC (três substituições, devido às mortes). Porém, alguns camarões GC2 mataram TC que não estavam no estágio de pós-muda. Em todos os casos de morte do camarão TC, apenas o cefalotórax foi ingerido pelo GC2. Alguns camarões GC2 morreram de forma natural no decorrer do experimento. Em nenhum caso os camarões TC apresentaram necrofagia.

Tabela 3. Médias (\pm desvios-padrão) da porcentagem de sobrevivência dos camarões TC do *Macrobrachium amazonicum* nos diferentes tratamentos, ao final de 75 dias.

Tratamento	Sobrevivência (%)
TC+GC2 intacto	33,3 \pm 52b
TC+GC2 dácilios imobilizados	83,3 \pm 41a
TC+GC2 sem quelípodes	100 \pm 0a
TC isolado (controle)	100 \pm 0a
<i>Coefficiente de Variação (%)</i>	45,64

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si (Newman-Keuls, $P > 0,05$).

Devido às mortes do tratamento TC+GC2 intacto, o tamanho da amostra ficou pequeno para as análises estatísticas sobre o crescimento. Com isso, esse tratamento foi retirado das análises. As comparações estatísticas entre o crescimento final dos três tratamentos analisados foram significativas. Os camarões TC criados isolados

apresentaram um ganho em peso e comprimento maior quando comparados com os camarões TC criados aos pares com GC2 (TABELA 4).

Tabela 4. Médias (\pm desvios-padrão) do crescimento dos camarões TC do *Macrobrachium amazonicum* nos diferentes tratamentos, em 75 dias.

Tratamento	N	Ganho em peso (g)	Ganho em comprimento total do corpo (mm)
TC+GC2 dáctilos imobilizados	5	0,51 \pm 0,52b	6,25 \pm 3,32b
TC+GC2 sem quelípodes	6	0,43 \pm 0,44b	7,18 \pm 7,43b
TC isolado (controle)	6	1,20 \pm 0,36a	14,40 \pm 8,58a
<i>Coefficiente de Variaao (%)</i>		75,19	80,14

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si (Newman-Keuls, $P > 0,05$).
N= número da amostra.

Os camarões TC criados sozinhos apresentaram um intervalo médio entre as mudas de 16 \pm 6 dias. Poucos camarões TC criados em dupla sofreram ecdises. A presença do GC2 diminuiu drasticamente o número de ecdises dos camarões TC (TABELA 5).

Tabela 5. Médias (\pm desvios-padrão) do número de ecdises do camarão TC do *Macrobrachium amazonicum* nos diferentes tratamentos, ocorridas em 75 dias.

Tratamento	Ecdises
TC+GC2 intacto	0,33 \pm 0,52b
TC+GC2 dáctilos imobilizados	0,67 \pm 0,82b
TC+GC2 sem quelípodes	0,67 \pm 0,52b
TC isolado (controle)	4,17 \pm 1,17a
<i>Coefficiente de Variaao (%)</i>	21,29

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si (Newman-Keuls, $P > 0,05$).

A mudança de morfotipo pelos camarões TC foi diferente entre os tratamentos. Os dois camarões TC do tratamento em que os GC2 estavam intactos não alteraram seu morfotipo. No tratamento TC+GC2 com dactilos imobilizados, apenas um camarão TC atingiu o morfotipo CC, enquanto que dois camarões TC do tratamento TC+GC2 sem quelípodas alteraram seu morfotipo para CC. No tratamento controle (TC isolado), três camarões TC se transformaram em CC.

5. DISCUSSÃO

A interação social dos machos do *Macrobrachium amazonicum* mostrou que existe hierarquia nesta espécie. A agressividade do macho GC2 diminuiu a sobrevivência dos machos TC e influencia alguns comportamentos que podem estar relacionados ao crescimento do macho submisso.

A maior agressividade do macho GC2 indica dominância deste morfotipo na relação social TC/GC2 em *M. amazonicum*. Resultados semelhantes foram vistos para *Macrobrachium rosenbergii* (Karplus et al., 1992a). Nessa espécie, os camarões menores criados com os maiores intactos não iniciaram nenhum confronto e terminaram 60% das interações agressivas se afastando do local. A presença do camarão maior inibe a agressividade do camarão menor. Mesmo sem a função de pinça dos dactilos e sem seus quelípodas, o número de atos agressivos do GC2 do *M. amazonicum* foi maior do que do TC. De acordo com Daws et al. (2002) e Bergman et al. (2003), em crustáceos o indivíduo que inicia um ataque é tido como o mais agressivo. Porém, para se estabelecer como dominante na população, o indivíduo deve vencer o confronto. Possivelmente, o maior tamanho ou alguma outra característica química ou visual pode desestimular o ataque dos camarões TC. De acordo com Bergman e Moore (2005), sinais químicos em sistemas aquáticos são utilizados para comunicar o 'status social' e, consequentemente,

alterar o comportamento agressivo de adversários em potencial para evitar interações agressivas, pré-determinando o resultado dessas interações. Portanto, é possível que a dominância do camarão GC2 em *M. amazonicum* se estenda a todos os outros morfotipos dessa espécie (CC e GC1) e às fêmeas. Além disso, a funcionalidade dos dácilios ou a presença dos quelípodes não são essenciais para a agressividade desse morfotipo.

A ocupação do abrigo pelo macho TC foi maior quando o GC2 possuía seus quelípodes, mesmo que estes não pudessem fazer o movimento de pinçar (dácilios imobilizados). Segundo Englund e Krupa (2000), abrigos são recursos valiosos para minimizar encontros agressivos e predação, e assim oferecer proteção aos submissos quando na presença do macho dominante. Karplus et al. (1992a) também observou esse comportamento em *M. rosenbergii*. Nesse experimento, machos submissos permaneciam mais tempo abrigados quando criados com machos dominantes com seus quelípodos. Para *M. amazonicum*, permanecer no abrigo deve ser uma tentativa de diminuir os riscos de encontros com o camarão dominante e com isso aumentar suas chances de sobrevivência.

O camarão TC do *M. amazonicum* se ocupou por um longo período da limpeza do corpo, principalmente quando criado com GC2 intacto. Segundo Bauer (1989), várias espécies de crustáceos decápodes gastam muito tempo e energia nessa atividade. Karplus et al. (1992a), analisando a interação social de machos de *M. rosenbergii*, acredita que as altas taxas de limpeza do corpo seja devido ao espaço restrito do aquário utilizado para o experimento e, provavelmente, a proximidade com o camarão dominante. Segundo Dantzer e Mittleman (1993), esses comportamentos deslocados, realizados fora de contexto e de forma compulsória, são executados para aliviar uma tensão. Portanto, a presença do macho dominante pode aumentar o estresse do camarão

submisso e assim aumentar o ‘autogrooming’. Isso pode fazer com que as reservas de energia do camarão submisso sejam utilizadas para essa atividade ao invés de direcionadas para o crescimento. A alta duração dessa atividade nos TC do *M. amazonicum* criados com GC2 intacto pode indicar o alto estresse dessa relação para o morfotipo submisso.

Em *M. amazonicum*, camarões TC criados com GC2 demoram mais para encontrar o alimento e em muitos casos não têm acesso a ele. Segundo Karplus et al. (1992a), quando a hierarquia social está estabelecida em *M. rosenbergii*, a alimentação antecipada e sua grande duração ocorre apenas para os animais dominantes. Em um estudo com 3 espécies de decápodes de água doce (*Austropotamobius italicus*, *Procambarus clarkii* e *Potamon fluviatile*), Gherardi e Cioni (2004) observaram que alguns indivíduos permaneciam em contato com o alimento sem necessariamente consumi-lo, apenas para impedir seu rival de capturá-la. De acordo com Segal e Roe (1975), a proteção do alimento é mais bem efetivada quando esse é limitado no tempo e no espaço. Essa limitação foi realizado no presente experimento com *M. amazonicum* e esse comportamento de proteção do alimento também foi visto, quando camarões GC2 com quelípodes se mantinham sobre o alimento e estendiam seus quelípodes em direção ao TC, provavelmente para impedir sua aproximação. Quando os camarões TC estavam sendo criados aos pares, aqueles que conseguiram se apoderar do alimento permanecia pouco tempo se alimentando. Na maioria dos casos, a alimentação do TC era interrompida por ataques do camarão GC2. Segundo Karplus et al. (1992a), estudando *M. rosenbergii*, indivíduos submissos são impedidos pelos dominantes de capturar e ingerir o alimento. Cobb et al. (1982), investigando a interação social em lagostas, concluiu que indivíduos subordinados apresentam ingestão de alimento mais baixa. De

acordo com os dados obtidos no presente experimento, essa afirmação também pode ser usada para *M. amazonicum*.

Camarões TC do *M. amazonicum* criados com GC2 intacto apresentaram baixa sobrevivência. Todos os TC mortos sofreram ataques do camarão GC2. A grande maioria havia sofrido muda. Para *M. rosenbergii*, a menor sobrevivência também foi vista quando os camarões submissos estavam sendo criados aos pares com dominantes intactos (Karplus et al., 1992a). Em fêmeas de *M. rosenbergii*, a integridade das quelas também foi determinante no canibalismo das fêmeas recém-mudadas (Brugiolo et al., 2007). O uso de adaptações morfológicas como arma para o estabelecimento de hierarquias é comum entre os animais. A agressividade do camarão GC2 do *M. amazonicum* com seus quelípodos intactos diminuiu a sobrevivência do seu coespecífico.

A grande latência para alimentação nos tratamentos em que os camarões estavam sendo criados aos pares junto com a menor duração da alimentação deve estar relacionada ao menor crescimento dos machos TC do *M. amazonicum*. Provavelmente, a menor ingestão de alimento pelo camarão TC, quando estava sendo criado com GC2, resultou em menor crescimento desse morfotipo. Dados semelhantes foram encontrados em estudo com camarões de água doce *Cherax destructor*. Nesse experimento, camarões criados em comunidade apresentavam longos períodos entre as mudas e baixa porcentagem de crescimento quando comparados aos camarões que foram criados sozinhos (Geddes et al., 1988). No caso de *M. amazonicum*, apenas a presença do dominante foi suficiente para reprimir o crescimento do macho TC.

Praticamente não houve mudas durante o experimento com *M. amazonicum* nos tratamentos em que os camarões estavam aos pares, provavelmente por não ter havido crescimento considerável nesses casos. Consequentemente, a alteração de morfotipo

nesses casos foi pequena ou até nula. A alteração de morfotipo foi mais evidenciada quando os TC do *M. amazonicum* estavam sozinhos. Karplus et al. (1992a) encontrou resultados semelhantes com *M. rosenbergii*. Camarões subordinados (SM) criados isolados se transformaram em OC, enquanto que os camarões que estavam com o dominante (BC) mantiveram seu morfotipo. Assim como em *M. rosenbergii* (Karplus et al., 1992a), no *M. amazonicum*, a presença do macho dominante com dáctilos imobilizados ou sem os quelípodes não impediu a transformação do macho submisso, embora tenha sido em menores proporções quando comparado com o tratamento em que os subordinados estavam sozinhos. A ausência de mudas e consequente manutenção do morfotipo nesses tratamentos pode ser uma adaptação para reduzir os confrontos e as mortes nos camarões do *M. amazonicum*, devido à vulnerabilidade do camarão submisso nos períodos pós muda.

Segundo Wilson (1975), o estabelecimento da hierarquia está relacionado à presença de indivíduos que têm seus comportamentos e recursos limitados (subordinados) pelo comportamento de outro (dominante). A presença do macho dominante do *M. amazonicum* influenciou alguns comportamentos do camarão subordinado, como por exemplo, a utilização do abrigo por mais tempo. O maior tempo abrigado aliado ao grande tempo gasto com a auto-limpeza ('autogrooming') culminou na menor alimentação do camarão TC e, conseqüentemente, no menor crescimento desse morfotipo. Portanto, o estabelecimento de uma hierarquia em *M. amazonicum* pode estar relacionado ao controle do crescimento dos subordinados.

6. CONCLUSÃO

Há interação social entre os morfotipos GC2 e TC de *Macrobrachium amazonicum*. O crescimento do macho TC é controlado socialmente por meio de dois mecanismos:

- Redução do acesso do TC ao alimento, por este permanecer mais tempo abrigado e/ou se limpando ('autogrooming'), maior latência para alimentação e menor duração da alimentação;
- Aumento do intervalo entre as ecdises (supressão social da muda)

Além disso, a presença do GC2 com os quelípodés intactos diminui a sobrevivência dos camarões subordinados.

REFERÊNCIAS

- AJUZIE, C. C. 1994. **Curbing cannibalism in African river prawns.** Fish Farmer, 15: 33-34.
- BAILEY, J., ALANÄRÄ, A., BRÄNNÄS, E. 2000. **Methods for assessing social status in Arctic charr.** Journal of Fish Biology, 57: 258-261.
- BARKI, A., KARPLUS, I., GOREN, M. 1991a. **The agonistic behavior of the three male morphotypes of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea, Palaemonidae).** Behavior, 116(3-4): 252-277.
- BAUER, R. T. 1989. **Decapod crustacean grooming: functional morphology, adaptive value, and phylogenetic significance.** In: FELGENHAUER, B., WATLING, L., THISTLE, R, editors. Functional morphology of feeding and grooming in Crustacea. Crustacean Issues. Rotterdam, A. A. Balkema, 6: 49-73.
- BEAVER, B. V. 1992. **Feline Behavior - A guide for veterinarians.** Philadelphia, W. B. Saunders Company, 276p.
- BERGMAN, D. A., KOZLOWSKI, C. P., MCINTYRE, J. C., HUBER, R., DAWS, A. G., MOORE, P. A. 2003. **Temporal dynamics and communication of winner-effects in the crayfish, *Orconectes rusticus*.** Behaviour, 140: 805-825.

BERGMAN, D. A., MOORE, P. A. 2005. **The role of chemical signals in the social behavior of crayfish.** *Chemical Senses*, 30: i305-i306.

BOSCHI, E. E. 1974. **Biologia de los Crustaceos cultivables en America Latina.** *Carpas*, 6: 1-24.

BRUGIOLO, S. S. S., BARBOSA, J. M., BLAZQUEZ, F. J. H., NASCIMENTO, P. A. M. 2007. **Canibalismo em fêmeas de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) (Crustacea, Palaemonidae): efeito da retirada das quelas.** *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, 102 (561-562): 153-157.

BUSSAB, V. S. R. 1995. **Plasticidade e estereotipia no desenvolvimento de padrões instintivos.** *Psicologia USP, São Paulo-SP*, (6)1: 195-230.

CARTHY, J. D. 1980. **Comportamento animal.** São Paulo: EPU/EDUSP, 79p.

COBB, J. S., TAMM, G. R., WANG, D. 1982. **Behavioral mechanisms influencing molt frequency in the american lobster, *Homarus americanus*.** *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 62: 185-200.

CONOVER, M. R., MILLER D. E. 1978. **The importance of the chela in the territorial and pairing behavior of the snapping shrimps, *Alpheus hetrochaelis*.** *Marine Behaviour and Phisiology*, 5: 185-192.

DA SILVA, G. M. F., FERREIRA, M. A. P., VON LEDEBUR, E. I. C. F., ROCHA, R. M. 2009. **Gonadal structure analysis of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) from a wild population: a new insight on the morphotype characterization.** *Aquaculture Research*, 40: 798–803.

DANTZER, R., MITTLEMAN, G. 1993. **Functional consequences of behavioural strategy.** In: LAWRENCE, A. B, RUSHDEN, J., editors. *Stereotypic animal behaviour: fundamentals & applications.* Oxford: CAB International, p. 147-172.

DAWS, A.G., GRILLS, J., KONZEN, K., MOORE, P.A. 2002. **Previous experiences alter the outcome of aggressive interactions between males in the crayfish, *Procambarus clarkii*.** *Marine Freshwater Behaviour Physiologic*, 35: 139-148.

DEAG, J. M. 1981. **Comportamento social dos animais.** São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária. 118p.

DUNBAR, R. 1998. **Theory of mind and the evolution of language.** In: HURFORD, J., STUDDERT-KENNEDY, M., KNIGHT, C., editors. *Approaches to the evolution of language.* Cambridge: Cambridge University Press, p. 92-110.

ENGLUND, G., KRUPA, J. J. 2000. **Habitat use by crayfish in stream pools: influence of predators, depth and body size.** *Freshwater Biology*, 43: 75-83.

GEDDES M. C., MILLS B. J., WALKER K. F. 1988. **Growth in the Australian freshwater crayfish *Cherax destructor* (Clark, 1936), under laboratory conditions.** Australian Journal of Marine and Freshwater Research, 39: 555-568.

GHERARDI, F., CIONI, A. 2004. **Agonism and interference competition in freshwater decapods.** Behaviour, 141(10): 1297-1324.

GRANT, E. C. 1963. **An analysis of the social behaviour of the male laboratory rat.** Behaviour, 21: 260-281.

GRAPHPAD PRISM. 2008. **Version 5.0.** GraphPad Software Incorporation.

FERO, K., SIMON, J. L., JOURDIE, V., MOORE, P. A. 2007. **Consequences of social dominance on crayfish resource use.** Behaviour, 144: 61-82.

HICKMAN, C. P., ROBERTS, L. S., LARSON, A. 2004. **Princípios Integrados de Zoologia.** 11^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 846 p.

HUNTINGFORD, F. 1991. **The Study of Animal Behaviour.** 3rd ed. Padstow, T. J. Press, 367 p.

KARPLUS, I., HULATA, G., OVADIA, D., JAFFE, R. 1992a. **Social control of growth in *Macrobrachium rosenbergii*. III. The role of claws in bull-runt interactions.** Aquaculture, 105: 281-296.

KARPLUS, I., HULATA, G., ZAFRIR, S. 1992b. **Social control of growth in *Macrobrachium rosenbergii*. IV. The mechanism of growth suppression in runts.** *Aquaculture*, 106: 275-283.

KARPLUS, I. 2005. **Social control of growth in *Macrobrachium rosenbergii* (De Man): a review and prospects for future research.** *Aquaculture Research*, 36: 238-254.

KUTTY, M. N., HERMAN, F., MENN, H. L. 2000. **Culture of others species.** In: NEW, M. B., VALENTI, W. C., editors. *Freshwater prawn farming: the farming of *Macrobrachium rosenbergii**. Oxford. Blackwell Science, p. 393-410.

MACIEL, C. R., VALENTI, W. C. 2009. **Biology, Fisheries, and Aquaculture of the Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum*: a review.** *Nauplius*, 17(2): 61-79.

MAESTRIPIERI D., SCHINO G., AURELI F., TROISI A. 1992. **A modest proposal - displacement activities as an indicator of emotions in primates.** *Animal Behaviour*, 44(5): 967-979.

MORAES-RIODADES, P. M. C., VALENTI, W. C. 2004. **Morphotypes in male amazon river prawns, *Macrobrachium amazonicum*.** *Aquaculture*, 236: 297-307.

MORAES-VALENTI, P. M. C., MORAES, P. A., PRETO, B. L., VALENTI, W. C. 2010. **Effect of density on population development in the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*.** *Aquatic Biology*, 9: 291-301.

MYRICK, C. A. 2002. **Ecological impacts of escaped organisms.** In: TOMASSO, J., editor. *Aquaculture and the Environment in the United States.* U.S. Aquaculture Society, A Chapter of the World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, p. 225-245.

PEZZATO, L. E. 1997. **O estabelecimento das exigências nutricionais das espécies cultivadas.** In: Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Peixes, Piracicaba, 1997. Anais. Piracicaba: CBNA, p. 45-60.

PITMAN, R. K. 1989. **Animals models of compulsive behavior.** *Biological Psychiatry*, 26: 189-198.

PRETO, B. L., KIMPARA, J. M., MORAES-VALENTI, P., WAGNER C. VALENTI, W. C. 2010. **Population structure of pond-raised *Macrobrachium amazonicum* with different stocking and harvesting strategies.** *Aquaculture*, 307: 206-211.

SANTOS J. A, SAMPAIO, C. M. S., SOARES FILHO, A. A. 2006. **Male population structure of the Amazon River prawn (*Macrobrachium amazonicum*) in a natural environment.** *Nauplius*, 14: 55-63.

SAS INSTITUTE, 1998. *The SAS System. Version 9.0.* Raleigh: SAS Institute.

SEGAL, E., ROE, A. 1975. **Growth and behavior of post-juvenile *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) in close confinement.** *Proceedings of the World Mariculture Society*, 6: 657-88.

STEVENSON, J.R. 1985. **Dynamics of the Integument**. In: BLISS, D., MANTEL, L. H., editors. *The Biology of Crustacea: Integument, Pigments and Hormonal Processes*. New York: The Academic Press, 550p.

VALENTI, W. C. 1985. **Cultivo de camarões de água doce**. Nobel. 2ª ed. São Paulo. 84p.

VALENTI, W. C. 1998. **Carcinicultura de água doce: Tecnologia para a produção de camarões**. IBAMA/FAPESP. 383 p.

VALENTI, W. C., FRANCESCHINI-VICENTINI, I. B., PEZZATO, L. E. 2003. **The potential for *Macrobrachium amazonicum* culture**. In: *World aquaculture 2003*. Salvador, Brazil, “Realizing the potential: responsible aquaculture for a secure future”, realizado no período de 19 a 23 de maio de 2003, Salvador. Anais, p. 804.

WILSON, E. O. 1975. **Sociobiology – the new synthesis**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 697 p.