

# Cultivo de camarões tratados com polissacarídeos sulfatados da rodofícea *Halymenia pseudofloresia* mediante uma estratégia profilática<sup>1</sup>

Cultivation of shrimps treated with sulfated polysaccharides of *Halymenia pseudofloresia* rhodophyceae through a prophylactic strategy

José Ariévilto Gurgel Rodrigues<sup>2\*</sup>, José de Sousa Júnior<sup>3</sup>, Jullyermes Araújo Lourenço<sup>4</sup>, Paula Cristina Walger de Camargo Lima<sup>5</sup> e Wladimir Ronald Lobo Farias<sup>6</sup>

**Resumo** – O desenvolvimento de estratégias no cultivo intensivo de camarões é um elemento chave na prevenção do estresse e controle de doenças infecciosas. Objetivou-se avaliar o efeito da administração dos polissacarídeos sulfatados (PS) extraídos da alga marinha vermelha *Halymenia pseudofloresia* no desenvolvimento de pós-larvas a juvenis do camarão *Litopenaeus vannamei*. Os PS foram extraídos através de digestão enzimática, a partir de algas marinhas coletadas na Praia de Flecheiras/CE. O experimento foi iniciado com camarões pesando  $0,130 \pm 0,016$  g, os quais foram cultivados durante 45 dias em aquários de 38 L. O bioensaio constou de um tratamento controle (T1) s/PS e um outro (T2) contendo  $1,0 \text{ mg L}^{-1}$  de PS, com quatro repetições para cada tratamento, administrados, a cada 48 horas, na água de cultivo dos animais. No 42º dia, a suspensão dos PS e renovação de água nos aquários gerou uma situação de estresse, a qual não resultou em diferenças significativas na sobrevivência e no ganho de peso dos animais. No entanto, durante o período de aplicação do composto, houve melhora na taxa de sobrevivência, qualidade no ganho de peso e consumo alimentar dos animais. Os resultados sugerem que a administração de baixas quantidades dos PS de *H. pseudofloresia* na água de cultivo de juvenis de *L. vannamei* é uma ferramenta valiosa para melhorar a qualidade em peso de camarões na fase de larvicultura. Neste trabalho, os animais não demonstraram resistência quando desafiados ao estresse.

**Palavras-chave** - Polissacarídeos sulfatados. *Halymenia pseudofloresia*. *Litopenaeus vannamei*. Controle de qualidade. Estresse osmótico.

**Abstract** - The development of strategies in the intensive cultivation of shrimps is a key element for stress prevention and infectious diseases control. The purpose of this study was to evaluate the effect of the administration of sulfated polysaccharides (SP) from the red marine algae *Halymenia pseudofloresia* in the development from post-larvae to juveniles of the *Litopenaeus vannamei* shrimp. SP were extracted by enzymatic digestion, from seaweeds collected on Flecheiras Beach/CE. The experiment was started with shrimps weighing  $0.130 \pm 0.016$  g, which were cultured for 45 days in 38 L aquariums. The bioassay consisted of control (T1) without SP and another treatment (T2) containing  $1.0 \text{ mg L}^{-1}$  of SP, with four replications each treatment, administered every 48 hours, in the water of the animals cultivation. At the 42<sup>nd</sup> day, the suspension of SP and in the aquariums water renovation generated a situation of stress, which resulted in no significant differences in the animals' survival rates or weight gain. However, during the compound application period, there were recorded improvements on the animals survival rate, weight gain and food consumption. The results suggest that the administration of low quantities of SP of *H. pseudofloresia* in the water of the juveniles *L. vannamei* cultivation can be a valuable tool for larviculture. The animals showed no resistance when challenged to stress.

**Key words** - Sulfated polysaccharides. *Halymenia pseudofloresia*. *Litopenaeus vannamei*. Weight quality. Stress.

\* Autor para correspondência

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 21/03/2008; aprovado em 10/11/2008

Pesquisa desenvolvida no Laboratório de Aqüicultura, Dep. de Eng. de Pesca, Universidade Federal do Ceará

<sup>2</sup> Eng. de Pesca, M. Sc., colaborador do Dep. de Engenharia de Pesca, DEP/CCA/UFC, arieviloengpesca@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Estudante de graduação em Eng. de Pesca, DEP/CCA/UFC, juniorfileufe@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Eng. de Pesca, M. Sc., doutorando em Eng. de Pesca, DEP/CCA/UFC, jullyermeslourenco@yahoo.com.br

<sup>5</sup> Oceanógrafo, M. Sc., colaboradora do Dep. de Engenharia de Pesca, DEP/CCA/UFC, paula.camargo.lima@gmail.com

<sup>6</sup> Eng. de Pesca, D. Sc. Prof. do Dep. de Engenharia de Pesca, DEP/CCA/UFC, Bloco, 927, C P: 6043, Campus do Pici, CEP: 60.455.970, Fortaleza-CE, wladimir@ufc.br

## Introdução

O camarão marinho *Litopenaeus vannamei* é um peixe cultivado em diversos países do mundo, inclusive no Brasil (ROCHA; RODRIGUES, 2004). Tradicionalmente, o cultivo da espécie é realizado em áreas costeiras, embora nos últimos anos venha ocorrendo sua produção em águas oligohalinas (VALENÇA; MENDES, 2003).

No entanto, o manejo intensivo favorece a disseminação de doenças (GESTEIRA, 2006; NUNES; MARTINS, 2002; VADSTEIN, 1997) e vem causando elevados prejuízos para o setor (BARRACO, 2004; ROCHA; RODRIGUES, 2004). Assim, o desenvolvimento de estratégias profiláticas que visem minimizar os impactos das enfermidades nos cultivos (peixes e camarões) são extremamente importantes e vários compostos derivados de animais, plantas, fungos e algas têm sido avaliados quanto ao potencial imunestimulante (BARROSO et al., 2007; CAMPA-CÓRDOVA et al., 2002; CHOI et al., 2008; DÜGENCI et al., 2003; ESTEBAN et al., 2005; MONTERO-ROCHA et al., 2006; SAKAI, 1999; SUPAMATTAYA et al., 2005).

O emprego de imunestimulantes promove ativação da fagocitose e a atividade antibacteriana das células de defesa contra patógenos e seus metabólitos (CAMPA-CÓRDOVA et al., 2002; SAKAI, 1999; SAKAI et al., 1992), resultando em um melhor desenvolvimento dos animais e/ou aumento da sobrevivência e melhorando o estado de saúde dos organismos aquáticos quando expostos à situação de estresse (BRICKNELL; DALMO, 2005; SAKAI, 1999).

Os polissacarídeos sulfatados (PS) são encontrados em grandes concentrações nas algas marinhas (PERCIVAL; MACDOWELL, 1967) e suas propriedades biológicas têm despertado grande interesse nas ciências médicas e na biotecnologia de organismos aquáticos (CAMPA-CÓRDOVA et al., 2002; FARIAS et al., 2000; FARIAS et al., 2004; LIMA, 2007; RODRIGUES, 2006; ZHANG et al., 2008). Campa-Córdova et al. (2002) relataram um aumento na capacidade oxidativa dos hemócitos de juvenis do camarão branco *L. vannamei*, após imersão dos animais em soluções de  $\beta$ -glucano e de PS extraído de microalgas cianofíceas. Rodrigues (2006) observou uma melhoria na taxa de sobrevivência de camarões adultos de *L. vannamei* quando os PS da rodofíceia *Halymenia pseudofloresia* foram administrados na água de cultivo dos animais. Costa et al. (2005) incorporaram na ração de camarões *L. vannamei* infectados pelo vírus da mionecrose infecciosa (IMNV) PS extraídos da alga marinha vermelha *Botryocladia occidentalis* e observaram um significativo aumento na sobrevivência dos animais. Quando esses PS foram administrados na água de cultivo de pós-larvas

do camarão *L. vannamei*, foi observada uma redução significativa da mortalidade (BARROSO et al., 2007).

Algumas atividades biológicas têm sido relatadas para espécies de algas marinhas vermelhas do gênero *Halymenia* (RODRIGUES, 2006). No presente estudo, dando continuidade a essas investigações, foi avaliado o efeito dos PS da alga marinha vermelha *H. pseudofloresia* no desenvolvimento de pós-larvas até juvenis do camarão marinho *L. vannamei*. Os animais também foram desafiados a uma situação de estresse, contribuindo assim com a prospecção de novas macromoléculas com propriedades imunestimulantes.

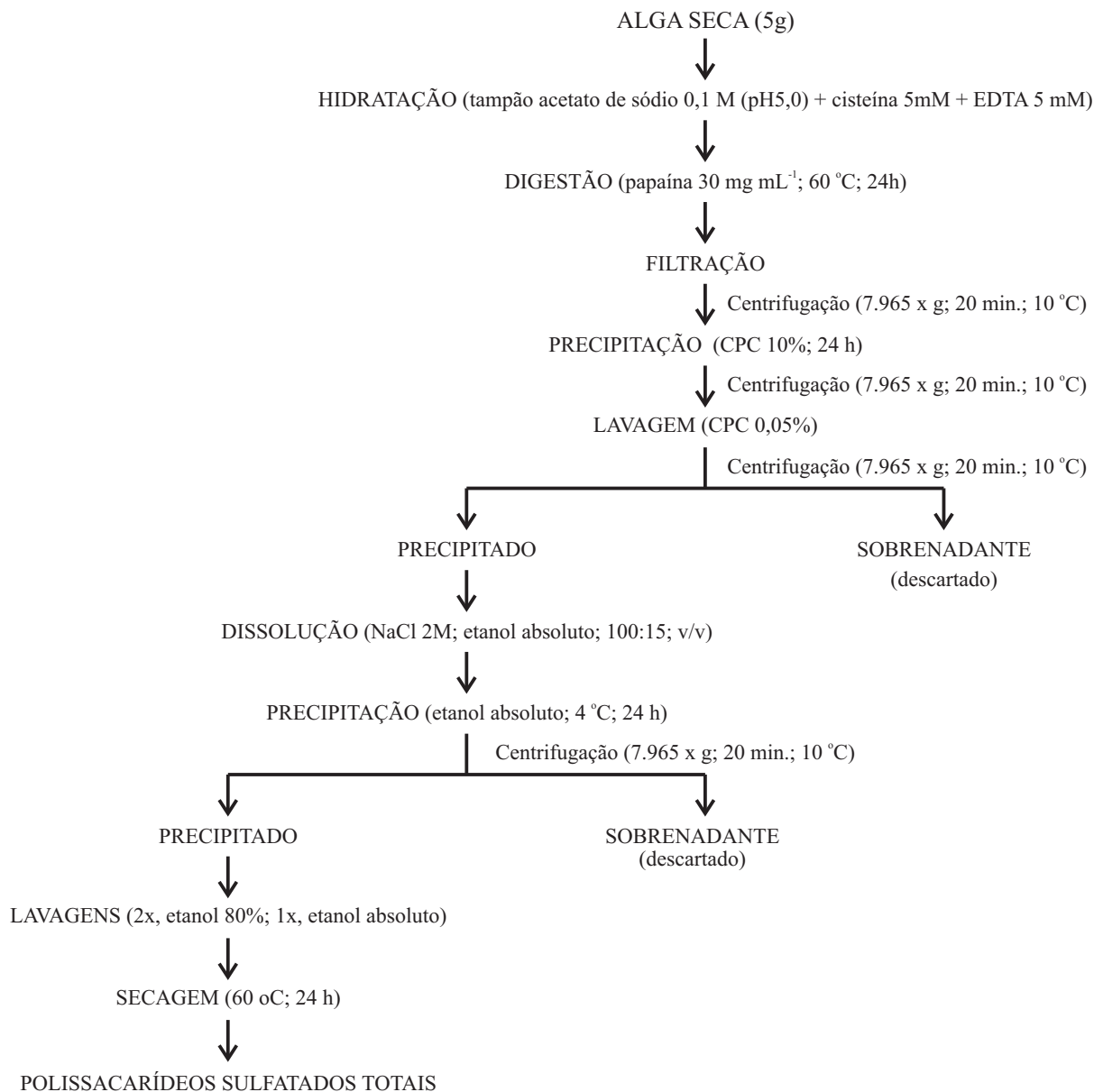
## Material e métodos

### Algas marinhas e extração dos polissacarídeos sulfatados

Exemplares arribados de *H. pseudofloresia* Collins & M. Howe (registrado sob nº 0623 no herbário ficológico do Laboratório de Ciências Marinhas – LABOMAR, Universidade Federal do Ceará) foram coletados na praia de Flecheiras-Trairi-Ceará. Inicialmente, as algas foram lavadas com água destilada, secas ao sol, cortadas em pequenos pedaços e armazenadas em frasco fechado para posterior extração dos OS, segundo Farias et al. (2000). Brevemente (Figura 1), os PS totais foram extraídos por digestão enzimática (papaina) em 250 mL de tampão acetato de sódio 0,1 M (pH 5,0) contendo EDTA 5 mM e cisteína 5 mM, a partir de 5 g. Em seguida, o material foi centrifugado ( $7.965 \times g$ ; 20 min), concentrado por precipitação com 16 mL de cloreto cetilpiridínio (CPC) a 10% por 24 horas em temperatura ambiente, lavado (200 mL; CPC 0,05%) e posteriormente dissolvido em 174 mL de NaCl 2 M:etanol absoluto (100:15; v/v). Logo após uma precipitação em etanol absoluto (24 h; 4 °C), o material foi lavado com etanol 80% (200 mL; 2 $\times$ ), etanol absoluto (200 mL; 1 $\times$ ) e seco em estufa a 60 °C durante 24 horas. O rendimento foi  $58,96 \pm 4,10\%$  (n = 3).

### Animais e delineamento experimental

Pós-larvas (pl's) do camarão *L. vannamei* ( $0,103 \pm 0,16$  g; média  $\pm$  DP) aclimatadas à água doce, foram estocadas em aquários de 38 L ( $0,42$  pl's L<sup>-1</sup>), permanecendo sob observação durante uma semana para que os animais se recuperassem do estresse causado pelo manejo. Durante este período, foram realizadas uma troca parcial diária de água (25%), pela manhã, de cada aquário, quando também foram retirados restos de ração e dejetos dos animais. A alimentação foi fornecida *ad libitum*, em três refeições diárias (9; 13 e 17 h), utilizando-se ração triturada contendo 40% de proteína bruta. Após a quarentena, o mesmo manejo foi adotado durante o período experimental.



**Figura 1** – Fluxograma de extração dos polissacarídeos sulfatados totais de *H. pseudofloresia*

O experimento constou de 2 tratamentos com 4 repetições cada, sendo um controle, sem a adição de PS (T1), e um tratamento com adição de PS (T2), na concentração de 1,0 mg L<sup>-1</sup>. A dose foi administrada a cada 48 h, pela manhã, sempre após a renovação de água. Para isso, os PS foram dissolvidos em um pequeno volume de água destilada e, em seguida, a solução foi adicionada na água de cada aquário segundo Lima (2007) e Rodrigues (2006).

#### Sobrevivência, ganho de peso e crescimento relativo

A sobrevivência foi registrada a cada 15 dias, durante todo o período de cultivo dos animais. A avaliação

do ganho de peso (kg) foi estimada utilizando uma balança semi-analítica (0,01 g; GEHAKA, modelo BG 400) e o crescimento relativo (%) em peso [((peso médio final - peso médio inicial)/peso médio inicial) x 100] foi determinado (PHELPS, 1981).

#### Teste de estresse

Ao final de 41 dias de cultivo, os juvenis de *L. vannamei* foram desafiados a uma situação de estresse, a qual se caracterizou pela suspensão dos PS e renovação da água dos aquários (RODRIGUES, 2006). A sobrevivência final também foi registrada e a condição de saúde aparente dos animais avaliada.

### Parâmetros físico-químicos e análises estatísticas

A temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) e a concentração de oxigênio dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ ) da água foram monitoradas duas vezes por semana (Oxímetro Bernauer Aquicultura, modelo YSI F-1550A). O pH também foi determinado com auxílio de um medidor de bancada (Marconi, modelo MAPA 200). A turbidez da água foi monitorada em espectrofotômetro (Hach DR/2000; Hach Company), pela leitura da transmissão ótica em 450 nm e expressa em unidades de turbidez de formazina (UTF). Os dados de mortalidade e ganho de peso foram submetidos ao teste *t*-Student (amostras independentes), ao nível de significância de 5%.

## Resultados e discussão

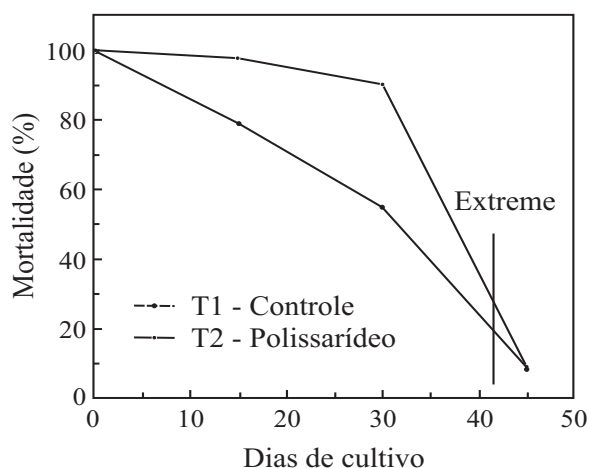
O potencial imunestimulante de PS extraídos de algas marinhas nativas do litoral cearense tem sido estudado (BARROSO et al., 2007; COSTA et al., 2005; FARIAS et al., 2004; LIMA, 2007; RODRIGUES, 2006) e algumas propriedades biológicas desses compostos têm sido relatadas por meio da realização de bioensaios em laboratório. PS extraídos da alga marinha vermelha *H. pseudofloresia*, administrados ( $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ ) diariamente durante duas semanas na água de cultivo de camarões adultos de *L. vannamei*, reduziram a mortalidade dos animais quando desafiados a condições de estresse (RODRIGUES, 2006). Neste estudo, esses PS também foram administrados na mesma dose, porém a cada 48 horas, na água de cultivo de pl's até juvenis de *L. vannamei*, com objetivo de avaliar e monitorar o desenvolvimento, estado de saúde e resistência dos animais durante e na ausência de renovação de água (estresse). Segundo Bachere (2000), o estudo da imunologia de camarões é considerado como um elemento chave para o estabelecimento de estratégias destinadas ao controle de doenças advindas da aquicultura intensiva. Assim, as pesquisas devem ser direcionadas para o desenvolvimento de ensaios com o objetivo de avaliar e monitorar o estado imunológico destes animais submetidos a cultivos sob condições de estresse.

### Mortalidade

Durante as semanas que antecederam ao estresse, foi observada uma melhoria na taxa de sobrevivência dos animais que receberam a solução de PS ( $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ ) em comparação ao tratamento controle (s/PS) (Figura 2). No entanto, a mortalidade aumentou em ambos os tratamentos no decorrer do período de cultivo, assumindo taxas bem maiores nos animais que não receberam o composto. Entretanto, ao final do estresse dos animais, não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos.

O emprego de imunestimulantes promove uma maior resistência aos animais aquáticos (peixes e camarões) quando expostos à situação de estresse. Na administração por imersão do levamisol no cultivo da truta arco íris (*Oncorhynchus mykiss*), Jeney e Anderson (1993) relataram um aumento na sobrevivência dos animais quando desafiados à bactéria *Aeromonas salmonicida*. Itami et al. (1998) administraram, por via oral, o polissacarídeo não-sulfatado  $\beta$ -glucano e observaram um aumento na sobrevivência, na taxa de crescimento e na atividade fagocítica dos hemócitos dos animais. Campa-Córdova et al. (2002) avaliaram, utilizando banhos de imersão, as ações de um PS extraído de uma microalga cianofíceia e do  $\beta$ -glucano e observaram elevados níveis de atividade da enzima superóxido dismutase e geração do ânion superóxido nos animais. O  $\beta$ -caroteno extraído de uma microalga do gênero *Dunaliella*, adicionado na alimentação do camarão tigre *Penaeus monodon*, resultou em uma maior resistência ao vírus da síndrome da mancha branca (WSSV), quando os animais receberam  $300 \text{ mg kg}^{-1}$  de peso vivo, após 8 semanas experimentais (SUPAMATTAYA et al., 2005). Fu et al. (2007) observaram uma atividade imunestimulante quando utilizaram doses bem mais elevadas (200, 400 e  $600 \text{ mg L}^{-1}$ ) dos PS extraídos da alga marinha vermelha *Gelidium amansii*, através de banhos de imersão no camarão *L. vannamei*.

Neste estudo, a sobrevivência dos animais foi dependente da administração dos PS de *H. pseudofloresia* na água de cultivo (Figura 2). Logo, o período de aplicação de  $1,0 \text{ mg L}^{-1}$  do composto, durante os 41 primeiros dias do experimento, foi capaz de reagir com o sistema inato dos animais. Além disso, também foi observado um comportamento mais ativo e maior apetite dos animais, mesmo durante o estresse, reforçando



**Figura 2** – Mortalidade das pós-larvas de *L. vannamei* durante o período experimental

os resultados encontrados por Rodrigues (2006), em bioensaios utilizando esses mesmos PS em camarões adultos de *L. vannamei*, e por Lima (2007), quando a pesquisadora utilizou os PS extraídos da alga marinha parda *Spatoglossum shröderi* na água de cultivo, durante o desenvolvimento de juvenis da mesma espécie sob condições de hipoxia. A administração de doses adequadas de imunostimulantes promove um aumento da resistência a diferentes enfermidades e melhora o estado de saúde dos animais (BRICKNELL; DALMO, 2005).

Os juvenis de *L. vannamei*, por outro lado, não demonstraram resistência quando foram suspensas as aplicações de PS e a renovação de água, denotando, possivelmente, que o efeito do composto nos animais possa ser mediado pelo seu uso prolongado (ITAMI et al., 1998) e/ou uma frequência diária de administração, para promover resistência durante o estresse (LIMA, 2007; RODRIGUES 2006). Barroso et al. (2007) relataram um aumento na sobrevivência de pl's de *L. vannamei* através da realização de três banhos de imersão, em intervalos de 24 h, contendo  $1,0 \mu\text{g L}^{-1}$  de PS da rodofícea *B. occidentalis* durante 8 dias de cultivo dos animais, uma quantidade de PS bem inferior quando comparada com este trabalho.

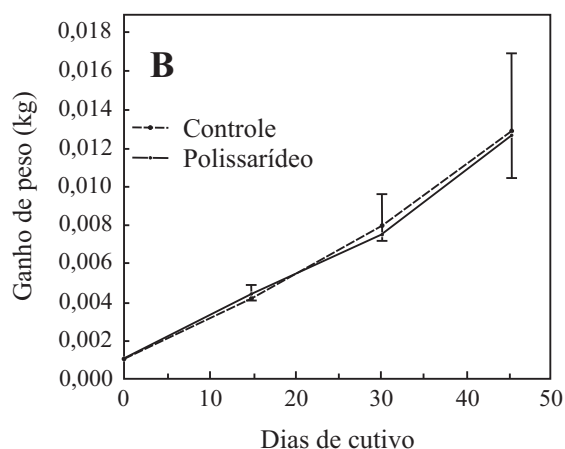
### Ganho de peso e comprimento

Ao final de 45 dias de cultivo, não foram observadas diferenças significativas no ganho de peso entre os animais tratados com PS e aqueles que não receberam o composto ( $p > 0,05$ ). Por outro lado, uma maior padronização no ganho de peso do tratamento  $1,0 \text{ mg L}^{-1}$  ( $0,01266 \pm 0,0220 \text{ kg}$ ) foi observada em relação ao controle ( $0,01285 \pm 0,0410 \text{ kg}$ ), este último marcado pelo aumento da desuniformidade do peso dos animais ao longo do período de cultivo (Figura 3). Os camarões do tratamento controle (s/PS) também estavam mais

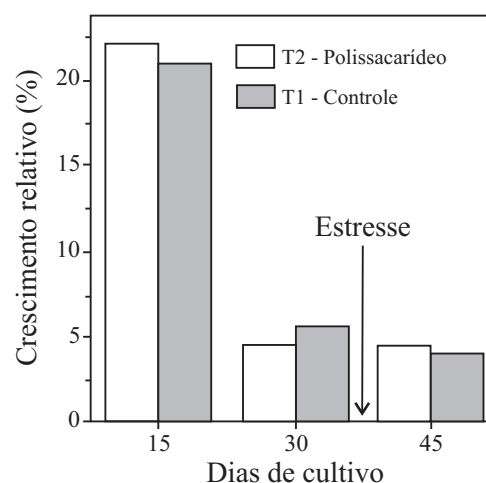
enfraquecidos e morreram praticamente todos (98,75 e 93,75% para T1 e T2, respectivamente) durante a indução do estresse.

Como foi observado, a administração dos PS de *H. pseudofloresia* na água de cultivo surtiu efeitos no ganho mais uniforme de peso pelos animais e alguns trabalhos reportam estímulos relacionados com o uso de imunostimulantes, promovendo, em alguns casos, ganho de peso. Rivera et al. (2002) relataram que o incremento de 10% do extrato da alga marinha parda *Macrocystis pyrifera* na dieta de camarões *L. vannamei* resultou em uma maior biomassa final após os 25 dias de administração. Farias et al. (2004) reportaram que diferentes doses de PS ( $0,05$ ;  $0,1$  e  $0,2 \text{ mg g}^{-1}$ ) da alga marinha vermelha *B. occidentalis* na ração de reversão de tilápias resultaram em um melhor ganho de biomassa quando os animais receberam  $0,1 \text{ mg g}^{-1}$ . A incorporação de  $125\text{-}300 \text{ mg}$  do  $\beta$ -caroteno  $\text{kg}^{-1}$  na dieta do camarão *P. monodon*, extraído de microalgas (*Dunaliella* sp), resultou em uma melhoria no ganho de peso dos animais em relação ao controle (SUPAMATTAYA, et al., 2005).

Montero-Rocha et al. (2006) observaram um aumento no crescimento relativo em peso de camarões adultos (*L. vannamei*) alimentados com “ergosan”, um produto de origem algal, durante 15 dias experimentais. Ao final do período de cultivo, a administração do composto também resultou em um aumento significativo dos hemócitos e no comprimento final dos animais em relação ao controle. Neste trabalho, foram evidenciadas pequenas diferenças entre os tratamentos (controle x polissacarídeo) no crescimento relativo durante o período em estudo (Figura 4) e no comprimento final dos animais ( $56,2 \pm 6,31$  e  $54,5 \pm 4,21 \text{ mm}$  para T1 e T2, respectivamente). Os valores encontrados foram bastante semelhantes nos



**Figura 3** – Ganho de peso quinzenal dos camarões de *L. vannamei* durante o período experimental



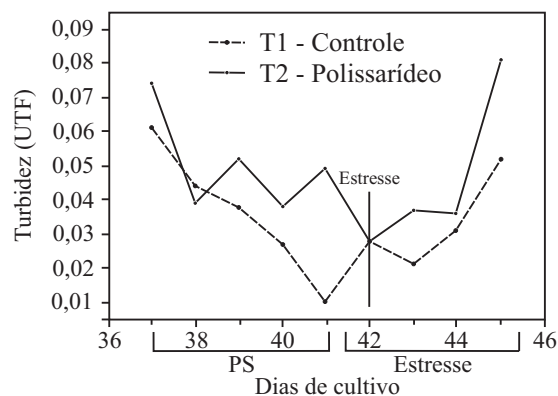
**Figura 4** – Crescimento relativo em peso dos animais durante o período de cultivo

últimos 30 dias nos animais tratados com PS e, no controle, foi observado um menor crescimento, possivelmente em razão de estresse dos animais, já que praticamente o consumo de alimento foi drasticamente reduzido.

De acordo com Azad et al. (2005), o uso de imunostimulantes, de uma maneira geral, pode ser vantajoso na indução do crescimento, bem como resultar em um aumento da sobrevivência em camarões. Desta forma, o emprego de imunostimulantes também pode evitar os diversos problemas de poluição ambiental causada pelo uso de antibióticos e outros compostos químicos nocivos utilizados na aquicultura (COOK et al., 2003).

### Parâmetros físico-químicos

Durante a realização deste experimento, todas as variáveis mantiveram-se dentro dos valores recomendados para o cultivo do *L. vannamei*, mesmo durante o estresse



**Figura 5** – Variação da turbidez na água durante as duas últimas semanas de cultivo dos animais

dos animais (Tabela 1). No entanto, a turbidez variou de 0,010 a 0,061 UTF (T1) e 0,028 a 0,081 UTF (T2), respectivamente, entre a última semana de administração dos PS e durante a indução de estresse nos animais (Figura 5). A grande variação na turbidez é justificada pela redução do número de camarões nos aquários devido à mortalidade (Figura 2), em razão da diminuição da biomassa estocada. O acréscimo da turbidez, durante o estresse, também é justificado pelo aumento da matéria orgânica gerada pelos animais mortos, restos de alimento e dejetos.

Os animais que receberam a dose de  $1,0 \text{ mg L}^{-1}$  de PS, no entanto, ficaram expostos a valores mais elevados de turbidez em relação ao grupo controle (Figura 5) e resistiram a uma maior densidade de estocagem nos aquários, o que reforça a maior sobrevivência durante o período de administração dos PS (Figura 2), e sugerindo-se uma resposta de proteção. Valença e Mendes (2003) ressaltam que algumas espécies de camarões peneídeos são eurihalinas, tais como *Penaeus monodon*, *L. shmitti* e *L. vannamei*, suportando salinidades superiores a 40‰ e próximas à zero. No entanto, pouco ainda se sabe sobre os requerimentos desses animais em águas interiores e estudos revelam que a composição iônica da água pode acarretar prejuízo no crescimento e na sobrevivência do camarão. Algumas experiências no cultivo de camarões *L. vannamei* a baixa salinidade tem resultado em elevadas mortalidades durante a aclimação e outras práticas de manejo, as quais levam ao estresse osmótico, deformidades durante o período de muda e surgimento de enfermidades, causadas por fatores ambientais e nutricionais, quando os animais alcançam estágios adultos e sub-adultos (GONG et al., 2004; NUNES et al., 2004; VALENÇA; MENDES, 2004). Neste trabalho, os animais responderam à administração em períodos alternados do composto na água (Figuras 2 e 3), resultando na melhoria da qualidade do ganho de peso individual ao longo de 45 dias de cultivo. Possivelmente, o uso desses PS pode estar ajudando a minimizar o estresse osmótico do animal. No entanto, novos estudos devem ser realizados de forma a comprovar este fato.

Desta forma, o emprego dos PS (*H. pseudofloresia*) na água de cultivo de *L. vannamei* resultou em algumas vantagens nos padrões zootécnicos desejados no cultivo de organismos aquáticos e diversas outras pesquisas são necessárias de maneira a compreender os limites e os requerimentos fisiológicos da espécie, na mitigação dos impactos gerados pela atividade. Ao final do período de estresse, alguns animais de ambos os tratamentos apresentaram manchas negras na carapaça e no músculo, o que pode ser resultado de certas respostas imunes celulares (formação de nódulos, cápsulas e cicatrização de ferimentos), acompanhada de melanização. Não se sabe ainda qual é o papel preciso da melanina nos artrópodes, mas é sabido que ela auxilia na eliminação de compostos reativos e prejudiciais ao tecido do hospedeiro (BARRACO, 2004).

**Tabela 1** - Variação da concentração de oxigênio dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ ), temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) e pH durante o período de cultivo

Administração dos OS			Indução ao Estresse		
$\text{mg L}^{-1}$	$^{\circ}\text{C}$	pH	$\text{mg L}^{-1}$	$^{\circ}\text{C}$	pH
$3,07 \pm 0,69$	$28,28 \pm 0,52$	$7,57 \pm 0,33$	$3,37 \pm 0,08$	$27,29 \pm 0,18$	$7,25 \pm 0,11$

Também não se sabe qual seria a relação desses PS com o fenômeno de melanização na resposta imune em camarões, pois poucas pesquisas relatam o uso desses compostos em crustáceos. O estudo demonstrou que a administração dos PS (1,0 mg L<sup>-1</sup>) de *H. pseudofloresia* na água de cultivo durante o desenvolvimento do camarão *L. vannamei* mostrou algumas vantagens mediante uma estratégia de manejo profilático. No entanto, o manejo responsável desses recursos pesqueiros é fundamental para o equilíbrio ambiental.

## Conclusão

A administração de 1,0 mg L<sup>-1</sup> dos polissacarídeos sulfatados, extraídos da alga marinha vermelha *H. pseudofloresia*, na água de cultivo do *L. vannamei* a cada 48 horas resultou em melhora na sobrevivência e no peso dos animais durante o período de aplicação do composto.

## Agradecimentos

O presente trabalho contou com o apoio financeiro do MCT/PADCT/CNPq/CAPES.

## Referências

- AZAD, I. S. et al. Routes of immunostimulation vis-a-vis survival and growth of *Penaeus monodon* postlarvae. **Aquaculture**, v. 248, n. 01-04, p. 227-234, 2005.
- BACHERE, E. Shrimp immunity and disease control. **Aquaculture**, v. 191, n. 01-03, p. 1-2, 2000.
- BARRACO, M. A. Mecanismos de resistência a doenças em crustáceos. In: RANZANI-PAIVA, M. J. T.; TAKEMOTO, R. M.; LIZAMA, M. DE LOS A. P. **Sanidade de organismos aquáticos**. São Paulo: Varela, 2004. cap. 2, p. 51-74.
- BARROSO, F. E. C. et al. Efeito do polissacarídeo sulfatado extraído da alga marinha vermelha *Botryocladia occidentalis* nas pós-larvas do camarão *Litopenaeus vannamei*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 01, p. 58-63, 2007.
- BRICKNELL, I.; DALMO, R. A. The use of immunostimulants in fish larval aquaculture. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 19, n. 05, p. 457-472, 2005.
- CAMPA-CÓRDOVA, A. I. et al. Generation of superoxide anion and SOD activity in haemocytes and muscle of American white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) as a response to beta-glucan and sulfated polysaccharide. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 12, n. 04 p. 353-366, 2002.
- CHOI, S. H. et al. Dietary Korean mistletoe enhances cellular non-specific immune responses and survival of Japanese eel (*Anguilla japonica*). **Fish & Shellfish Immunology**, v. 24, n. 01, p. 67-73, 2008.
- COOK, M. T. et al. Administration of a commercial immunostimulant preparation, EcoActiva as feed supplement enhances macrophage respiratory burst and the growth rate of snapper (*Pagrus auratus*, Sparidae (Bloch and Schneider)) in winter. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 14, n. 04, p. 333-345, 2003.
- COSTA, F. H. F. et al. Enhancement of disease resistance against infectious myonecrosis virus (IMNV) of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* by sulfated polysaccharide extracts from the red seaweeds *Botryocladia occidentalis* and *Solieria filiformis*. In: FEIRA NACIONAL DE CAMARÃO. 2005, Natal, **Anais eletrônicos...** Natal: FENACAM, 2005. Suplemento. Disponível em <<http://www.agriambi.com.br/revista>>. Acesso em: 24 out. 2006.
- DÜGENCI, S. K.; ARDA, N.; CANDAN, A. Some medicinal plants as immunostimulant for fish. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 88, n. 01, p. 99-106, 2003.
- ESTEBAN, M. A. et al. Effects of lactoferrin on non-specific immune responses of gilthead seabream (*Sparus auratus* L.). **Fish & Shellfish Immunology**, v. 18, n. 02, p. 109-124, 2005.
- FARIAS, W. R. L. et al. Enhancement of growth in tilapia fingerlings (*Oreochromis niloticus*) by sulfated D-galactans extracted from marine algae. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, número especial, p. 189-195, 2004.
- FARIAS, W. R. L. et al. Structure and anticoagulant activity of sulfated galactans. Isolation of a unique sulfated galactan from the red algae *Botryocladia occidentalis* and comparison of its anticoagulant action with that of sulfated galactans. **Journal of Biological Chemistry**, v. 275, n. 38, p. 29299-29307, 2000.
- FU, Y. W. C. et al. The immunostimulatory effects of hot-water extract of *Gelidium amansii* via immersion, injection and dietary administrations on white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its resistance against *Vibrio alginolyticus*. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 22, n. 06, p. 673-685, 2007.
- GESTEIRA, T. C. V. Enfermidades infecciosas registradas na carcinocultura brasileira. In: SILVA-SOUZA, A. T. **Sanidade de organismos aquáticos no Brasil**. Maringá: Abrapoa, 2006. cap. 13, p. 137-158.
- GONG, H. et al. A dietary modification approach to improve the osmoregulatory capacity of *Litopenaeus vannamei* culture in the Arizona desert. **Aquaculture Nutrition**, v. 10, p. 227-236, 2004.
- ITAMI, T. et al. Enhancement of disease resistance of kuruma shrimp, *Penaeus japonicus*, after oral administration of peptidoglycan derived from *Bifidobacterium thermophilum*. **Aquaculture**, v. 164, n. 01-04, p. 277-288, 1998.
- JENEY, G.; ANDERSON, D. P. Enhanced immune response and protection in rainbow trout to *Aeromonas salmonicida* bacterin following prior immersion in immunostimulants. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 03, n. 01, p. 51-58, 1993.
- LIMA, P. C. W. C. **Efeito dos polissacarídeos sulfatados da alga marinha parda *Spatoglossum shroederi* sobre o aumento da resistência do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* submetido a situações de estresse**. 2007. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

- MONTERO-ROCHA, A. et al. Immunostimulation of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) following dietary administration of Ergosan. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 91, n. 03, p. 188-194, 2006.
- NUNES, A. J. P.; MARTINS, C. C. Avaliando o estado de saúde de camarões marinhos na engorda. **Panorama da Aqüicultura**, v. 12, n. 72, p. 23-33, 2002.
- NUNES, A. J. P.; MARTINS, C. C.; GESTEIRA, T. C. V. Carcinicultura ameaçada: produtores sofrem com as mortalidades decorrentes do vírus da mionecrose infecciosa (IMNV). **Panorama da Aqüicultura**, v. 14, n. 83, p. 37-51, 2004.
- PERCIVAL, E.; MACDOWELL, R. H. **Chemistry and enzymology of marine algal polysaccharides**. New York: Academic Press, 1967.
- PHELPS, R. **Nutrición de Peces**. México D. F.: Departamento de Pesca, 1981, 100 p.
- RIVIERA, G. et al. Inclusion de harina de kelp (*Macrosystis pyrifera*) em alimentos balanceados para camarón. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO VIRTUAL DE AQUICULTURA, 1., 2002, México. **Anais eletrônicos...** México: CIVA, 2002. Disponível em: <<http://www.civa2003.org>>. Acesso em 19 mai. 2004.
- ROCHA, I. P.; RODRIGUES, J. A. Carcinicultura brasileira em 2003. **Revista da ABCC**, v. 06, n. 01, p. 30-36, 2004.
- RODRIGUES, J. A. G. **Atividade anticoagulante de galactanas sulfatadas de algas marinhas vermelhas do gênero *Halymenia* e seu efeito imunoestimulante no camarão marinho *Litopenaeus vannamei***. 2006. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- SAKAI, M. Current research status of fish immunostimulants. **Aquaculture**, v. 172, n. 01-02, p. 63-92, 1999.
- SAKAI, M. et al. The immunostimulating effects of chitin in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Diseases in Asian Aquaculture**, v. 01, p. 413-417, 1992.
- SUPAMATTAYA, K. et al. Effect of a *Dunaliella* extract on growth performance, health condition, immune response and disease resistance in black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). **Aquaculture**, v. 248, n. 01-04, p. 207-216, 2005.
- VADSTEIN, O. The use of immunostimulation in marine larviculture: possibilities and challenges. **Aquaculture**, v. 155, n. 01-04, p. 401-417, 1997.
- VADSTEIN, O. et al. A strategy to obtain microbial control during larval development of marine fish. **Fish Farming Technology**. Bakema Publishers. p. 69-75, 1993.
- VALENÇA, A. R.; MENDES, G. N. Importância da composição iônica da água oligohalina e “doce” no cultivo de *Litopenaeus vannamei*. **Revista Panorama da Aqüicultura**, v. 14, n. 86, p. 23-29, 2004.
- VALENÇA, A. R.; MENDES, G. N. Cultivo de *Litopenaeus vannamei*: água doce ou oligohalina?. **Revista Panorama da Aqüicultura**, v. 13, n. 78, p. 35-41, 2003.
- ZHANG, H. J. et al. Chemical characteristics and anticoagulant activities of a sulfated polysaccharide and its fragments from *Monostroma latissimum*. **Carbohydrate polymers**, v. 71, n. 03, p. 428-434, 2008.