

## Efeito dos polissacarídeos sulfatados da alga marinha parda *Spatoglossum schroederi* em juvenis de *Litopenaeus vannamei*<sup>1</sup>

Effect of sulfated polysaccharides from the marine brown alga *Spatoglossum schroederi* in *Litopenaeus vannamei* juveniles

Paula Cristina Walger de Camargo Lima<sup>2\*</sup>, Valeska Martins Torres<sup>3</sup>, José Ariévilto Gurgel Rodrigues<sup>4</sup>, José Junior de Sousa<sup>5</sup> e Wladimir Ronald Lobo<sup>6</sup>

**Resumo** - O estresse é o agente imunossupressor mais potente na carcinicultura, causando o declínio das defesas naturais dos camarões, deixando-os enfraquecidos e susceptíveis às contaminações por patógenos. Sendo assim, o desenvolvimento de estratégias que visem tornar estes animais mais resistentes é de fundamental importância para o sucesso da atividade. Uma possível solução que vem sendo estudada é o uso de compostos imunostimulantes, como os polissacarídeos sulfatados (PS) de algas marinhas. O presente trabalho avaliou o efeito da administração dos PS, extraídos da alga parda *Spatoglossum schroederi*, na sobrevivência e crescimento de juvenis de *Litopenaeus vannamei*, submetidos a condições de estresse por hipóxia. Os PS foram administrados diariamente, por 33 dias, via imersão, nas concentrações 0,0 (controle); 0,5; 1,0 e 2,0 mg L<sup>-1</sup>, possuindo cada tratamento quatro repetições. O estresse foi induzido através da supressão temporária da aeração, durante cinco horas, no 23º; 24º e 25º dia. Os valores médios foram submetidos à Análise de Variância e ao Teste de Tukey (p<0,05). A sobrevivência dos camarões administrados com maior dosagem foi significativamente superior das demais (p=0,0101) no final do experimento. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, em relação ao crescimento, nas quatro biometrias realizadas. Apesar do efeito positivo constatado, mais estudos devem ser realizados, buscando otimizar o tempo e método de administração, como também a dose ideal empregada. Deve-se, ainda, avaliar a eficiência imunostimulante do composto através de testes específicos utilizando a hemolinfa e o tecido muscular dos animais.

**Palavras-chave** - Imunoestimulação. Macroalgas. Phaeophyta. Carcinicultura Marinha.

**Abstract** - Stress is the most powerful immunosuppressor agent on carciniculture, causing the decrease of shrimp's natural defenses, leaving them weakened and susceptible to contaminations by pathogens. Thus, it is of fundamental importance to the success of the activity the development of strategies that aim to turn these animals more resistant. A possible solution that has been studied is the use of immunostimulant compounds such as the sulfated polysaccharides (SP) from marine algae. The present study evaluated the effect of the administration of SP extracted from the brown alga *Spatoglossum schroederi*, in survival and growth of *Litopenaeus vannamei* juveniles, under stress conditions by hypoxia. The SP were daily administered, for 33 days, through immersion, in concentrations 0.0 (control); 0.5; 1.0 e 2.0 mg L<sup>-1</sup>, with four replicates each. The stress was induced through temporary suppression of the aeration, during five hours, in the 23º; 24º and 25º day. Average values were submitted to Analysis of Variance and Tukey Test (p<0.05). The survival of shrimps administered with the higher dosage was significantly higher than the others (p=0.0101), at the end of the experiment. No significant differences were observed between the treatments, in relation to growth, in the four biometries held. Despite the positive effect noted, further studies should be carry out, in order to optimize the time and method of administration and the ideal dose to be used. It should be also evaluated the immunostimulant efficiency of the compound through specific studies using animals haemolymph and muscle tissue.

**Key words** - Immunostimulation. Macroalgae. Phaeophyta. Marine Carciniculture.

\* Autor para correspondência

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 03/03/2008; aprovado em 09/12/2008

Parte da dissertação de mestrado apresentada em 2007 pelo primeiro autor ao DEP/CCA/UFC. Apoio financeiro CNPq

<sup>2</sup>Oceanógrafa, estudante de mestrado em Eng. de Pesca, bolsista CNPq, DEP/CCA/UFC, Bloco 825 Cx. Postal 12168, Campus do Pici, CEP: 60356-000, Fortaleza – CE, paula.camargo.lima@gmail.com

<sup>3</sup>Eng de Pesca, estudante de mestrado em Eng. de Pesca, bolsista CAPES, DEP/CCA/UFC, valeskamtorres@gmail.com

<sup>4</sup>Eng de Pesca, estudante de doutorado em Biotecnologia em Recursos Naturais, bolsista FUNCAP, DBT/UFC, arieviltoengpesca@yahoo.com.br

<sup>5</sup>Estudante de Graduação em Engenharia de Pesca, DEP/CCA/UFC, juniorfileufc@yahoo.com.br

<sup>6</sup>Eng. de Pesca. D. Sc., Professor Adjunto DEP/CCA/UFC, wladimir@ufc.br

## Introdução

Os crustáceos, assim como outros invertebrados, contam apenas com o sistema imune inato, não permitindo o desenvolvimento de vacinas específicas para prevenir ou controlar infecções (BACHÈRE, 2000). Com isso, o uso indiscriminado de antibióticos na carcinicultura se tornou uma prática comum em várias regiões do mundo, trazendo conseqüências ambientais e econômicas desastrosas (BARBIERI; OSTRENSKY, 2002). Sendo assim, a procura por alternativas que visem à prevenção ou a erradicação das enfermidades, sem o uso de antibióticos, tornou-se cada vez mais importante na carcinicultura (SMITH et al., 2003). Neste contexto, o uso de compostos imunostimulantes e o estudo do sistema imune de crustáceos desponta como uma estratégia recente e promissora, visto que permite conhecer as bases da suscetibilidade e resistência destes animais a microrganismos patogênicos e parasitas (BARRACCO et al., 2007).

A imunostimulação em crustáceos é de origem profilática, promovendo uma ação no sistema imune não específico, aumentando a resistência do hospedeiro contra doenças que, na maioria das circunstâncias, são causadas por patógenos (RAA, 2000).

Bachère (2000), acredita que os compostos moduladores do sistema imunológico de crustáceos apresentam grande potencial em relação aos antibióticos, pois possuem uma série de vantagens, como: ausência de toxicidade ou residualidade, não causar dependência, facilidade de dosagem e administração, baixo custo comparativo e, principalmente, por não ocasionarem impactos negativos no meio ambiente, nos indivíduos cultivados e no consumidor.

A dose ideal e o período de aplicação dos compostos imunostimulantes é uma questão de extrema importância para obtenção de resultados satisfatórios no aumento da resposta imune e na proteção contra organismos patogênicos (SAKAI, 1999). A utilização de dosagens muito altas ou em momentos inadequados, pode causar toxicidade ou inibição das respostas imunológicas, principalmente, quando aplicadas por períodos muito longos (SMITH et al., 2003; HAUTON; SMITH, 2004). De acordo com Bricknell e Dalmo (2005), a exposição contínua ao imunostimulantes pode ainda induzir a tolerância ao composto. Raa (2000) sugere que os imunostimulantes sejam utilizados em três ocasiões distintas. Quando os indivíduos forem submetidos a situações conhecidas de estresse, como: transporte, biometria, aclimação, introdução à alimentação artificial; durante exposições esperadas a microrganismos e parasitas; e no estágio de desenvolvimento larval, fase em que o animal está particularmente mais suscetível a agentes infecciosos.

Nos últimos anos, diversas fontes de imunostimulantes vêm sendo testadas, dentre elas: os polissacarídeos sulfatados (PS) e o extrato de micro e macro algas marinhas vêm sendo amplamente estudados, apresentando resultados promissores na sobrevivência de camarões expostos, experimentalmente, a condições adversas de estresse e a microrganismos patogênicos (BARROSO et al., 2007; CAMPA-CÓRDOVA et al., 2002; CHENG et al., 2005; CHOTIGEAT et al., 2004; COSTA et al., 2006; FU et al., 2007; HUANG et al., 2006; LE MOULLAC et al., 1998; LEE et al., 2003; RODRIGUES, 2006; TAKAHASHI et al., 1998; YEH et al., 2006).

De acordo com Sakai (1999), existe uma forte relação entre a imunostimulação e o aumento da resistência contra as infecções causadas por bactérias e vírus ou por situações de estresse, em camarões. Desta forma, a imunostimulação, aliada a um bom manejo ambiental, pode contribuir de maneira significativa para a reestruturação do setor da carcinicultura no Brasil e no mundo. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o aumento da resistência de juvenis do camarão *L. vannamei*, administrados, via imersão, com PS extraídos da alga *S. schroederi* durante períodos de estresse por hipóxia.

## Material e métodos

### Obtenção das algas marinhas e extração dos polissacarídeos sulfatados

A coleta das algas da espécie *S. schroederi* foi realizada na Praia do Pacheco, município de Caucaia, litoral oeste de Fortaleza - Ceará. Em laboratório, as algas foram lavadas com água destilada, secas em estufa a 40 °C e cortadas em pequenos pedaços. Para extração dos PS, cinco gramas da alga seca foram hidratadas com 250 mL de tampão acetato de sódio 0,1 M, pH 5,0, contendo 5 mM de Ácido Etilenodiaminotetraacético (EDTA) e 5 mM de cisteína. Em seguida, o material foi submetido à digestão proteolítica através da adição de 17 mL de uma solução de papaína (30 mg mL<sup>-1</sup>) preparada com o mesmo tampão e incubada a 60 °C por 24 horas. Após incubação, a mistura foi filtrada e centrifugada (7.965 x g; 25 min; 4 °C). Os PS presentes no sobrenadante foram precipitados com a adição de 16 mL de Cloreto de Cetil Piridina (CPC) 10% por 24 horas em temperatura ambiente. O precipitado foi então lavado com 500 mL de CPC 0,05%, dissolvido em 250 mL de NaCl 2M: etanol absoluto (100:15; v/v) e submetido a uma nova precipitação por 24 horas a 4 °C através da adição de 300 mL de etanol absoluto. Em seguida, a mistura foi centrifugada e o precipitado submetido a duas lavagens com 250 mL de etanol 80% e uma com 150 mL de etanol absoluto. Os PS foram então levados à estufa a 60 °C, sendo obtidos, aproximadamente, dois gramas de material seco.

## Obtenção dos camarões e montagem do experimento

Os juvenis de camarão *L. vannamei*, já aclimatados em água doce, foram gentilmente cedidos pela Estação de Piscicultura da Universidade Federal do Ceará e transportados em sacos plásticos de 30 L, com 2/3 de oxigênio e 1/3 de água. Em laboratório, os indivíduos foram acondicionados em uma caixa d'água de 500 L e, em seguida, um total de 128 camarões, pesando entre 1 e 2 g, foram estocados, aleatoriamente, em 16 aquários de vidro (32 L), com água doce e aeração constante, na densidade de oito indivíduos por aquário.

## Delineamento experimental

Os PS da alga marinha parda *S. schroederi* foram administrados diariamente, via imersão, em quatro concentrações distintas (T1 = 0,0 mg L<sup>-1</sup>; T2 = 0,5 mg L<sup>-1</sup>; T3 = 1,0 mg L<sup>-1</sup> e T4 = 2,0 mg L<sup>-1</sup>), possuindo, cada tratamento, quatro repetições. A administração das doses foi realizada por 33 dias, sendo o estresse induzido através da supressão temporária da aeração dos cultivos, por cinco horas, no 23º, 24º e 25º dia de experimento.

O arraçamento dos camarões foi realizado, *ad libitum*, três vezes ao dia, sendo diariamente renovados 20% da água dos aquários para remoção de dejetos e sobras de ração. Dados de temperatura, pH, oxigênio dissolvido e turbidez foram mensurados duas vezes por semana. A mortalidade foi registrada diariamente e as biometrias realizadas quinzenalmente e no final do experimento.

A administração diária das doses foi realizada assumindo que, após um período de 24 horas, os PS tenham sido inteiramente absorvidos pelos animais não havendo um acúmulo do composto na água. Esta suposição foi apoiada por um ensaio prévio (LIMA, 2007) onde o monitoramento da presença dos PS na água dos aquários foi determinada através de um ensaio metacromático, como descrito por Farndale et al. (1986). Para isto, foram utilizados 2 aquários (32 L), com água doce e aeração constante, contendo oito juvenis de camarão em cada um. Um dos aquários foi considerado como controle, enquanto no outro foram administrados, via imersão, 2,0 mg L<sup>-1</sup> dos PS da alga *S. schroederi*. Em seguida, uma alíquota de 200 µL da água de cada aquário foi coletada e adicionada a 1 mL de Azul Dimetil Dimetileno (DMB), o qual muda de cor na presença de compostos sulfatados. A absorbância foi então determinada por espectrofotômetro no comprimento de onda de 525 nm. Este procedimento foi repetido a cada hora, por um período de oito horas, sendo uma última leitura realizada 24 horas após a administração dos PS. Antes de cada amostragem, a água dos aquários foi homogeneizada evitando uma possível precipitação do composto no fundo, ou cantos dos aquários, sendo a alíquota sempre coletada na região central dos mesmos. Durante o monitoramento, foi possível observar um

decréscimo contínuo da metacromasia da água do aquário administrado com os PS, chegando à zero 24 horas depois da administração, evidenciando que os PS são inteiramente absorvidos pelos indivíduos ao longo do dia.

## Análises estatísticas

Os valores médios de sobrevivência (%) e crescimento, em peso (g) e comprimento (mm) foram analisados com auxílio do programa STATISTICA, versão 6.0, utilizando a análise de variância com fator único (ANOVA) no nível de significância de 5% e, posteriormente, o teste de Tukey, quando encontrada diferença significativa.

## Resultados e discussão

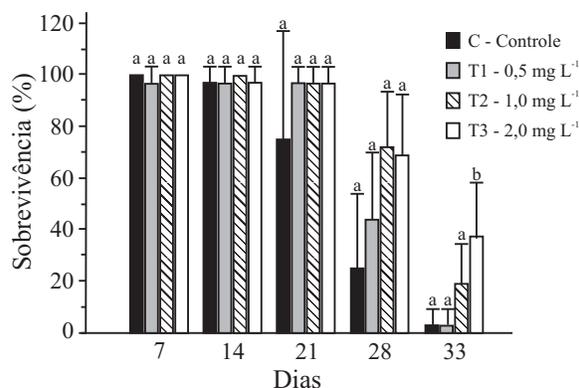
### Parâmetros abióticos da água de cultivo

Durante todo o período experimental, os valores médios de temperatura, pH e oxigênio dissolvido foram, 27,5±0,61 °C; 7,63±0,27 e 4,5±0,73 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, permanecendo dentro dos limites recomendados para o cultivo de *L. vannamei* (BARBIERI; OSTRENSKY, 2002).

Os dados de turbidez, que no início estavam próximos de zero, aumentaram gradativamente no decorrer do experimento, chegando a 15 UTF durante o período de supressão parcial da aeração. Os valores mais elevados foram observados nos aquários com grande mortalidade de indivíduos.

### Sobrevivência média

A Figura 1 mostra a sobrevivência média semanal dos indivíduos de cada tratamento, ao longo do experimento. Não foram encontradas diferenças



**Figura 1** - Percentagem de sobrevivência (média ± desvio padrão) semanal dos juvenis *L. vannamei* nos tratamentos com diferentes concentrações de PS. No 33º dia, as médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente

significativas entre os quatro tratamentos analisados nas quatro primeiras semanas experimentais. No entanto, após a segunda biometria, 14° dia, foi observado o início do declínio na sobrevivência média dos indivíduos do controle. Esta queda é explicada devido à mortalidade de todos os indivíduos de uma única réplica, explicando, desta forma, o grande desvio padrão observado (Figura 1).

Após os episódios de supressão parcial da aeração, realizados no 23°; 24° e 25° dia, foi observado um declínio na sobrevivência de todos os tratamentos analisados. Entretanto, na quarta semana, apesar de não detectada diferença estatística entre os tratamentos, foi possível observar uma tendência crescente da sobrevivência média em relação ao aumento das dosagens testadas. As maiores mortalidades foram registradas no controle (75%) e T1 (65,63%).

Após a quarta semana, a sobrevivência de todos os tratamentos declinou ainda mais, provavelmente, devido à intensificação do estresse causado pela terceira biometria realizada no 28° dia. Depois deste período, foi observado, além das altas taxas de mortalidade, falta de apetite, comportamento letárgico e aparecimento de lesões melanizadas na carapaça dos camarões. Além disso, a qualidade da água dos aquários foi visivelmente alterada, apresentando coloração turva e mau cheiro. Entretanto, foi observado que os camarões do tratamento 2,0 mg L<sup>-1</sup> apresentaram pouca ou nenhuma melanose e atividade, aparentemente, maior.

No final do experimento, 33° dia, foi detectada diferença significativa na sobrevivência dos quatro tratamentos (F=5,968; p=0,0114) (Figura 1). O teste de Tukey indicou que a sobrevivência média dos camarões submetidos à dose de 2 mg L<sup>-1</sup> (37,5%) foi significativamente superior que as verificadas para o controle (3,12%); 0,5 mg L<sup>-1</sup> (3,12%) e 1,0 mg L<sup>-1</sup> (9,37%).

Vale ainda ressaltar que os camarões foram cultivados em água doce, representando um fator adicional de estresse aos indivíduos. Este fato se deve ao camarão *L. vannamei*, durante a fase juvenil, apresentar o seu ponto isosmótico em águas com salinidade entre 18 e 22‰, não gastando energia no processo de osmoregulação. Dessa forma, quando criados em água doce necessitam de um maior gasto energético para manter a regulação osmótica, o que resulta na debilitação dos animais, facilitando a contaminação por patógenos causadores de doenças (BARBIERI; OSTRENSKY, 2002). As altas taxas de mortalidade, o comportamento moribundo e o aparecimento de lesões melanizadas, após o período de estresse, podem ser considerados sinais característicos de infecções por vibrios.

Segundo Aguirre-Guzmán et al. (2001), as vibrioses são classificadas como infecções secundárias e

oportunistas, atacando todos os estágios de vida do camarão. Problemas com vibriose ocorrem quando há condições de estresse no sistema de cultivo, tais como: diminuição de oxigênio, densidade de estocagem excessiva, manuseio inapropriado do estoque, lesões na cutícula dos camarões, subalimentação, e altas concentrações de compostos nitrogenados no ambiente de cultivo.

O processo de infecção da vibriose pode ser cuticular, entérico (intestinal) e sistêmico (envolvendo vários órgãos). Quando localizada, apresenta lesões melanizadas na carapaça e/ou abscessos pontuais no hepatopâncreas. O impacto da vibriose é variável, podendo, em alguns casos, alcançar até 70% da população cultivada. Na vibriose crônica, camarões mortos ou moribundos podem ser canibalizados rapidamente, contaminando outros indivíduos da população (SAULNIER et al., 2000). Este comportamento foi observado durante o experimento, podendo ser a causa da grande mortalidade verificada. Rodrigues (2006) também encontrou um aumento significativo na sobrevivência de camarões *L. vannamei* submetidos à imersão (1,0 mg L<sup>-1</sup>) com os PS da alga marinha vermelha *Halymenia pseudofloresia* durante o período de supressão da renovação da água dos cultivos. De acordo com Le Moullac et al. (1998), camarões *Litopenaeus stylirostris* expostos por 24 horas a condições severas de hipoxia, 1 mgO<sub>2</sub> mL<sup>-1</sup>, apresentaram maior mortalidade (48%), quando contaminados com o *Vibrio alginolyticus*, em relação ao controle (32%).

Chotigeat et al. (2004) relataram um aumento da sobrevivência de camarão *Penaeus monodon*, infectados pelo vírus da mancha branca, após a administração oral do fucoidam extraído da alga parda *Sargassum polycystium*. O controle da infecção pelo WSSV já havia sido reportado para o camarão *Marsupenaeus japonicus*, submetidos a dietas contendo outro fucoidan, da alga parda *Cladosiphon okamuranus* (TAKAHASHI et al., 1998).

Maiores sobrevivências também foram observadas por Huan et al. (2006) em camarões *Fenneropenaeus chinensis*, infectados por *Vibrio harveyi*, quando alimentados com dietas suplementadas com PS extraído da alga parda *Sargassum fusiforme*. Cheng et al. (2004 e 2005) avaliaram a eficiência da administração de alginato de sódio, sal do ácido alginico extraído de algas pardas, via injeção e suplementado na dieta, respectivamente, em camarões *L. vannamei* contaminados pelo *V. alginolyticus*. Os autores verificaram que a sobrevivência dos camarões de todos os tratamentos contendo alginato de sódio foram superiores às do controle.

Yeh et al. (2006) e Fu et al. (2007) analisaram a eficiência de diferentes métodos de administração do extrato quente da alga parda *Sargassum duplicatum* e da vermelha *Gelidium amansii*, respectivamente, em

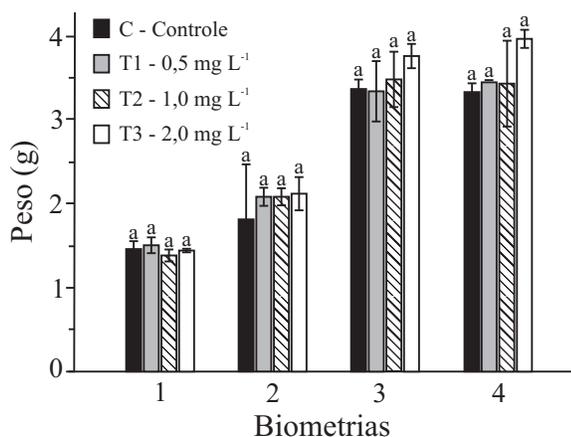
camarões *L. vannamei* infectados pelo *V. alginolyticus*. Em ambos os trabalhos, a sobrevivência e os parâmetros imunológicos avaliados, de todos os métodos de administração, foram significativamente maiores em relação ao controle, comprovando a habilidade dos compostos de elevar a imunidade e a resistência contra infecção do *V. alginolyticus*.

Como é possível observar, diversos trabalhos vêm relatando a eficiência da administração dos PS de algas marinhas pardas no aumento da resistência de camarões em situações de estresse ou de contaminação por patógenos. No presente trabalho, a administração dos PS da alga marinha parda *S. schroederi*, em juvenis de *L. vannamei*, via imersão, na concentração de 2 mg L<sup>-1</sup>, resultou em um aumento significativo da sobrevivência dos camarões submetidos a condições estressantes, sugerindo um possível efeito imunestimulante deste composto, o qual merece ser investigado em estudos posteriores.

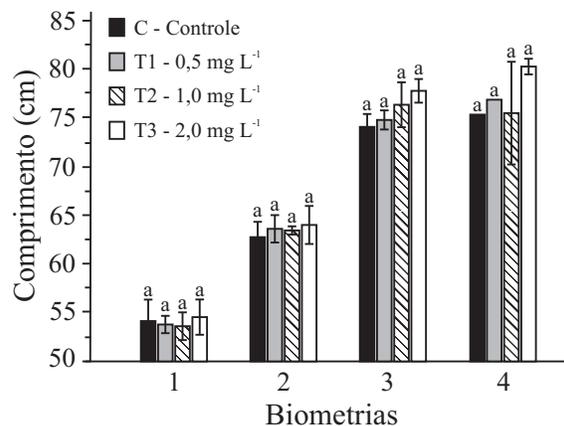
### Crescimento médio em peso e comprimento

As tendências de crescimento médio, no período experimental, foram de acordo com as esperadas para a espécie, não sendo detectadas diferenças significativas entre os tratamentos, nas quatro biometrias realizadas, tanto para peso como para comprimento (Figuras 2 e 3). Apesar da ausência de diferença significativa entre as médias de peso e comprimento entre os tratamentos, foi observado que os camarões submetidos à dose de 2 mg L<sup>-1</sup> apresentaram maior atividade e consumo alimentar, em comparação aos outros tratamentos, mesmo durante o período de estresse.

Rodrigues (2006) e Barroso et al. (2007) também não encontraram diferença significativa em relação ao



**Figura 2** - Peso (média ± desvio padrão) quinzenal em gramas (g) dos juvenis de *L. vannamei* nos tratamentos com diferentes concentrações de PS. As médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente



**Figura 3** - Comprimento (média ± desvio padrão) quinzenal em milímetros (mm) dos juvenis de *L. vannamei* nos tratamentos com diferentes concentrações de PS. As médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente

ganho de peso em juvenis e pós-larvas de *L. vannamei*, tratados via imersão, com PS extraídos das algas marinhas vermelhas *H. pseudofloresia* e *Botryocladia occidentalis*, respectivamente.

Em outro estudo, dietas suplementadas com PS de *S. fusiforme*, nas concentrações 0; 0,5; 1,0 e 2,0% foram ofertadas por 14 dias a camarões *F. chinensis* contaminados pelo *V. harveyi* e também não foi encontrada diferença significativa em relação ao ganho de peso final entre os indivíduos dos tratamentos testados (HUANG et al., 2006). Por outro lado, Montero-Rocha et al. (2006) encontraram pesos e comprimentos significativamente maiores em *L. vannamei* alimentados, por 15 dias, com ração suplementada com 0,5% de Ergosan, produto algal contendo 1% de ácido alginico. Um efeito similar foi constatado por Cruz-Suárez et al. (2000) e Riviera et al. (2002) quando incluído 2 e 4% e 10%, respectivamente, de farinha da alga marinha parda *Macrocystis pyrifera* em alimento peletizado para camarões. Um maior crescimento também foi verificado por Sung et al. (1994) em camarões *P. monodon* alimentados com  $\beta$ -1,3/1,6-glucana.

Boonyaratpalin et al. (1993) reportaram que o camarão *P. monodon* alimentado com ração suplementada com 0,01% de peptidoglicana apresentaram melhor crescimento e taxa de conversão alimentar que aqueles alimentados com a dieta controle. O mesmo efeito não foi observado com a suplementação de 0,1% do composto. Apesar da obtenção de indivíduos mais resistentes às enfermidades ser o principal propósito da imunestimulação na carcinicultura, um maior incremento no crescimento e/ou conversão alimentar podem ser considerados efeitos adicionais relevantes para a atividade. De acordo com os trabalhos citados acima, crescimentos significativamente

maiores foram verificados quando os compostos foram incorporados à dieta, corroborando com o proposto por Bricknell e Dalmo (2005), os quais descrevem este método como o mais eficiente na absorção dos imunostimulantes. Desta forma, sugere-se que um possível resultado positivo, em relação ao crescimento, possa ser obtido através da incorporação do extrato bruto ou dos PS da alga marinha parda *S. Schroederi* na ração de camarão *L. vannamei*.

## Conclusão

Os resultados do presente estudo demonstram que a administração, via imersão, de 2,0 mg L<sup>-1</sup> dos polissacarídeos sulfatados da alga marinha parda *S. Schroederi* promoveu uma maior resistência aos indivíduos quando submetidos a condições de estresse, sugerindo um possível efeito imunostimulante ao composto. No entanto, apesar do efeito positivo constatado, estes resultados devem ser considerados preliminares. Sendo assim, deve-se dar continuidade ao estudo, buscando otimizar o tempo e método de administração, a dose ideal a ser empregada e os mecanismos de ação dos PS. É de fundamental importância, ainda, se comprovar a eficiência imunostimulante do composto através da avaliação de parâmetros hemato-imunológicos comumente empregados em crustáceos, como: contagem total de hemócitos, índice fagocítico, tempo de coagulação da hemolinfa, atividade da enzima PO, produção de espécie ativas de oxigênio, entre outros.

## Agradecimentos

O presente trabalho contou com o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq.

## Referências

- AGUIRRE-GUZMÁN, G.; VÁSQUEZ-JUÁREZ, R.; ASCENCIO, F. Differences in the susceptibility of american white shrimp larval substages (*Litopenaeus vannamei*) to four *Vibrio* species. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 78, p. 215-219, 2001.
- BACHÈRE, E. Shrimp immunity and disease control. **Aquaculture**, v. 191, p. 3-11, 2000.
- BARBIERI, R.C.J.; OSTRENSKY, A.N. **Camarões marinhos** – Engorda. 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 352p.
- BARRACCO, M. A., PERAZZOLO, L. M.; ROSA, R. D. Immunologia en camaronés. In: MORALES, V; CUELLAR-ANGEL J. **Guía Práctica de Inmunología y Patología del Camarón**. 1.ed. Panamá: Ed. CYTED, 2008. cap. 6, p. 169 - 224.
- BARROSO, F. E. C. et al. Effect of sulfated polysaccharides extracted from the red marine alga *Botryocladia occidentalis* in shrimp post-larvae (*Litopenaeus vannamei*). **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 01, p. 58-63, 2007.
- BOONYARATPALIN, S. M. et al. Effects of peptidoglycan on growth, survival, immune response and tolerance to stressor in black tiger prawn (*Penaeus monodon*). In: DISEASES IN ASIAN AQUACULTURE. PROCEEDING OF THE SECOND SYMPOSIUM ON DISEASES IN ASIAN AQUACULTURE, 2., Phuket. **Anais...** Phuket:ABCM, 1993. p. 469-477.
- BRICKNELL, I.; DALMO, R. A. The use of immunoestimulants in fish larval aquaculture. **Fish & Shellfish Immunology**, v.15, n. 05, p. 457-472, 2005.
- CAMPA-CÓRDOBA, 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.
- CHENG, W. et al. The immune stimulatory effect of sodium alginate on the white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its resistance against *Vibrio alginolyticus*. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 17, p. 41-51, 2004.
- CHENG, W. et al. Dietary administration of sodium alginate enhances the immune ability of white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its resistance against *Vibrio alginolyticus*. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 18, p. 1-12, 2005
- CHOTIGEAT, W. et al. Effect of fucoidan on disease resistance of black tiger shrimp. **Aquaculture**, v.233, n.1-4, p.23-30, 2004
- COSTA, F.H.F. et al. Enhancement of disease resistance against infectious myronecrosis virus (IMNV) of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* by sulfated polysaccharides extracts from the red seaweeds *Botryocladia occidentalis* and *Solieria filiformis*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE INDÚSTRIA DO CAMARÃO CULTIVADO, 3., Natal. **Anais...** Natal: ABCN, 2006. p.69-77.
- CRUZ-SUÁREZ, E. et al. Uso de harina de Kelp (*Macrocystis pyrifera*) em alimentos para camarón. In: AVANCES EM NUTRICIÓN ACUÍCOLA. MEMÓRIAS DEL SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA. 5., 2000, Yucatan. **Anais eletrônico...** Yucatan: Merida, 2000. Disponível em: <www. educacion.uanl.mx/publicaciones/maricultura/ acuiculturaV/cruz-suarez.pdf >. Acesso em: 17 set. 2007.
- FARNDAL, R. W., BUTTLE, D. J., BARRET, A. J. Improved quantitation and discrimination of sulfated glycosaminoglycans by use of dimethyl-methylene blue. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 883, p. 173-177, 1986.
- FU, Y. W. et al. The immunostimulatory effects of hot-water extract of *Gelidium amansii* via immersion, injection and dietary administrations on shrimp *Litopenaeus vannamei* and

- its resistance against *Vibrio alginolyticus*. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 22, n. 06, p. 673-685, 2007.
- HAUTON, C.; SMITH, V. J. In vitro cytotoxicity of crustacean immunostimulants for lobster (*Homarus gammarus*) granulocytes demonstrated using the neutral red uptake. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 17, n. 01, p. 65-73, 2004.
- HUANG, X.; ZHOU, H. Q.; ZHANG, H. The effect of *Sargassum fusiforme* polysaccharidae extracts on vibriosis resistance and immune activity of the shrimp, *Fenneropenaeus chinensis*. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 20, n. 05, p. 750-757, 2006.
- LE MOULLAC, G. et al. Effect of hypoxic stress on the immune response and the resistance to vibriosis of the shrimp *Penaeus stylirostris*. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 8, p. 621-629, 1998.
- LEE, Y. K. et al. Enhancing phagocytic activity of hemocytes and disease resistance in the prawn *Penaeus merguensis* by feeding *Spirulina platensis*. **Journal of Applied Phycology**, v. 15, n. 04, p. 279-287, 2003.
- LIMA, P. W. C. **Efeito dos polissacarídeos sulfatados da alga marinha parda *Spatoglossum schroederi* sobre o aumento da resistência do camarão *Litopenaeus vannamei* submetido a situações de estresse**. 2007. 99f. 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, p. 188-194, 2006.
- RAA, J. The use of immune-stimulants in fish and shellfish feeds. In: AVANCES EM NUTRICIÓN ACUÍCOLA. MEMORIAL DEL SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA. 5., 2000, Yucatan. **Anais eletrônicos...** Yucatan: Mérida, 2000. Disponível em: <[www.educacion.uanl.mx/publicaciones/maricultura/acuiculturaVraa.pdf](http://www.educacion.uanl.mx/publicaciones/maricultura/acuiculturaVraa.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2007.
- RIVIERA, G. et al. Inclusion de harina de kelp (*Macrosystis pyrifera*) em alimentos balanceados para camarón. In: I CONGRESSO IBEROAMERICANO VIRTUAL DE AQUICULTURA, 1., 2002. **Anais eletrônico...** 2002. Disponível em: <[www.civa2002.org](http://www.civa2002.org)>. Acesso em: 17 set. 2007.
- 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. 77f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- SAKAI, M. Current research status of fish immunostimulants. **Aquaculture**, v. 172, p. 63-92, 1999.
- SAULINER, D. et al. Experimental infection models for shrimp vibriosis studies: a review. **Aquaculture**, v. 191, p. 133-144, 2000.
- SMITH, V. ; BROWN, J. H.; HAUTON, C. Immunostimulation in crustaceans: does it really protect against infection? **Fish & Shellfish Immunology**, v. 15, n. 01, p. 71-90, 2003
- SUNG, H. H.; KOU, G. H.; SONG, Y. L. Vibriosis resistance induced by glucan treatment in tiger shrimp (*Penaeus monodon*). **Fish Pathology**, v. 29, n. 01, p. 11-17, 1994.
- TAKAHASHI, Y. et al. Efficacy of oral administration of fucoidan, a sulphated polysaccharide, in controlling white spot syndrome in kuruma shrimp in Japan. In: ADVANCES IN SHRIMP BIOTECHNOLOGY. NATIONAL CENTER FOR GENETIC ENGINEERING AND BIOTECHNOLOGY, 1., Bangkok. **Anais...** Bangkok, 1998. p. 171-173.
- YEH, S. T.; LEE, C. S.; CHEN, J. C. Administration of hot-water extract of brown seaweed *Sargassum duplicatum* via immersion and injection enhances the immune resistance of white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 20, n. 03, p. 332-345, 2006.