

Compostos nitrogenados sobre o consumo alimentar de camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis*

Nitrogen compounds on food consumption of pink-shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis*

Bruno Ribeiro de Campos¹ Plínio Schmidt Furtado¹ Fernando D’Incao¹
Wilson Wasielesky¹ Luís Henrique da Silva Poersch^{1*}

RESUMO

Os experimentos foram realizados para investigar os efeitos da amônia, nitrito e nitrato no consumo alimentar de juvenis de *Farfantepenaeus brasiliensis*. Os camarões com peso médio de 4g foram aclimatados durante 28 dias em diferentes concentrações crônicas de amônia, nitrito e nitrato. Após o período de exposição de 28 dias, 20 camarões por tratamento foram individualizados em unidades experimentais de 3 L, a fim de ser analisado o consumo de ração em função da quantidade de alimento oferecido e as sobras durante um período de 24 horas. O consumo alimentar apresentou alterações significativas ($P < 0,05$) para os camarões expostos às concentrações de nitrito e nitrato testadas, enquanto para o tratamento com amônia, os camarões não apresentaram alterações no consumo alimentar ($P > 0,05$). Foi verificado que o nitrito e o nitrato afetam o consumo alimentar de *F. brasiliensis*. Contudo, a possibilidade de que isso ocorra durante longos períodos, afetando negativamente o cultivo de espécies em cativeiro, reforçam a necessidade do manejo da qualidade de água.

Palavras-chave: amônia, nitrito, nitrato, consumo alimentar.

ABSTRACT

The experiments were carried out to investigate the effects of ammonia, nitrite and nitrate on food consumption of juvenile *F. brasiliensis*. The juvenile shrimp were acclimated for 28 days with different chronic concentrations of ammonia, nitrite and nitrate. After the acclimation period, 20 shrimps per treatment were individualized in 3 L experimental units in order to analyze their feed intake through the amount of feed offered and leftover for a period of 24 hours. The food consumption presented significant alteration ($P < 0.05$) for the nitrite and nitrate concentrations tested, meanwhile on ammonia treatment, shrimp presented no alteration on food intake ($P > 0.05$). According to the results obtained, nitrite and nitrate affected *F. brasiliensis* food consumption. However, the possibility of this to happen over long periods, can damage

the species in captivity, reinforced the necessity of regular water quality management.

Key words: ammonia, nitrite, nitrate, food consumption.

INTRODUÇÃO

O camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* distribui-se da Carolina do Norte (EUA) à costa do Rio Grande do Sul (D’INCAO, 1999) e é uma espécie com potencial para ser cultivada no sul do Brasil (LOPES et al., 2009), especialmente em estruturas de baixo custo, como gaiolas e/ou cercados (LOPES et al., 2009). Conforme ROUBACH et al. (2003) a principal restrição da produção das espécies nativas de camarão está relacionada com a falta de alimentos comerciais que atendam as suas exigências nutricionais, de modo que estudos com espécies do gênero *Farfantepenaeus* em geral utilizam rações formuladas para o camarão branco *Litopenaeus vannamei*. PEIXOTO et al. (2003) recomendam a utilização de rações com teores mais elevados de proteína bruta (25 %) e/ou complemento alimentar com rejeito de pesca para o cultivo de espécies de *Farfantepenaeus* em cativeiro. Nessa situação, quando o alimento não é consumido, ocorre lixiviação e ou decomposição, aumentando as concentrações de compostos nitrogenados dissolvidos na água (GROSS et al., 2000). As formas nitrogenadas mais abundantes nos viveiros de cultivo e que podem provocar danos

¹Programa de Pós-graduação em Aquicultura, Instituto de Oceanografia (IO), Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Avenida Itália, Km 8, 96201-900, Rio Grande, RS, Brasil. E-mail: lpoersch@mikrus.com.br. *Autor para correspondência.

significativos aos organismos cultivados são amônia, nitrito e nitrato (WASIELESKY et al., 2003).

As concentrações dos compostos nitrogenados podem afetar o consumo alimentar dos organismos cultivados e/ou causar mortalidade (KUHNS et al., 2010). O conhecimento do consumo alimentar é fundamental para o manejo alimentar, a fim de evitar a administração excessiva de alimento que compromete a qualidade da água, assim como um fornecimento insuficiente de alimento que afete o crescimento (SOARES et al., 2005). Embora estudos demonstrem que o consumo alimentar varia em função do peso dos camarões, diferentes resultados entre espécies e condições experimentais têm sido descritos, como a diminuição ou aumento da taxa alimentar com o crescimento (GONZÁLEZ-PENÑA et al., 2002).

Como forma de reduzir o gasto com rações e manter a qualidade da água adequada para o desenvolvimento dos organismos cultivados, muitas fazendas de camarão têm usado bandejas de alimentação, ao invés de alimentar todo o viveiro guiado por tabelas de alimentação. No entanto, tal prática não impede o detrimento da qualidade da água e, em ambos os casos, é fundamental ter conhecimento de como a água influencia no consumo alimentar dos camarões (WASIELESKY et al., 2003). Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos dos compostos nitrogenados no consumo alimentar dos juvenis de *F. brasiliensis*, em laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Marinha de Aquicultura (EMA) do Instituto de Oceanografia da Universidade Federal do Rio Grande (FURG) e os juvenis de *F. brasiliensis* foram oriundos do processo de larvicultura realizado no próprio laboratório.

Os camarões com peso médio inicial de $4,1 \pm 0,2$ gramas foram aclimatados durante 28 dias em tanques circulares com $0,4 \text{ m}^2$ de área de fundo e 100 litros de volume útil, nos quais os juvenis ($n = 30$) foram submetidos a diferentes compostos nitrogenados e avaliados o consumo alimentar. Durante esse período a água foi totalmente renovada a cada 48h e as soluções adicionadas novamente, para manutenção das respectivas concentrações.

Os testes foram realizados em solução controle e concentrações de amônia, nitrito e nitrato. As concentrações utilizadas correspondem aos “níveis de segurança” (N.S.) da espécie (CAMPOS et al., 2012), à metade do N.S. e ao dobro de N.S., conforme

a tabela 1. Os valores das concentrações desejadas foram obtidos por meio de soluções estoque, feitas com cloreto de amônia P.A., nitrito de sódio P.A. e nitrato de sódio P.A.

Amostras de água foram coletadas diariamente das unidades experimentais para medição da salinidade e pH com auxílio de refratômetro ótico (Atago, modelo 103, Tóquio, Japão) e pH-metro digital (DMpH-1, Digimed, precisão 0,01), respectivamente. Também foram determinadas concentrações de amônia total (N-AT) ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$), nitrito (N- NO_2^-) e nitrato (N- NO_3^-) diariamente, conforme metodologias preconizadas por BAUMGARTEN et al. (2010). O oxigênio e temperatura foram monitorados diariamente com auxílio de oxímetro (modelo OXI-315i, WTW, Germany). Os camarões foram alimentados com auxílio de bandejas, duas vezes por dia (08:00 e 16:00 h) com ração comercial Potimar Guabi ($\varnothing=2,0$ mm pellet, 38% de proteína bruta e 8% lipídios), em uma proporção inicial de 10% da biomassa total diária de cada unidade experimental. Observações diárias do consumo alimentar foram realizadas para ajustar a quantidade de ração ofertada em cada unidade experimental.

No início e no final dos 28 dias de exposição aos compostos nitrogenados, todos os camarões em cada unidade experimental foram contados e pesados em balança digital ($\pm 0,01$ g SD-

Tabela 1 – Tratamentos aplicados aos juvenis de camarão-rosa, para analisar o consumo de ração em função das concentrações (médias \pm desvio padrão) de amônia (A, B e C), nitrito (D, E e F) e nitrato (G, H e I) utilizadas nos experimentos. Os valores estão apresentados em ordem crescente e de acordo com a metade do nível de segurança (N.S.), no N.S e ao dobro do N.S.

Nitrogenados	Tratamentos	Concentrações (mg/L)
Controle	-	-
	-	-
	-	-
Amônia	A	$0,49 \pm 0,12$
	B	$0,91 \pm 0,07$
	C	$1,74 \pm 0,08$
Nitrito	D	$5,36 \pm 0,10$
	E	$10,64 \pm 0,11$
	F	$21,21 \pm 0,26$
Nitrato	G	$45,69 \pm 0,05$
	H	$91,28 \pm 0,23$
	I	$182,56 \pm 0,17$

Marte®) para avaliação do crescimento e sobrevivência nos diferentes tratamentos. Os seguintes parâmetros de desempenho zootécnico foram determinados: Sobrevivência (S; %) = (n° final de camarões / n° inicial de camarões) x 100; Peso médio final (g) = Biomassa final dos camarões vivos / total de camarões; Ganho em peso (g) = Peso final – Peso inicial; Taxa de crescimento específico (TCE ; %/dia) = 100 x [(ln peso final – ln peso inicial) / dias de experimento].

Após o período de exposição crônica, analisou-se o consumo individual de 20 camarões, selecionados aleatoriamente de cada tratamento. Para tal, os juvenis de *F. brasiliensis* foram colocados individualmente em recipientes de 3L, com as respectivas soluções de compostos nitrogenados. Nesse local, os camarões foram mantidos por 24h sem alimentação. Após esse período, os meios foram totalmente renovados com as respectivas soluções de compostos nitrogenados e iniciou-se a alimentação com ração previamente pesada. Depois de 24h, os meios experimentais foram sifonados e filtrados em malha de 30 µm, que foi lavada posteriormente para eliminação das fezes. Os restos de ração foram raspados e colocados em papel laminado e depois em estufa a 60°C, até atingir peso constante.

Para determinar o percentual de matéria seca da ração, foram utilizadas 5 amostras de peso conhecido em estufa a 60°C, até atingir peso constante. As amostras foram pesadas novamente e a umidade foi determinada pela diferença entre o peso da ração antes e depois da secagem na estufa. Para a determinação da lixiviação, o teste branco foi realizado com 5 amostras, sem camarões e com aeração constante. Foi utilizado um peso conhecido de ração, e após 24h, os meios experimentais foram sifonados e filtrados através de malha de 30 µm. Os restos de ração foram raspados e colocados em papel laminado e depois em 1 estufa a 60°C, até atingir peso constante.

O consumo de matéria seca de cada camarão foi baseado na diferença entre o que foi fornecido de ração e as sobras, levando em consideração o percentual de umidade inicial, lixiviação da ração e perdas no processo de sifonagem e lavagem. O consumo de matéria seca foi calculado usando a seguinte fórmula:

$$CMS = ((R_{fornecida} \times 0,948) - R_{seca}) \times 0,611 / \text{peso do camarão em que: CMS} = \text{consumo de matéria seca (g de ração/g de camarão/dia);}$$
$$R_{fornecida} = \text{quantidade de ração fornecida;}$$
$$0,948 = 94,8\% = \text{percentual inicial de matéria seca da ração;}$$
$$R_{seca} = \text{quantidade de ração após secagem;}$$
$$0,611 = 61,1\% = \text{percentual de}$$

material seco após o teste branco (sem camarões), referente às perdas com solubilidade da ração e com a metodologia empregada (sifonagem e lavagem).

Os dados referentes aos parâmetros de qualidade de água e de desempenho zootécnico, obtido nos diferentes tratamentos, foram submetidos à Análise de Variância uma-via (ANOVA One-Way), levando-se em consideração as premissas necessárias. Quando detectadas diferenças significativas ($P < 0,05$), aplicou-se teste de Tukey. Os valores percentuais de sobrevivência foram transformados (arco-seno da raiz quadrada) antes de serem analisados (ZAR, 1996).

RESULTADOS

Os valores médios \pm desvio padrão dos parâmetros monitorados diariamente, como temperatura ($25,60 \pm 0,51$), oxigênio dissolvido ($6,02 \pm 0,26$), pH ($7,92 \pm 0,25$) e salinidade ($28,10 \pm 0,60$) mantiveram-se dentro dos padrões adequados para o cultivo da espécie (VAN WYK & SCARPA, 1999) e não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p > 0,05$).

Os pesos iniciais e finais não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos e o controle, porém o ganho de peso e a taxa de crescimento específico (TCE) dos juvenis de *F. brasiliensis* apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) nos tratamentos C, E, F e I, quando comparados ao tratamento controle. Os parâmetros de desempenho zootécnico podem ser visualizados na tabela 2.

O consumo de ração pelos juvenis de *F. brasiliensis* variou entre 0,044 e 0,059 g/g/dia (Figura 1 a) e foi afetado pela maior concentração de amônia, sendo o tratamento C diferente significativamente ($p < 0,05$) dos demais. Para os animais expostos ao nitrito, o consumo de ração variou de 0,026 a 0,059 g/g/dia e foi afetado significativamente ($p < 0,05$) nos tratamentos D, E e F, quando comparados ao controle (Figura 1 b).

O nitrato também afetou significativamente ($p < 0,05$) o consumo alimentar dos animais expostos aos tratamentos G, H e I, em relação ao tratamento controle. Entretanto, os tratamentos não diferiram significativamente ($p > 0,05$) entre si e o consumo alimentar variou de 0,030 a 0,059 g/g/dia (Figura 1 c).

DISCUSSÃO

Quando em concentrações elevadas, os compostos nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato) afetam processos fisiológicos dos organismos

Tabela 2 – Parâmetros de desempenho zootécnico obtido nos diferentes tratamentos. Os dados correspondem à média ± desvio padrão de peso inicial (g), peso final (g), ganho em peso (g), taxa de crescimento específico (TCE (%/dia) e sobrevivência (%). Letras diferentes sobrescritas na mesma coluna indicam médias estatisticamente diferentes entre si (tratamento x controle) ($p < 0,05$).

Tratamentos	Concentrações (mg/L ⁻¹)	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Ganho peso (g)	TCE (%/dia)	Sobrevivência (%)
Controle	-	3,93±0,31	6,05±0,32	2,12±0,22 ^a	1,48±0,09 ^a	100
A	0,49 ± 0,12	4,00±0,24	5,93±0,29	1,92±0,10 ^a	1,39±0,07 ^a	100
B	0,91 ± 0,07	3,90±0,36	5,54±0,30	1,64±0,34 ^a	1,26±0,27 ^a	93,3
C	1,74 ± 0,08	4,20±0,08	5,68±0,18	1,48±0,16 ^b	1,07±0,08 ^b	90,0
D	5,36 ± 0,10	4,22±0,07	6,03±0,23	1,81±0,16 ^a	1,27±0,10 ^a	96,6
E	10,64 ± 0,11	3,99±0,26	5,68±0,22	1,69±0,10 ^b	1,25±0,10 ^b	90,0
F	21,21 ± 0,26	4,01±0,20	5,60±0,18	1,59±0,08 ^b	1,18±0,06 ^b	90,0
G	45,69 ± 0,05	4,12±0,15	6,06±0,10	2,04±0,08 ^a	1,33±0,07 ^a	96,6
H	91,28 ± 0,23	4,04±0,24	5,94±0,19	1,90±0,20 ^a	1,32±0,18 ^a	96,6
I	182,56 ± 0,17	4,19±0,14	5,78±0,28	1,58±0,18 ^b	1,14±0,05 ^b	90,0

cultivados. Dentre esses processos, a osmorregulação e a respiração podem ser afetadas, resultando em baixo consumo alimentar, baixa taxa de crescimento específico ou mesmo mortalidade dos camarões (KUHN et al., 2010). No período de muda, os camarões estão mais sensíveis às diferentes ações dos compostos nitrogenados, e por essa razão, os animais que estavam na muda foram desconsiderados na avaliação do consumo alimentar.

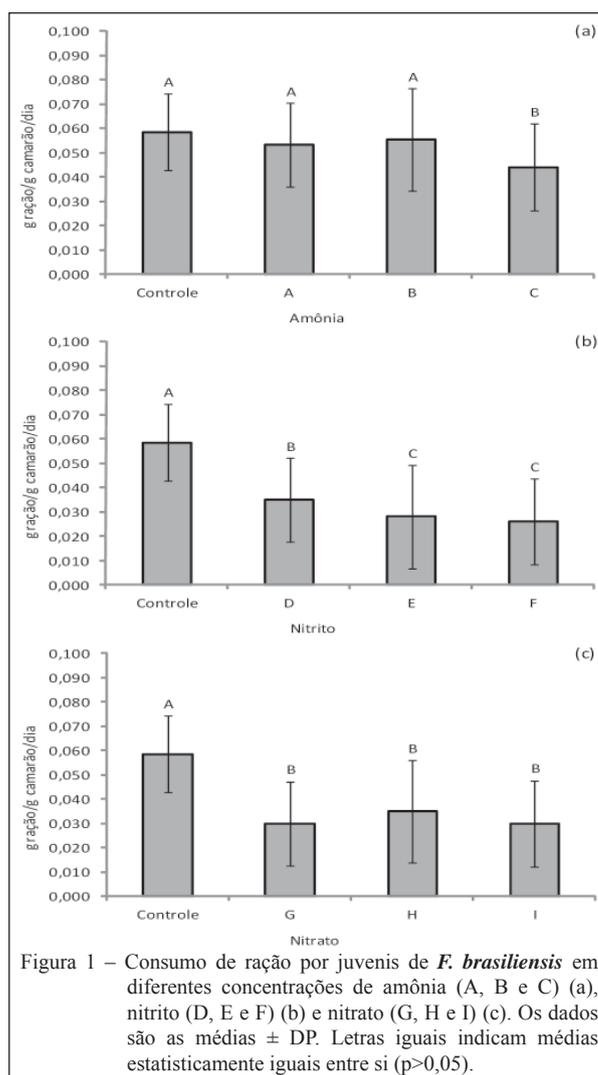
As taxas de sobrevivência ao final dos 28 dias de exposição crônica aos compostos nitrogenados foram superiores a 90%, mesmo em densidades de 70 juvenis/m². LOPES et al. (2009) obtiveram sobrevivências semelhantes às obtidas neste estudo, porém trabalhando com 20 juvenis/m². As altas taxas de sobrevivência indicam o potencial de cultivo que a espécie tem, mesmo em altas densidades. Por outro lado, o ganho em peso e a taxa de crescimento específico dos camarões foram afetados negativamente pela exposição crônica aos níveis de segurança (N.S.) e ao dobro do N.S. de nitrito e ao dobro do N.S. de amônia e nitrato, de modo que os valores obtidos desses parâmetros zootécnicos foram inferiores aos encontrados por LOPES et al. (2009).

Efeitos adversos somente foram verificados com concentrações referentes ao dobro do nível de segurança da espécie *F. brasiliensis*. WASIELESKY et al. (2003) em estudos com *F. paulensis*, não encontraram efeitos adversos sobre consumo de alimento, expondo os camarões por um período de 15 dias à concentrações de 0,91, 3,65 e 7,30 mg/l de amônia total. Tal fato pode estar relacionado ao tempo de exposição dos camarões. Já MIRANDA-FILHO et

al. (2009) analisando o efeito da amônia em juvenis da mesma espécie em fases de pré-berçário e berçário durante 75 dias, observaram redução da atividade de predação e crescimento.

Em estudos com o camarão-rosa *F. paulensis*, WASIELESKY et al. (2003) observaram relação negativa entre concentrações de nitrito e consumo alimentar, mesmo com apenas 15 dias de exposição. Segundo os autores, a ação do nitrito sobre os pigmentos respiratórios e a capacidade de captação e transporte de oxigênio na hemolinfa poderiam ser os responsáveis por causar a diminuição nas taxas de consumo alimentar, uma vez que causariam a redução do metabolismo aeróbico dos camarões.

Quanto ao nitrato, produto final da nitrificação da amônia, é o composto nitrogenado menos nocivo aos peneídeos, já que, para apresentar algum efeito deletério, precisa estar em concentrações superiores a 60 mg/L (VAN WYK & SCARPA, 1999). CHENG & CHEN (2002) descobriram que uma concentração de nitrato de 105 mg NO₃-N/L causou redução de proteína no camarão *Marsupenaeus japonicus*. Já KUHN et al. (2010) demonstrou que *L. vannamei* pode ser cultivado em salinidade 11 com 220mg/L de nitrato por um período de seis semanas, enquanto níveis de 435mg/L de nitrato mostraram não ser seguros para esses camarões. No presente estudo, comparando com o controle, houve relação inversa entre o consumo de alimento e a exposição ao composto nitrogenado, porém os efeitos não diferiram com relação às concentrações testadas (182,56mg/L). O estudo do consumo alimentar é importante para a sobrevivência e crescimento, uma vez que, em



condições adversas, como é o caso de organismos submetidos aos níveis mais elevados de compostos nitrogenados, a maior parte da energia originada da alimentação pode ser canalizada para a manutenção do metabolismo e sobrevivência, enquanto uma parte menor ficaria disponível para reprodução (WONG et al., 1993). Portanto, com menor consumo alimentar, causado por produtos nitrogenados, por exemplo, as taxas de crescimento podem ficar comprometidas e a produtividade do cultivo também, resultando em prejuízo financeiro aos produtores.

CONCLUSÃO

Os compostos nitrogenados, como descrito neste experimento, afetaram as taxas de consumo alimentar de *F. brasiliensis*. Com um menor consumo

alimentar, a taxa de crescimento específico diminuiu, afetando diretamente a produtividade final. Assim, sugere-se que a criação de juvenis de camarão-rosa seja feita dentro dos limites do nível de segurança proposto para a espécie.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao suporte financeiro provido pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). W.J. Wasielesky, F. D’Incao e L.H. Poersch são bolsistas de produtividade do CNPq.

REFERÊNCIAS

BAUMGARTEN, M.G.Z. et al. **Manual de Análises em Oceanografia Química**. Rio Grande : ed.: Editora da FURG, 2010. 172p.

- CAMPOS, B.R. et al. Toxicidade aguda da amônia, nitrito e nitrato sobre os juvenis de camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) (Crustacea: Decapoda). *Revista Atlântica*, v.34, p.75-81, 2012. Disponível em: <<http://www.seer.furg.br/atlantica/article/view/2712/1488>>. Acesso em: 10 set. 2012. doi: 10.5088/atl.2012.34.1.75.
- CHENG, S.Y., CHEN, J.C. Study on the oxyhemocyanin, deoxyhemocyanin, oxygen affinity and acid–base balance of *Marsupenaeus japonicus* following exposure to combined elevated nitrite and nitrate. *Aquatic Toxicology*, v.61, p.181–193, 2002. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0166-445X\(02\)00053-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0166-445X(02)00053-X)>. Acesso em: 10 jan. 2012. doi: 10.1016/S0166-445X(02)00053-X.
- D'INCAO, F. Subordem dendrobranchiata (camarões marinhos). In: Backup, L.; Bond-Backup, G. “Os Crustáceos do Rio Grande do Sul”, Porto Alegre-RS: (Ed. Universidade/UFRGS), 1999. 299p.
- GONZÁLEZ-PENÑA, M.C. et al. Effects of dietary fiber on growth and gastric emptying time of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879). *Journal of the World Aquaculture Society*, v.33, p.441-447, 2002. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1749-7345.2002.tb00023.x>>. Acesso em: 13 Mar. 2012. doi: 10.1111/j.1749-7345.2002.tb00023.x.
- GROSS, A. et al. Nitrogen budget and transformations in channel catfish ponds. *Aquacultural Engineering*, v.24, p.113-132, 2000. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0144-8609\(00\)00062-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0144-8609(00)00062-5)>. Acesso em: 20 Dez. 2011. doi: 10.1016/S0144-8609(00)00062-5.
- KUHN, D.D. et al. Chronic toxicity of nitrate to Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*: Impacts on survival, growth, antennae length, and pathology. *Aquaculture*, v.309, p. 109-114, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.09.014>>. Acesso em: 16 Dez. 2012. doi: 10.1016/j.aquaculture.2010.09.014.
- LOPES, D.L. et al. Análise comparativa da criação dos camarões-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* e *Farfantepenaeus paulensis* criados em gaiolas em ambiente estuarino. *Ciência Rural*, v.39, n.5, p.1540-1546, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009000500036>>. Acesso em: 12 Dez. 2011. doi: 10.1590/S0103-84782009000500036.
- MIRANDA-FILHO, K.C. et al. Long-term ammonia toxicity to the pink-shrimp *Farfantepenaeus paulensis*. *Comparative Biochemistry and Physiology C*, v.150, p.377-382, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cbpc.2009.06.001>>. Acesso em: 13 Dez 2011. doi: 10.1016/j.cbpc.2009.06.001.
- PEIXOTO, S. et al. Comparative analysis of pink shrimp, *Farfantepenaeus paulensis*, and Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, culture in extreme southern Brazil. *Journal of Applied Aquaculture*, v.14, p.101-111, 2003. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1300/J028v14n01_07>. Acesso em: 07 Set. 2011. doi:10.1300/J028v14n01_07.
- ROUBACH, R. et al. Aquaculture in Brazil. *World Aquaculture*. V.34, p.28-35, 2003.
- SOARES, R. et al. Food consumption and gastric emptying of *Farfantepenaeus paulensis*. *Aquaculture*, v.250, p.283-290, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.04.072>>. Acesso em: 20 Set. 2010. doi: 10.1016/j.aquaculture.2005.04.072.
- VAN WYK P., SCARPA J. Water quality requirements and management. In: *Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems* (ed. by P.Van Wyk). Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Tallahassee, FL, 1999. p.128-138.
- ZAR, J.H. *Biostatistical Analysis*. Third Edition New Jersey: Prentice Hall, 1996. 662p.
- WASIELESKY, W. et al. The effect of temperature, salinity and nitrogen products on food consumption of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis*. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.46, p.135– 141, 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132003000100019>>.. Acesso em: 21 Mar. 2010. doi: 10.1590/S1516-89132003000100019.
- WONG, C.K. et al. Effects of chromium, copper and nickel on survival and feeding behaviour of *Metapenaeus* larvae and postlarvae (Decapode:Penaeidae). *Marine Environmental Research*, v.36, p.63-78, 1993. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0141-1136\(93\)90082-B](http://dx.doi.org/10.1016/0141-1136(93)90082-B)>. Acesso em: 16 Out. 2010. doi: 10.1016/0141-1136(93)90082-B.