

REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO NA FASE DE BERÇÁRIO PARA ADAPTAÇÃO DO CAMARÃO BRANCO DO PACÍFICO *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931) À ÁGUA DOCE

REUSE OF WATER IN RECIRCULATION SYSTEM IN NURSERY PHASE FOR ADAPTATION OF PACIFIC WHITE SHRIMP *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931) TO FRESHWATER

*Sandro Régio de Araújo Neves¹, Jullyermes Araújo Lourenço², Carlos Henrique dos Anjos dos Santos³, Henrique José Mascarenhas dos Santos Costa³, Marco Antonio Igarashi⁴

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo determinar o efeito da reutilização da água dos berçários em sistema de recirculação para adaptação do *Litopenaeus vannamei* à água doce, analisando o comprimento, peso e sobrevivência. Foram realizados 4 tratamentos - T0 (sistema aberto) e T1, T2 e T3 (sistema fechado), com 3 repetições. Ao final do experimento foram realizadas as análises estatísticas do ganho em peso e comprimento, biomassa final, conversão alimentar e da sobrevivência. As variáveis físicas e químicas mantiveram-se dentro dos padrões aceitáveis para o cultivo da espécie em água doce. A alcalinidade e a dureza da água apresentaram-se acima dos índices recomendados. A concentração do nitrato foi maior no T3, devido ao processo de nitrificação. Em relação ao ganho em peso, ganho em biomassa e conversão alimentar, o T2 apresentou as melhores taxas de desenvolvimento e as piores constatadas para o T3. Estes dois tratamentos foram os únicos que apresentaram diferença estatística significativa ($P < 0,05$). Já em relação ao ganho em comprimento e a taxa de sobrevivência, os dados finais estiveram próximos para todos os tratamentos. No que concerne a taxa de sobrevivência, o T3 foi o que obteve o maior índice. O sistema de reutilização da água realizado no cultivo de camarões em berçários é uma tecnologia que pode ser aplicada em empreendimentos distantes do litoral, reduzindo a mão-de-obra e obtendo-se maior controle dos compostos nitrogenados e salinidade, minimizando dessa forma os impactos ambientais.

Palavras-chave: sistema fechado, reutilização, qualidade da água, *Litopenaeus vannamei*.

ABSTRACT

The present work had as objective to determine the effect of water reuse in nursery recirculation system for fresh water adaptation of *Litopenaeus vannamei*, with analysis of length, weight and survival rate. An experimental system consisting of four treatments – T0 (open system) and T1, T2 and T3 (closed system) with three repetitions were carried out. At the end of the experiment, statistical analysis of weight and length gain, final biomass, food conversion, survival rate were carried out. Physical and chemical variables were maintained within acceptable standard levels for fresh water species. Alkalinity and hardness were above recommended indices. Nitrate concentration was high in T3, due to nitrification process. In relation to weight and biomass gain and food conversion, T2 and T3 showed the best the worst rates of development, respectively. These two were the only treatments showing significant statistical difference ($P < 0.05$). Regarding length gain and survival rate, the final results were dose for all treatments. T3 showed the best survival rate. The system of water reuse in shrimp nurseries is a technology that can be applied in projects distant from seashore, reducing labour and improving nitrogen compound and salinity control, therefore minimizing environmental impacts.

Key- words: closed system, reuse, water quality, *Litopenaeus vannamei*

¹* Eng^o. de Pesca, M.Sc. e Colaborador do Centro de Tecnologia em Aqüicultura – CTA/UFC. Rua: Mister Hull, s/n, Antônio Bezerra/Campus do Pici. Fortaleza - Ceará - Brasil. CP: 12.168 CEP: 60356-000.

² Eng^o. de Pesca, M.Sc. Doutorando em Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará – UFC, Bolsista da FUNCAP. jullyermeslourenco@yahoo.com.br

³ Eng^o. de Pesca, M.Sc. Pesquisador Colaborador do Centro de Tecnologia em Aqüicultura – CTA/UFC. carloshenriqueufc@gmail.com, henriquejmsc@ibest.com.br

⁴ Professor Ph.D. do Departamento de Engenharia de Pesca da UFC e Coordenador do Centro de Tecnologia em Aqüicultura – CTA/UFC. igarashi@ufc.br

(Recebido para Publicação em 01/12/2005, Aprovado em 25/10/2007)

A aqüicultura tradicional realizada em viveiros escavados e tanques requer grandes quantidades de água. Aproximadamente 800.000 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ são utilizados para compensar as perdas por evaporação e manuseio durante o cultivo (abastecimento, renovação e percolação) (LOSORDO et al., 1998).

A carcinicultura marinha na fase de berçário e engorda realizada no Nordeste brasileiro necessita também de um grande volume de água. Somente na fase de berçário são utilizados em média 20.000 a 80.000 m³ ciclo⁻¹. A taxa inicial de renovação é de 10% ao dia e, dependendo da variação dos parâmetros de qualidade de água, pode-se aumentar para 20%, 30% e 100% ao final da fase de berçário (BARBIERI JÚNIOR & OSTRENSKY NETO, 2002).

No entanto, as técnicas de cultivos existentes atualmente nas fazendas de terminação de camarão no Brasil, relacionam diretamente a fase de aclimação do *L. vannamei* à água doce, a necessidade de obtenção de água marinha a cada ciclo de cultivo nos tanques berçários. TAMOYO (1998) afirmou que é indispensável para o sucesso da engorda em água doce, que as pós-larvas sejam adaptadas e não somente aclimatadas, pois ambos os processos são totalmente diferentes.

O grande volume de água doce e marinha utilizada, faz com que a reutilização dessas águas através de um sistema fechado de recirculação na fase de berçário possa ser uma alternativa tecnológica viável e capaz de utilizar uma pequena fração do volume total do sistema aberto de cultivo, para posteriores ciclos.

KUBITZA (2006) informou que o uso dos sistemas de recirculação de água em escala comercial ainda é restrito a alguns empreendimentos com peixes ornamentais, aos

laboratórios de reprodução de tilápia e nas larviculturas de camarão.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi estabelecer uma metodologia de adaptação das pós-larvas do camarão marinho *L. vannamei* à água doce, utilizando sistema fechado de recirculação com a reutilização da água salobra, verificando o desenvolvimento do *L. vannamei*, sem alterar o manejo e as rotinas de trabalho de um sistema aberto e convencional.

Este experimento foi realizado nas instalações do Centro de Tecnologia em Aqüicultura da Universidade Federal do Ceará. As pós-larvas de *L. vannamei* foram adquiridas em um laboratório de larvicultura de camarão marinho no município de Beberibe, Ceará e transportadas para Fortaleza em sacos plásticos de 30 L contendo 1/3 de água com salinidade de 10‰ e 2/3 de oxigênio dissolvido.

Os tanques berçários utilizados no sistema aberto e no sistema fechado passaram por um tratamento de limpeza e desinfecção. Após estes procedimentos, os tanques foram cheios com água salobra a 10‰ e aerados constantemente. Porém, somente após 24 horas é que foi realizada a estocagem das pós-larvas na densidade de 8 Pl's L⁻¹.

Este experimento foi dividido em 4 tratamentos com 3 repetições, com os cultivos realizados durante 10 dias em intervalos de 5 dias de um para o outro. No primeiro tratamento (T0 - controle) foi utilizada água salobra de 10‰ (Tabela 1). Para os tratamentos (T1, T2 e T3 - água reutilizada) também foi utilizada água na salinidade de 10‰ proveniente dos tratamentos T0, T1 e T2, subseqüentemente. O tratamento T0 foi classificado de sistema aberto e os tratamentos T1, T2 e T3 de sistemas fechados.

Tabela 1. Características físico-químicas das três fontes de água utilizadas no experimento.

Água	pH	CO ₂ (mg L ⁻¹)	Alca. (mg CaCO ₃)	Dureza (mg CaCO ₃ L ⁻¹)	Amônia (mg L ⁻¹) N-NH ₃	Nitrito (mg L ⁻¹) N-NO ₂	Nitrato (mg L ⁻¹) N-NO ₃	Salin. (‰)
Poço	7,06	19,0	288,0	36,0	0,035	0,001	0,000	0
Mar	7,80	0,0	148,0	401,0	0,055	0,030	0,002	35
Salobra	8,58	0,0	239,0	140,0	0,040	0,010	0,001	10

Obs.: Alca. = alcalinidade total; Dureza = dureza em cálcio e Salin. = salinidade.

Com o início do experimento, foi realizada a diluição da água a salinidade de 10‰ para 0‰, durante 10 dias (Tabela

2), segundo a equação de Kundsén (BOYD & TUCKER, 1992).

Tabela 2. Manejo da diluição da água com salinidade de 10‰ nos tanques berçários, durante a adaptação das pós-larvas do camarão marinho *L. vannamei* à água doce.

Dias de adaptação	Salinidade inicial (‰)	Taxa de renovação de água (%)	Acréscimo de água doce (%)	Salinidade final (‰)	Redução de ‰/dia
1°	10,00	20	20	8,00	2,00
2°	8,00	25	25	6,00	2,00
3°	6,00	33	33	4,00	2,00
4°	4,00	50	50	2,00	2,00
5°	2,00	50	50	1,00	1,00
6°	1,00	20	20	0,80*	0,20
7°	0,80	20	20	0,64*	0,16
8°	0,64	20	20	0,51*	0,13
9°	0,51	20	20	0,41*	0,10
10°	0,41	20	20	0,33*	0,08

*valores calculados pela equação de Kundsén (BOYD & TUCKER, 1992).

O sistema fechado de recirculação consistia de três tanques berçários interligados a um filtro mecânico, sendo que a água passada por este, era em seguida acumulada em um tanque evaporador, que tinha acoplado um filtro biológico. Após atingir a salinidade de 10‰ no tanque

evaporador, a água era remanejada para uma caixa d'água por meio de uma eletrobomba de ½ CV de potência. Antes do início de um novo ciclo, a água era transferida para os berçários para dar continuidade ao experimento (Figura 1).

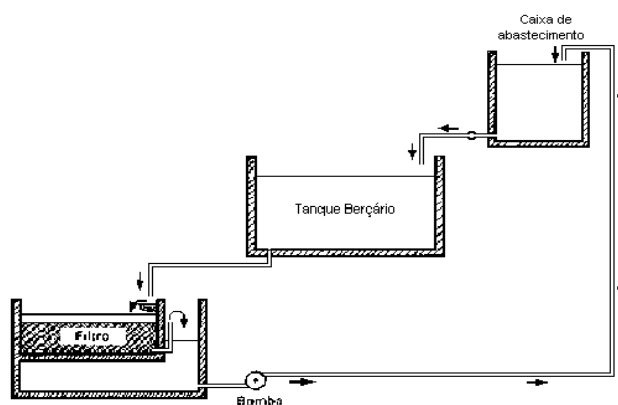


Figura 1. Desenho esquemático do sistema fechado utilizado para adaptação das pós-larvas do camarão marinho *L. vannamei* à água doce.

A alimentação utilizada foi composta por ração comercial para camarão marinho (farelada) com 40% de proteína bruta e biomassa de *Artemia* sp., distribuída 12

vezes ao dia em intervalos de 2 horas. A taxa de alimentação utilizada foi de 10% do peso vivo dos camarões.

NEVES et al. Reutilização da água em sistema de recirculação na fase de berçário para adaptação do camarão branco do...

Durante a realização do experimento foram monitoradas diariamente as seguintes variáveis físico-químicas da água: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, CO₂ e salinidade. Já os parâmetros alcalinidade, dureza, amônia, nitrito e nitrato foram observados sempre ao final do cultivo. Para estas análises foram utilizados equipamentos do Laboratório de Limnologia da UFC.

Ao final dos dez dias de adaptação foram coletadas 100 pós-larvas para ser mensurados o peso (balança analítica) e o comprimento total (paquímetro). O número de camarões sobreviventes foi estimado através de amostragens, utilizando o método volumétrico.

Os resultados de ganho em comprimento, peso e biomassa, bem como conversão alimentar e sobrevivência foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) e ao teste de Tukey, considerando $\alpha = 0,05$ (MENDES, 1999).

Na aquicultura um dos principais fatores que interferem diretamente no desenvolvimento da atividade está relacionado com as variáveis físico-químicas da água de cultivo. Desse modo, as informações encontradas neste trabalho para a temperatura, pH, oxigênio dissolvido, dióxido de carbono livre, alcalinidade total, dureza em cálcio, amônia, nitrito, nitrato e salinidade estão representadas no Quadro 1.

Quadro 1. Dados obtidos para as variáveis físico-químicas das águas utilizadas na adaptação de pós-larvas do camarão marinho *L. vannamei* à água doce, nos diferentes tratamentos.

Variáveis físico-químicas	Medidas	Tratamentos			
		T0	T1	T2	T3
Temperatura (°C)	8 horas	26,9	27,4	26,8	26,9
	17 horas	28,5	28,4	28,0	29,3
pH	8 horas	8,58	8,72	8,71	8,66
	17 horas	8,59	8,70	8,68	8,66
Oxigênio (mg L ⁻¹)	8 horas	6,90	6,50	6,98	6,85
	17 horas	7,35	7,40	7,80	7,00
Amônia (mg L ⁻¹)	NH ₃ *	0,04	0,07	0,07	0,07
	NH ₃ **	-	0,07	0,04	0,04
Nitrito (mg L ⁻¹)	NO ₂ *	0,01	0,04	0,06	0,02
	NO ₂ **	-	0,01	0,01	0,01
Nitrato (mg L ⁻¹)	NO ₃ *	0,001	0,002	0,004	0,006
	NO ₃ **	-	0,003	0,005	0,007
Salinidade	‰*	10	0	6	6
	‰**	-	10	10	10
Alcalinidade	(mg L ⁻¹)	239	250	261	272
Dureza	(mg L ⁻¹)	140	180	193	206
CO ₂ livre	(mg L ⁻¹)	0,0	0,0	0,0	0,0

*Análise da amostra da água antes da evaporação e filtração biológica realizada no tanque evaporador

Obs₁: Em T0, os valores das variáveis da água são antes de serem utilizados para adaptação das pós-larvas

**Análise da amostra da água depois da evaporação e filtração biológica realizada no tanque evaporador

Obs₂: Alca = alcalinidade mg L⁻¹ de CaCO₃, Dureza = dureza em cálcio mg L⁻¹ de CaCO₃

BOYD (2000) citou um intervalo de temperatura entre 25 a 32°C para espécies de clima tropical. BOYD (1989) relatou que existem poucas informações sobre os efeitos do pH no desenvolvimento dos camarões. BOYD (1997) informou que a concentração de oxigênio dissolvido abaixo

de 3 mg L⁻¹ pode ocasionar impacto negativo no crescimento e na sobrevivência de organismos aquáticos. COLT & ARMSTRONG (1981) citaram que o excesso de amônia e de seus produtos intermediários como nitrito e nitrato podem ocasionar mortalidades em massa, bem como afetar

NEVES et al. Reutilização da água em sistema de recirculação na fase de berçário para adaptação do camarão branco do... sensivelmente o crescimento dos animais aquáticos. CHAVEZ (1989) relatou que o estresse ocasionado por mudanças da salinidade é um fator limitante quando associado a outros fatores estressantes, como: disponibilidade de oxigênio dissolvido, temperaturas inadequadas, presença de contaminantes, mudanças bruscas das variáveis físicas e químicas da água e do substrato e mudanças na alimentação dos animais. NUNES (2001) informou que os níveis mínimos aceitáveis da alcalinidade e dureza da água para o cultivo do *L. vannamei* devem estar entre 20 e 50 mg L⁻¹, respectivamente.

De acordo com os resultados das variáveis físico-químicas desta pesquisa, verificou-se que os tanques berçários são microcosmos, apresentando uma pequena

parcela da escala dos ecossistemas naturais, e sua qualidade e manutenção dependem diretamente da água do meio que é encontrada. Porém, foi de suma importância que as mesmas fossem devidamente analisadas para assegurar que as reais condições do sistema não viessem a comprometer os resultados do trabalho.

As variáveis biométricas analisadas apresentaram os seguintes valores como é especificado na Tabela 3. Após a realização da análise estatística dos dados, verificou-se existir diferença significativa nos parâmetros peso médio, ganho em biomassa e conversão alimentar ($P < 0,05$), enquanto, para o comprimento médio e sobrevivência não ocorreu essa diferença ($P > 0,05$) (Tabela 3).

Tabela 3. Peso médio final (g), comprimento médio final (mm), ganho em biomassa (g), sobrevivência (%) e conversão alimentar entre os tratamentos T0, T1, T2 e T3 na adaptação do camarão marinho *L. vannamei* à água doce em sistema aberto e fechado com reuso da água.

Tratamentos	Peso médio final (g)	Comprimento médio final (mm)	Ganho em biomassa (g)	Sobrevivência (%)	Conversão alimentar
T0	0,0133ab	15,74a	43,235ab	84,75a	2,780ab
T1	0,0145ab	15,27a	43,360ab	79,10a	2,765ab
T2	0,0155a	15,76a	46,725a	79,37a	2,570a
T3	0,0120b	15,80a	39,370b	85,35a	3,050b
DMS	0,0030	-	6,74	-	0,424
CV (%)	10	-	6,97	-	7,07

Obs.: Letras iguais não apresentam diferença estatística significativa para $\alpha = 0,05$.

SANTOS et al. (2000) cultivaram pós-larvas de *L. vannamei* em berçários intensivos por um período de 15 dias com salinidade da água oscilando entre 23 a 40 ‰, e obtiveram peso médio final de 0,014 a 0,021 g. Segundo MELO JÚNIOR & CÂMARA (2000), Pl's₁₀ e Pl's₁₂ com comprimento total entre 15 a 16 mm demonstraram estarem aptas fisiologicamente as variações da salinidade e dureza da água de cultivo. LOURENÇO et al. (2007) cultivando pós-larvas de *L. vannamei* em tanques berçários constataram ao final do cultivo ganho em biomassa variando de 374,352 g a 633,037 g e para conversão alimentar valores de 1,008 a 2,890. McGRRAW & SCARPA (2004) testaram dois tipos de soluções iônicas (mono e divalentes) na aclimação do camarão marinho *L. vannamei* à água doce, com período de aclimação de 40, 48 e 72 horas, e observaram ao final do ensaio taxas de sobrevivência de 82 a 92% para os períodos de aclimação com soluções iônicas monovalentes e de 59

a 87% para o mesmo período de aclimação utilizando soluções divalentes.

Verificou-se que os resultados deste trabalho foram similares ou próximos aos encontrados pelos autores SANTOS et al. (2001); MELO JÚNIOR & CÂMARA (2000) e McGRRAW & SCARPA (2004) para o peso, comprimento e sobrevivência. Porém, o resultado referente ao ganho em biomassa foi inferior ao encontrado por LOURENÇO et al. (2007), enquanto, a taxa de conversão alimentar se apresentou dentro da faixa constatada pelos mesmos autores.

Dessa forma, conclui-se que o sistema de reutilização da água do cultivo em berçários é uma tecnologia que pode ser aplicada em propriedades distante do litoral, com uma redução da mão-de-obra e maior controle dos compostos nitrogenados e da salinidade, minimizando assim os impactos ambientais.

NEVES et al. Reutilização da água em sistema de recirculação na fase de berçário para adaptação do camarão branco do...

A alcalinidade e a dureza da água não interferiram no desenvolvimento e na adaptação das Pl's à água doce, mas estes parâmetros podem ser prejudiciais na fase de terminação, caso a água do cultivo tenha concentrações acima do recomendado. Supõe-se que a elevada capacidade osmorreguladora das Pl's₁₀ durante esta fase de vida, tenha sido um fator primordial para os elevados níveis de alcalinidade e dureza da água não ter influenciado no desenvolvimento desta espécie nos tanques berçários.

As concentrações de nitrato nos sistemas de circulação tendem a aumentar a cada ciclo de reutilização da água, isto ocorre, devido ao processo de nitrificação realizado pelas bactérias nitrificantes do sistema. O teor de nitrato da água de cultivo deve estar em concentrações que não prejudique as funções de osmorregulação das brânquias, o que poderia ocasionar a morte dos indivíduos.

É aconselhável a reutilização da água do cultivo durante cada ciclo de produção do camarão branco do Pacífico *L. vannamei* em tanques berçários no máximo 3 vezes, e obter mesmo assim, elevados níveis de sobrevivência para pós-larvas submetidas ao cultivo neste sistema de recirculação.

REFERÊNCIAS

BARBIERI JÚNIOR, R. C., OSTRENSKY NETO, A. **Camarões marinhos: engorda**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002, 370 p.

BOYD, C. E. **Water quality in ponds for aquaculture**. Alabama: Aquaculture Experimentation Alburu University, 1989. 462 p.

BOYD, C. E. **Manejo do solo e da qualidade da água em viveiro para aquicultura**. Tradução Eduardo Ono. Campinas: Departamento de Aquicultura Mogiana, 1997. 55 p.

BOYD, C. E. **Manejo da qualidade da água na aquicultura e no cultivo de camarão marinho**. Traduzido por Josemar Rodrigues. Recife: ABCC, 2000. 157 p.

BOYD, C. E., TUCKER, C. S. **Water quality and pond soil analyses for aquaculture**. USA: Auburn University, 1992. 183 p.

COLT, J., ARMSTRONG, D. Nitrogen toxicity to crustaceans, fish and molluscs. In: Bioenergeenering Symposium for Fish Culture. 1981. EUA, **Proceedings...** EUA: American Fisheries Society, 1981. p. 34-47.

CHAVEZ, L. El Efecto de la salinidad sobre la osmolaridad hemolinfática de los peneídeos. In: Simpósio Brasileiro sobre Cultivo de Camarões, 3., 1989, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABCC, 1989. v. 1, p. 54-57.

KUBITZA, F. Sistemas de recirculação: sistemas fechados com tratamento e reuso de água. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 95, p. 15-22, mai./jun. 2006.

LOSORDO, T. M., MASSER, M. P., RAKOCY, J. **Recirculating aquaculture tank production systems: An overview of critical consideration**. SRAC Publication, n. 451. 1998. 6 p.

LOURENÇO, J. A., SANTOS, C. H. A., BRAGA NETO, F. H. F., POLIATO, A. S., LEITE, L. V., MAGALHÃES, J. C. D., MAIA, C. C., IGARASHI, M. A. Conversão alimentar aparente do camarão branco do Pacífico *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) em berçários intensivos utilizando três produtos importados. In: Feira Nacional do Camarão – FENACAM, 2007. Natal, **Anais...** Natal: ABCC, 2007. 1 CD-Room.

McGRAW, W. J., SCARPA, J. Mortality of freshwater-acclimated *Litopenaeus vannamei* associated with acclimation rate, habituation period, and ionic challenge. **Aquaculture**. n. 236, p. 285-296. 2004.

MELO JÚNIOR, H. N., CÂMARA, A. C. F. Adaptação do camarão branco *Litopenaeus vannamei* a água doce filtrada por osmose reversa. In: Simpósio Brasileiro de Aquicultura, 11., 2000. Florianópolis, **Anais...** Florianópolis: ABRAQ, 2000. 1 CD-Room.

MENDES, P. P. **Estatística Aplicada à Aquicultura**. Recife: Bagaço. 1999. 265 p.

NUNES, A. J. P. Cultivo de Camarão *Litopenaeus vannamei* em águas oligohalinas. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 66, p. 17-23, jul./ago. 2001.

SANTOS, T. L., OLIVEIRA, D. B. F., SILVA-NETO, G. L. et al. Otimização da tecnologia de cultivo de pós-larvas de peneídeos em berçários intensivo. In: Simpósio Brasileiro de Aquicultura, 11., 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABCC, 2000., 1 CD-Room.

TAMAYO, B. P. M. A. Carcinicultura em água dulce uma alternativa comparada. **Panorama Aqüícola**. México, v. 3, n. 5, p. 32, 1998.