

Por:  
Dariano Krummenauer, Gabriele  
Lara, Geraldo Fóes, Luis H.  
Poersch e Wilson Wasielesky Jr.  
e-mail: [darianok@gmail.com](mailto:darianok@gmail.com)  
Universidade do Rio Grande – FURG  
Instituto de Oceanografia -  
Programa de Pós Graduação  
em Aquicultura



Cultivo Intensivo de produção em sistemas de bioflocos FURG, RS (Foto: Katia Dias)

# SISTEMA DE BIOFLOCOS: É POSSÍVEL REUTILIZAR A ÁGUA POR DIVERSOS CICLOS?

Nos últimos anos diversos problemas enfrentados pelos carcinicultores têm estimulado o desenvolvimento de novas práticas de produção, com novas tecnologias sendo geradas a todo momento, tanto nos centros de pesquisa como nas fazendas, pelos próprios produtores. Grande parte desta nova geração de tecnologia de cultivo de camarão visa reduzir a quantidade e as trocas de água, além de estarem voltadas para a utilização dos conceitos básicos de biossegurança. Nas últimas edições da *Panorama da AQUICULTURA*, a equipe do Projeto Camarão da FURG vem apresentando diversos experimentos que demonstram não apenas as vantagens, mas também a viabilidade dos cultivos em sistemas de bioflocos (BFT system).

**D**entro do contexto da redução da quantidade de água utilizada nos cultivos, quando comparamos com os sistemas de produção convencionais, observamos que estes requerem grandes volumes de água, sendo necessários de 20 a 64 m<sup>3</sup> de água para produzir 1 kg de camarão. Por outro lado, os cultivos em bioflocos podem ser realizados com apenas 1% deste volume de água (**Tabela 1**).

**Tabela 1.** Quantidades necessárias pra produzir 1 kg de camarão em sistemas convencionais e em sistemas de bioflocos

Autor	País	Sistema de cultivo	Litros
Hopkins et al, 1993	EUA	Tradicional	64000
Otoshi et al, 2009	EUA	Bioflocos	160
Wasielesky et al, 2007	BRASIL	Bioflocos	250
Krummenauer et al, 2011	BRASIL	Bioflocos	169
Samocha et al, 2010	EUA	Bioflocos	98
Krummenauer et al, 2012	BRASIL	Bioflocos	119

### Formação e estabilização dos bioflocos

Um aspecto importante já discutido nesta revista, está relacionado com a formação dos bioflocos, que ocorre a partir da mudança da razão entre carbono e nitrogênio (C:N) dos cultivos, que deve se manter entre 15 e 20:1. Isso estimula o surgimento de bactérias heterotróficas, e assim toda uma sucessão microbiana até a formação dos bioflocos. Entretanto, esta comunidade microbiana pode demorar até seis semanas para se estabilizar no sistema. Em decorrência disso, do início do cultivo até a estabilização da comunidade microbiana, diversos problemas podem ocorrer, entre eles as altas concentrações de compostos nitrogenados (principalmente na forma de amônia e nitrito), que podem afetar o crescimento e até causar mortalidades dos camarões quando não são eliminados do sistema.

Nas primeiras semanas de cultivo ocorre um aumento da concentração de amônia total, principalmente devido a excreção dos organismos e, através da adição de uma fonte de carbono (melaço, dextrose, farelos, etc.) estas concentrações são estabilizadas, chegando a níveis próximos de 0,0 mg/l. Após um pico inicial de amônia surge um segundo composto nitrogenado na forma de nitrito. Este atualmente é um dos compostos mais perigosos, sendo um dos gargalos do sistema de bioflocos, pois dificilmente se consegue sua estabilização sem algum prejuízo no crescimento ou na sobrevivência dos camarões. Uma ferramenta que vem sendo utilizada com relativo sucesso para solucionar esse problema é o uso de uma água que já tenha estabelecida uma comunidade microbiana estável, ou seja, uma água com bioflocos oriundos de um ciclo de cultivo anterior. Com a estratégia do reuso desta água em um ciclo subsequente é possível estabilizar as comunidades microbianas e os parâmetros de qualidade da água mais rapidamente, encurtando o período de cultivo e minimizando possíveis problemas com compostos nitrogenados (McAbee et al, 2003).

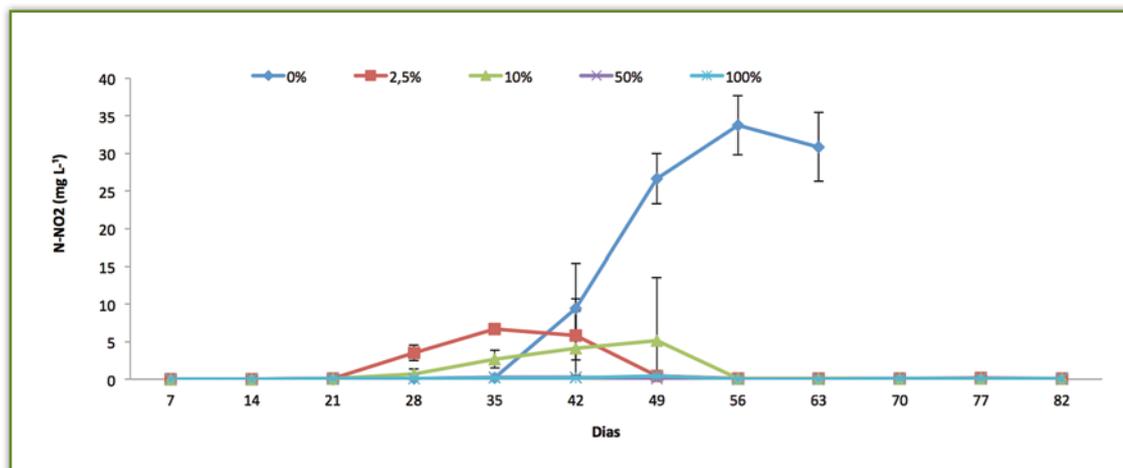
**"Uma importante característica dos cultivos BFT é a possibilidade da sua instalação em regiões afastadas da costa. Um exemplo desta prática pode ser visto na cidade de Uruguaiana, no Rio Grande do Sul, onde encontra-se o "Projeto Camaroeste", uma fazenda modelo de produção de camarões *vannamei*."**

Outra importante característica dos cultivos BFT é a possibilidade da sua instalação em regiões afastadas da costa que, em geral, são realizados com água artificial tornando-se imprescindível a manutenção da água após um ciclo de cultivo. Um exemplo desta prática pode ser visto na cidade de Uruguaiana, no Rio Grande do Sul, localizada a mais de 500 km da costa. Nesta cidade encontra-se o "Projeto Camaroeste", uma fazenda modelo de produção de camarões *Litopenaeus vannamei* em sistema BFT, que se encontra no quinto ciclo de cultivo, sempre reutilizando a mesma água (Mutti et al. 2013). Assim, uma vez que se tem uma comunidade microbiana estável no sistema, é muito importante que os bioflocos sejam mantidos para que se possa aproveitar toda a água ou mesmo pequenos volumes dos tanques ou viveiros, com o objetivo de acelerar a formação dos bioflocos em um novo ciclo de cultivo.

### Reutilização da água no cultivo

Para comprovar a eficácia da técnica de reutilização da água, foi desenvolvido na Estação Marinha de Aquicultura (EMA-FURG) um experimento com 12 tanques, onde foram testados tratamentos sem reutilização (controle); 2,5%; 10% e 100% de reutilização da água de um cultivo

**Figura 1.** Variação na concentração de nitrito ao longo do período experimental nos diferentes tratamentos no cultivo de *Litopenaeus vannamei* em sistema BFT com reutilização de água



recém terminado de *L. vannamei* em sistema de bioflocos. Neste primeiro estudo o tratamento onde não se utilizou parcelas de água com bioflocos (controle) apresentou um aumento acentuado nas concentrações de nitrito, o que gerou mortalidade total no 57º dia. Este fato não ocorreu nos demais tratamentos. Assim, nesse caso, a utilização de uma parcela mínima de bioflocos contribuiu para manter as concentrações de nitrito em níveis que não afetaram a sobrevivência dos camarões. Na **figura 1**, pode-se observar uma diferença expressiva entre as concentrações de nitrito no tratamento sem reutilização de água e os demais tratamentos. Sem a reutilização de água as concentrações de nitrito alcançaram 35 mg/L, a partir dos primeiros 30 dias de experimento, enquanto que nos demais tratamentos as concentrações mantiveram-se inferiores a 8mg/L.

Os índices de desempenho zootécnico dos camarões cultivados estão apresentados na **tabela 2**. Neste primeiro estudo, os resultados evidenciam que a utilização de um pequeno inóculo (2,5%) acelera a formação dos agregados microbianos em sistemas BFT. Além disso, o tratamento com 100% de reutilização de água apresentou os melhores índices de sobrevivência e crescimento demonstrando ser a melhor estratégia a ser adotada.

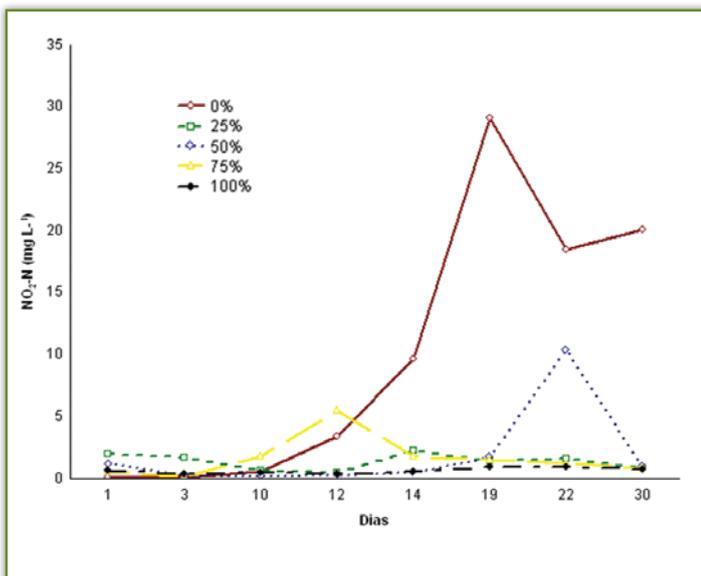
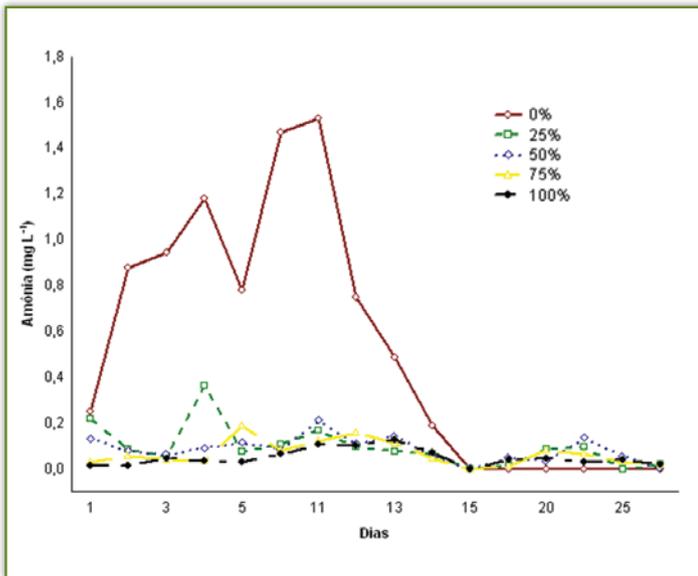
**Tabela 2.** Média do desempenho zootécnico dos camarões ao longo do período experimental nos diferentes tratamentos

	Tratamentos (% de reutilização)			
	0%	2,5%	10%	100%
Peso inicial (g)	0,008	0,008	0,008	0,008
Peso final (g)	-	2,91	3,25	3,46
Sobrevivência (%)	0	66,5	81,4	80,73
TCA	-	2,89	2,09	2,13
Crescimento semanal (g)	-	0,25	0,28	0,29

\*0 tratamento sem reutilização de água apresentou mortalidade total após 57 dias de experimento

Uma vez comprovada a eficácia da reutilização da água, surgiu outra questão importante: qual a quantidade de água rica em bioflocos que pode ser utilizada em um novo ciclo para se obter um bom desempenho dos camarões? Para responder a esta questão, na mesma estrutura foram testados outros quatro níveis de reutilização (25, 50, 75 e 100%) e, da mesma forma que no primeiro estudo, foi utilizado um tratamento sem reuso de água (0%), iniciando uma formação de bioflocos desde o começo do ciclo.

"O reaproveitamento da comunidade microbiana presente nos cultivos BFT permite o rápido crescimento da mesma, resultando em melhor remoção dos compostos nitrogenados da água, evitando assim perdas na produção, além disso os peso médio final foi maior nos tratamentos onde se reutilizou bioflocos formados."



**Figuras 2 e 3.** Variação da amônia total e nitrito nos diferentes tratamentos no cultivo de *Litopenaeus vannamei* em sistema BFT com (25, 50, 75 e 100%) e sem (0%) reutilização de água

Neste experimento, os níveis de amônia oscilaram substancialmente (entre 0,001 e 1,5 mg L<sup>-1</sup>) apenas no tratamento 0%. Nos tratamentos com reuso da água as concentrações de amônia permaneceram insignificantes. Da mesma forma, os níveis de nitrito no tratamento 0% foram significativamente maiores do que todos os outros tratamentos. Como esperado, foi encontrada uma relação inversa entre a quantidade de água reutilizada e as concentrações de nitrito dissolvido na água (Figuras 2 e 3).

Duas maneiras são utilizadas para verificar a formação dos bioflocos: através da leitura das concentrações dos Sólidos Suspensos Totais (SST) e também da leitura dos Sólidos Sedimentáveis (SS) que são realizados através de cones de Imhoff (Figura 4).

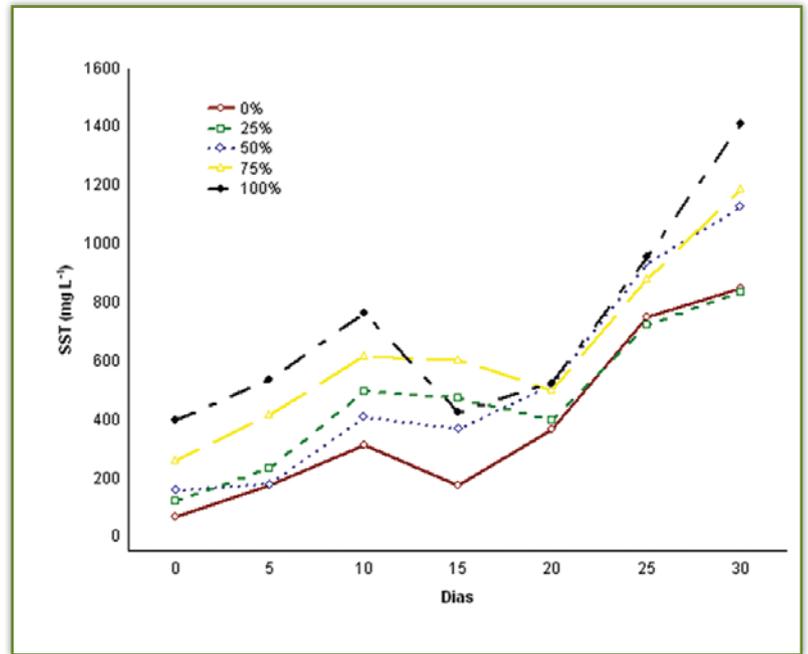
**Figura 4.** Cones de Imhoff utilizados para análise de sólidos sedimentáveis (SS) (Foto: Dariano Kruppenauer)



Neste trabalho a formação dos bioflocos ocorreu de forma proporcional aos tratamentos, ou seja, quanto maior a proporção utilizada, mais rápida ocorreu a formação de bioflocos, conforme pode ser observado na **figura 5**. Como esperado, a quantidade de sólidos suspensos totais na água foi proporcional ao volume de bioflocos que foi reutilizado em cada tratamento, exceto no tratamento 25%, onde as concentrações mantiveram-se próximas aos níveis do tratamento controle.

Na **tabela 3**, podemos observar o desempenho zootécnico dos camarões nos diferentes tratamentos. Apesar da sobrevivência ter sido elevada em todos os tratamentos, o peso médio final e a taxa de crescimento semanal foram maiores nos tratamentos em que se utilizou diferentes parcelas de bioflocos antigo. Os resultados indicam que pelo fato de existir uma comunidade microbiana que acelerou a formação dos bioflocos no início do cultivo resultaram em menor conversão alimentar. Indicando que a presença dos bioflocos na

**Figura 5.** Formação dos bioflocos nos diferentes tratamentos no cultivo de *Litopenaeus vannamei* em sistema BFT com reutilização de água



água de cultivo pode contribuir para a nutrição dos camarões (Wasielisky et al, 2006) (**Figura 6**).

	Diferentes percentuais de reuso de água				
	0	25	50	75	100
Peso Final (g)	7.37±0.11 <sup>a</sup>	8.30±0.11 <sup>b</sup>	8.28±0.09 <sup>b</sup>	8.42±0.13 <sup>b</sup>	8.01±0.10 <sup>b</sup>
Sobrevivência (%)	92.13±6.5 <sup>a</sup>	91.0 ±4.2 <sup>a</sup>	90.93±4.1 <sup>a</sup>	91.60±6.24 <sup>a</sup>	99.06±4.49 <sup>a</sup>
Cresc. Semanal (g)	0.90±0.01 <sup>a</sup>	1.12±0.02 <sup>b</sup>	1.11±0.02 <sup>b</sup>	1.14±0.03 <sup>b</sup>	1.05±0.02 <sup>b</sup>
Conversão Alimentar	1.52±0.12 <sup>a</sup>	1.23±0.18 <sup>b</sup>	1.19±0.17 <sup>b</sup>	0.84±0.19 <sup>b</sup>	1.09±0.21 <sup>b</sup>
Produtividade/kg/m <sup>3</sup>	2.12±0.31 <sup>a</sup>	2.35±0.40 <sup>a</sup>	2.35±0.59 <sup>a</sup>	2.41±0.55 <sup>a</sup>	2.48±0.67 <sup>a</sup>

**Tabela 3.** Média do desempenho zootécnico dos camarões ao longo do período experimental nos diferentes tratamentos



**Figura 6.** No detalhe camarões se alimentando de bioflocos na coluna d'água (Foto: Dariano Krummenauer)

### Análise da reutilização de água no sistema de bioflocos

Nos dois experimentos ficou comprovada a eficácia da reutilização da água de cultivos anteriores. O reaproveitamento da comunidade microbiana presente nos cultivos BFT permite o rápido crescimento da mesma, resultando em melhor remoção dos compostos nitrogenados (amônia e nitrato) da água e evitando assim perdas na produção, além disso o peso médio final foi maior nos tratamentos onde se reutilizou bioflocos formados, demonstrando que quanto mais cedo ocorre a formação dos agregados, melhor é o aproveitamento da produtividade natural dos camarões resultando em melhores índices de produtividades.

Recentemente, Rios da Silva e colaboradores (2013) analisaram o balanço de massa para nitrogênio e fósforo no sistema BFT. Uma das observações mais importantes desse estudo é que em sistemas convencionais 12% do nitrogênio que entra em um viveiro no sistema convencional na forma de ração são transformados em biomassa de camarões. Por outro lado, no sistema BFT este percentual de nitrogênio que fica sob a forma de camarões é de aproximadamente 39%. Esta experimentação foi realizada em cultivos sem renovação de água. Portanto, se a água de um cultivo como este é reutilizada, o percentual de aproveitamento do nitrogênio injetado no sistema pode atingir percentuais acima dos 40-50%. Dessa maneira, com a reutilização de água no sis-

tema BFT pode-se garantir um sistema de cultivo sustentável e ambientalmente correto, minimizando o uso de água necessária e economizando em alimentação artificial. ■

Agradecimentos: Centro Oeste Rações S.A. (GUABI), AQUATEC, TREVISAN, INVE, CNPq, FINEP, MPA e CAPES.

### Referências bibliográficas:

- Hopkins, J. S., R. D. Hamilton, P. A. Sandifer, C. L. Browdy and A. D. Stokes.** 1993. Effect of water exchange rate on production, water quality, effluent characteristics and nitrogen budgets of intensive shrimp ponds. *Journal of The World Aquaculture Society* 24:304-320.
- Krummenauer, D., S. Peixoto, R. O. Cavalli, L. H. Poersch and W. Wasielesky.** 2011. Superintensive Culture of White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a Biofloc Technology System in Southern Brazil at Different Stocking Densities. *Journal of The World Aquaculture Society* 42:726-733.
- Krummenauer, D., Fôes, G., Poersch, L., Lara, G., Costa, C., Klein, A. Wasielesky, W. Jr.** 2011. Survival and growth of *Litopenaeus vannamei* reared in bft system under different water depths. *Natal WAS 2011. Abstracts.*
- McAbee, B. J., C. L. Browdy, R. J. Rhodes and A. D. Stokes.** 2003. The use of greenhouse-enclosed race-way systems for the superintensive production of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* in the United States. *Global Aquaculture Advocate* 6:40-43.
- Mutti, D.W., Sosa, S., Dornelles, W.J.M., Felice, J.F.S.** 2013. Inland production of *Litopenaeus vannamei* in a zero exchange system in southern Brazil. *Nashville Aquaculture 2013. Abstracts.*
- Otoshi, C.A., L. R. Tang, d. R. Moss, S. M. Arce, C. M. Holl and S. M. Moss.** 2009. Performance of Pacific White Shrimp, *Penaues (Litopenaeus) vannamei*, cultured in biosecure, super-intensive, recirculating aquaculture systems. Pages 244-252 in Browdy, C. L. and D. E., Jory editors. *The Rising Tide – Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Farming.* The World Aquaculture Society, Baton Rouge Louisiana, USA.
- Rios da Silva, K., Wasielesky, W.Jr., Abreu, P.C.A.** 2013. Nitrogen and Phosphorus Dynamics in the Biofloc Production of the Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society* 44 (1): 30-41.
- Samocha, T. M., J. S. Wilkenfeld, T. C. Morris, E. S. Correia and T. Hanson.** 2010. Intensive raceways without water exchange analyzed for white shrimp culture. *Global Aquaculture Advocate* 13:22-24.
- Wasielesky, W. J., H. I. Atwood, A. Stokes and C. L. Browdy.** 2006. Effect of natural production in brown water super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture* 258:396-403.