



SISTEMA BIOFLOCOS

Phillipe Thiago Leite Barbosa¹, Luana Barbosa Pires¹, Michel Franklin Moura Plates², Thiago Xavier Martins², Thiago Gonsalo³, Jayme Aparecido Povh⁴, Ruy Alberto Caetano Correa Filho⁴

¹ Doutorando em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
Email: ptlb2006@hotmail.com

² Mestrando em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

³ Graduando em Medicina Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

⁴ Professor da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Resumo: O sistema bioflocos (BFT) é uma tecnologia alternativa para produção em alta densidade, que mantém a qualidade da água e uma mínima taxa de renovação. Neste sistema, o princípio determinante, para obtenção de bons índices de produtividade e qualidade da água, é a manutenção adequada relação carbono: nitrogênio do sistema, que proporciona o desenvolvimento de bactérias heterotróficas. Com a inclusão de compostos de carbono estimula-se inicialmente o crescimento das bactérias heterotróficas a incorporarem o nitrogênio amoniacal em biomassa microbiana. Em conjunto, e de forma mais lenta, acontece o crescimento das bactérias nitrificantes, responsáveis pelo processo autotrófico, que desempenham um papel importante para a manutenção da qualidade da água no sistema. Outra vantagem dos bioflocos, é que os flocos podem ser aproveitados como alimento por algumas espécies filtradoras, como é o caso da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) e do camarão de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*). Dessa forma, a proteína microbiana pode ser utilizada como fonte complementar de proteína, reduzindo o custo de produção.

Palavras-chave: aquicultura, bactérias heterotróficas, microrganismos, sustentabilidade aquícola

SYSTEM BIOFLOC

Abstract: The Biofloc System (BFT) is an alternative technology for high density production, which maintains water quality and a minimum renewal rate. In this system, the determining principle, to obtain good indices of productivity and water quality, is the adequate maintenance of carbon: nitrogen ratio of the system, which provides the development of heterotrophic bacteria. With the inclusion of carbon compounds it is initially stimulated the growth of heterotrophic bacteria to incorporate the ammoniacal nitrogen in microbial biomass. Together, and more slowly, there is the growth of nitrifying bacteria, responsible for the autotrophic process, which play an important role for the maintenance of water quality in the system. Another advantage of bioflocs is that the flakes can be harvested as feed by some filtering species, such as Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). In this way, the microbial protein can be used as a complementary source of protein, reducing the cost of production.

Keywords: aquaculture, heterotrophic bacteria, microorganisms, aquaculture sustainability

INTRODUÇÃO

A indústria da aquicultura está crescendo rapidamente a uma taxa de 9% ao ano (Fao, 2016). Esse setor produtivo passou por uma reforma atendendo o anseio de produzir com sustentabilidade (Emerenciano et al., 2013). Além disso, a expansão da aquicultura é limitada devido aos custos da terra e pela forte dependência da farinha e óleo de peixe (Chaves et al., 2015). Esses ingredientes citados são um dos principais constituintes das rações para peixes, representando cerca de 70% dos custos totais de produção da aquicultura (Mombach et al., 2013).

O interesse em sistemas fechados estão cada vez mais crescendo, principalmente devido à biossegurança, vantagens ambientais em relação à sistemas convencionais (extensivo e semi intensivo) (Azim & Little, 2008; Crab et al., 2012). Quando a água é reutilizada, alguns riscos como a introdução de



patógenos, o escape de espécies exóticas e descarga de águas ricas em nutrientes são reduzidas (Avnimelech, 2012). Além disso, devido à alta produtividade e ao menor uso de água, as espécies marinhas podem ser cultivadas em locais do interior (Crab et al., 2012).

O sistema de aquicultura chamado "Biofloc Technology (BFT) é considerado um sistema alternativo, pois os nutrientes podem ser reciclados continuamente e reutilizado (Azim & Little, 2008; Avnimelech, 2012). A abordagem sustentável desse sistema baseia-se no crescimento de microrganismos que irão desempenhar a manutenção da qualidade da água, servir como alimento com alto valor proteico, resultando na redução do índice de conversão alimentar e uma diminuição dos custos de alimentação (Avnimelech 2007; 2009).

Como um sistema fechado, o BFT tem o benefício de tornar mínimo a liberação de água em rios, lagos e estuários, além de animais escapados, nutrientes, matéria orgânica e patógenos (Cyrino et al., 2010; Barbosa et al., 2015). A água drenada do cultivo geralmente contém altas concentrações de compostos nitrogenados e fósforo, que induzem o crescimento de algas, causando eutrofização (Crab et al., 2012).

No BFT, a descarga mínima de água e a reutilização de água impedem que o ambiente seja degradado (Schryver et al., 2008). Os mesmos autores citam que a troca mínima de água mantém o calor, o que permite o crescimento de espécies tropicais em áreas frias.

Atualmente, o BFT recebeu uma denominação alternativa como ZEAH ou Zero Exchange Sistema Heterotrófico Autotrófico, lodo ativo ou sistema com base bacteriana suspensa, sistema de produção de proteína de célula única, sistemas de crescimento suspenso ou sistemas de flocos microbianos (Serfling, 2006; Avnimelech, 2007; Crab et al., 2012, Emerenciano et al., 2013). No entanto, as pesquisas estão tentando manter o termo "BFT ou Biofloc Technology", a fim de estabelecer uma referência chave, (Emerenciano et al., 2013). Além disso, BFT tem sido foco de pesquisa intensiva em campo de nutrição como fonte de proteína em rações (Avnimelech & Kochba, 2009).

DESENVOLVIMENTO

História do Bioflocos

O BFT foi desenvolvido pela primeira vez no início da década de 1970 na Ifremer-COP (French Research Instituto de Exploração do Mar, Centro Oceânico do Pacífico) com diferentes espécies de camarões marinhos (Emerenciano et al., 2013). Em conexão com Aquacop, tal sistema foi aplicado a *L. stylirostris* e *L. vannamei* (EUA) e Tahiti, levando considerações sobre os benefícios do bioflocos para a cultura do camarão (Hopkins, 1994). Em 1980, programa científico francês chamado "Ecotron" foi iniciado pelo Ifremer para entender melhor esse sistema (Serfling, 2006).

Vários estudos possibilitaram uma abordagem abrangente do BFT e explicaram as inter-relações entre diferentes compartimentos, como água e bactérias, bem como a nutrição e fisiologia (Avnimelech, 2007). Também nos anos 80 e início dos anos 90, Israel e EUA (Waddell Mariculture Centro) desenvolveu pesquisas com BFT envolvendo as tilápias e camarão branco *L. vannamei*, respectivamente, em qual limitação de água, preocupações ambientais e custos de terra foram o principal causador (Serfling, 2006; Avnimelech, 2009).

Microrganismo

A matéria orgânica em partículas e os organismos no sistema foi proposto como fontes potenciais de alimentos para animais aquáticos (Avnimelech & Kochba, 2009). Em BFT, os microrganismos presentes desenvolvem o papel fundamental na nutrição dos animais cultivados (Avnimelech, 2007; Luo et al., 2014). Os flocos são ricos em proteína e em lipídeos (Avnimelech, 2009). Na coluna de água ocorre uma interação complexa entre matéria orgânica, substrato e grande variedade de microrganismos como o fitoplâncton, bactérias, nematódeos, protozoários ciliados e flagelados, copépodes (Emerenciano et al., 2013). Esta produtividade natural desempenha um papel importante na reciclagem de nutrientes e mantém a qualidade da água (Crab et al., 2012).

O consumo de bioflocos pelo camarão ou peixe demonstrou inúmeros benefícios, tais como melhoria da taxa de crescimento, diminuição do FCR e custos associados na alimentação (Avnimelech & Kochba, 2009).



O aumento do crescimento tem sido atribuído tanto a composição nutricional de bactérias quanto às algas, que reduz em até 30% da ração (Azim& Little, 2008). Foi relatado que mais de 29% dos alimentos diários consumida para *L. vannamei* poderia ser bioflocos (Rocha et al., 2012). Na tilápia, foi estimado seria possível uma redução de 20% do fornecimento da ração do que os sistemas convencionais de troca de água (Azim& Little, 2008; Avnimelech, 2009; Rocha et al., 2012).

Quanto à manutenção da qualidade da água, o controle da comunidade bacteriana sobre os microrganismos autotróficos são alcançados usando uma alta relação carbono-nitrogênio (C: N), os subprodutos nitrogenados podem ser facilmente absorvidos por bactérias heterotróficas (Avnimelech, 2009). A alta concentração de carbono é necessária para garantir o melhor crescimento de bactérias heterotróficas, usando energia para manutenção (respiração, alimentação, movimento, digestão, etc.), mas também para o crescimento e para produzir novas células (Avnimelech, 2007; Crab et al., 2012).

A estabilização das bactérias no sistema pode demorar até 6 semanas, dividida em duas fases: na primeira as bactérias heterotróficas são as dominantes no sistema por apresentarem um crescimento rápido (Avnimelech, 2012), e na segunda fase as bactérias autotróficas, que estabilizam entre a 2ª e 3ª semanas após o início da inclusão da fonte de carbono (Wasielesky et al., 2013), pois possuem um crescimento lento, passam a ter um papel mais importante no sistema por converterem os compostos nitrogenados a nitrato (Krummenauer et al., 2013). É comum as concentrações de nitrogênio amoniacal e pH se elevarem neste período, além do consumo de oxigênio dissolvido pelos microrganismos (Avnimelech, 2011; Crabet et al., 2012).

Fontes de Carbono

As fontes de carbono aplicadas no BFT são muitas vezes subprodutos, fontes baratas de carboidratos, como melaço, glicerol e farinhas (trigo, milho, arroz, etc.), que serão aplicados em uma alta relação carbono-nitrogênio (15-20:1) e para controlar os picos de N compostos (Avnimelech, 1999; Emereciano et al., 2013).

A fonte de carbono serve como substrato para operar sistema BFT e produzir células de proteínas microbianas. Há muitas considerações para a sua seleção, como custos, disponibilidade local, biodegradabilidade e eficiência de bactérias assimilação (Squiro& Aragão, 2004).

Tabela 1. Fontes de carbono recomendadas para algumas espécies.

Fonte de carbono	Espécie
Acetato	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>
Farinha de Mandioca	<i>Penaeus monodon</i>
Celulose	Tilápia spp
Dextrose	<i>Litopenaeus vannamei</i>
Glicerol	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>
Glicerol + Bacillus	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>
Glicose	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>
Melaço	<i>L. Vannamei</i> e <i>P. monodon</i>
Sorgo	Tilápia spp
Farinha de trigo	Tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>)
Farelo de trigo + melaço	<i>F. brasilienses</i> , <i>F. paulensis</i> e <i>F. duorarum</i>
Amido	Tilápia spp

(Adaptada: Emereciano et al., 2013).

Espécies



Nem todas as espécies são candidatas a BFT, algumas características parecem ser necessárias para alcançar um melhor desempenho de crescimento, como resistência à alta densidade, sedimentação de sólidos em água (15-50 mL/L) (Fig.1), hábitos omnívoros e / ou sistema digestivo adaptáveis a melhor assimilar as partículas microbianas (Azim & Little, 2008; Crab et al., 2012).



Fig 1. Análise de sólidos sedimentáveis (Cone de Inhoff -ml/l) (Fonte: Arquivo Pessoal).

Os flocos proporcionam a diminuição do consumo de ração (FCR) e reduz os custos na ração (Avnimelech, 2009).

Além de diminuir FCR, foi estimado que a utilização de alimentos por tilápia é menor com um ração 20% menos do que o sistema convencional de troca de água (Avnimelech & Kochba, 2009). De acordo com Azim & Little (2008), o efeito da BFT em juvenis de tilápia do nilo, não mostraram diferença no ganho de peso dos peixes alimentados com ração de 35% e 24% de PB, mas ambas obtiveram um ganho superior do que o sistema controle (sem bioflocos) com 35% de PB.

Composição do bioflocos

A composição e aproveitamento dos flocos formados, estão relacionados com a espécie e o hábito alimentar do peixe ou camarão cultivado (Rochaet al.,2012). Para atender as exigências das tilápias os flocos devem ter de 25-30% de proteína bruta, 6-8% de lipídios, 8-12% de fibra bruta e 12% de cinzas (Jauncey, 2000).

Além de existir quantidades consideráveis de macro (cálcio, fósforo, potássio e magnésio) e micronutrientes (cobre, ferro, manganês e zinco) (Mosset al.,2006).

Aquaponia

Aquaponia é um sistema que engloba a aquicultura com a hidroponia, no qual a água proveniente da produção dos organismos aquáticos são utilizadas para irrigar o vegetal, com grande quantidade de nutrientes (Rakocy, 2012; Trang et al., 2017). Na aquaponia os organismos aquáticos recebem ração e excretam resíduos que posteriormente serão utilizados por microrganismos para transformar a amônia em nitrito e nitrato ou biomassa microbiana (Rakocy, 2002; Crab et al., 2012).

Atualmente, o BFT foi aplicado com sucesso em aquaponia, pois a presença de microrganismos e uma variedade de nutrientes como micro e macronutrientes originado de alimentos não consumidos ou não digeridos parece contribuir na nutrição das plantas (Emereciano et al., 2013).

A aplicação da BFT em aquaponia requer atenção especial, principalmente na gestão de níveis sólidos em água. A alta concentração de sólidos pode causar excesso adesão de microrganismos nas raízes das plantas (biofilme), causando danos, diminuindo oxigenação e mau desenvolvimento. (Emereciano et al., 2013).



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos mostram que o sistema bioflocos têm muito a contribuir com a melhoria da produção de organismos aquáticos, principalmente camarões e peixes. Além de melhorar a conversão alimentar, o ganho de peso e sobrevivência, atende anseios de produção sustentável.

LITERATURA CITADA

- AVNIMELECH, Y.(1999). Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture* vol. 176, p. 227-235.
- AVNIMELECH, Y. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio flocs technology ponds. *Aquaculture*, vol. 264, p. 140-147 (2007).
- AVNIMELECH, Y. *Biofloc Technology A Practical Guide Book*. The World Aquaculture Society, p. 182, (2009).
- AVNIMELECH, Y., KOCHBA, M (2009) Evaluation of nitrogen uptake and excretion by tilapia in bio floc tanks, using ^{15}N tracing. *Aquaculture* 287:163–168.
- AVNIMELECH Y (2011) Tilapia Production Using Biofloc Technology: Saving Water, Waste Recycling Improves Economics. *Global Aquaculture Advocate*.
- AVNIMELECH Y (2012) *Biofloc Technology A Practical Guide Book*. The World Aquaculture Society p 271.
- AZIM, M. E.; LITTLE, D. C. (2008) The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) *Aquaculture*, vol. 283, p. 29-35.
- BARBOSA, P. T. L.; PEREIRA, G. R.; PORTO, E. P. J.; PIRES, T. B. (2015) Sistema de Produção de Pintado Amazônico: Caracterização das variáveis físicas e químicas da água e do sedimento. *Enciclopédia Biosfera*, vol.11, p.1736.
- CHAVES, R. C.; PAULA, R. Q.; GRUCKER, B.; MARRIEL, I. E.; TEIXEIRA, A. O.; BOECHAT, I. G. (2015) Na alternative fish feed based on earthworm and fruit meals for tilapia and carp postlarvae. *Revista Brasileira de Biociências*. Porto Alegre, v.13, n.1,p.15-24.
- CRAB, R.; DEFOIRDT, T.; BOSSIER, P.; VERSTRAETE, W. (2012) Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. *Aquaculture*, vol. 356-357, p. 351-356.
- CYRINO, J. E. P.; BICUDO, A. J. A.; YUJI, S. R.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J. K. A. (2010) Piscicultura e o ambiente o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 39, p. 68-87.
- EMERCIANO, M. G. C.; MARTINEZ-CORDOVA, L. R.; MARTINEZ-PORCHA, M. (2013). *TECNOLOGIA BIOFLOCOS (BFT) Uma ferramenta para qualidade da água*.
- FAO (2016). *FishStatJ, a tool for fishery statistics analysis*. Rome: FAO: Food and agriculture Organization of the United Nations.
- JAUNCEY, K. (2000) *Tilapias: Biology and Exploitation*. Nutritional requirements. p.327–375.
- KRUMMENAUER, D.; LARA, G.; FÓES, G.; POERSCH, L. H.; WASIELESKY JUNIOR, W. (2013) Sistema de Bioflocos: é possível reutilizar a água por diversos ciclos? *Panorama da Aquicultura*.
- LUO G, GAO Q, WANG C, LIU W, SUN D, LI L, TAN, H (2014) Growth, digestive activity, welfare, and partial cost effectiveness of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in a recirculating aquaculture system and an indoor biofloc system. *Aquaculture* 422–423.
- MOMBACH, P. I.; PIANESSO, D.; ADORIAN, T. J.; UCZAY, J.; LAZZARI, R. (2014) Farinha de minhoca em dietas para juvenis de jundiá. *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiânia, v.44, n.2, p.151-157.
- MOSS, S. M.; FORSTER, I. P.; TACON, A. G. J. (2006) Sparing effect of pond water on vitamins in shrimp diets. *Aquaculture*, vol. 258, p. 388-395.
- RAKOCY, J. E. (2012) *Aquaponics – Integrating fish and plant culture*; Wiley-Blackwell: Hoboken, NJ, USA, p.344-386.
- ROCHA, A. F.; ABREU, P. C.; WASIELESKY JUNIOR, W.; TESSER, M. B. (2012) Avaliação da formação de Bioflocos na criação de juvenis de tainha *MUGIL CF.HOSPES* sem renovação de água. *Atlântica*, vol. 34(1) p. 63-74.
- SCHRYVER P, CRAB R, DEFOIRDT T (2008) The basics of bio flocs technology: the added value for aquaculture. *Aquaculture* 277:125–137.



- SERFLING, S. A. (2006) Microbial flocs: Natural treatment method supports freshwater, marine species in recirculating systems. *Global Aquaculture Advocate*, June, p. 34–36.
- SQUIO, C. R. & ARAGÃO, G. M. F. (2004) Estratégias de cultivo para produção dos plásticos biodegradáveis poli (3 hidroxibutirato) e poli (3 hidroxibutirato co 3 hidroxivalerato) por bactérias. *Química Nova*, v. 27, n. 4, p. 615 622.
- TRANG, N. T. D.; KONNERUP, D.; BRIX, H. (2017) Effects of recirculation rates on water quality and *Oreochromis niloticus* growth in aquaponic systems. *Aquacultural Engineering*. Aceito em 1 de mai 2017.
- WASIELESKY W, KRUMMENAUER D, LARA G, FÓES G, POERSCH L (2013) Cultivo de camarões em Sistema de bioflocos: realidades e perspectivas. ABCC