



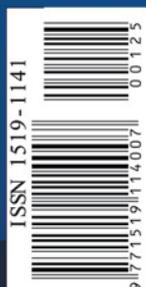
# *Panorama da* **AQUICULTURA**



**Piscicultura marinha:**  
Fotobacteriose em bijupirá

**Fisiologia aplicada**  
ao cultivo do jundiá

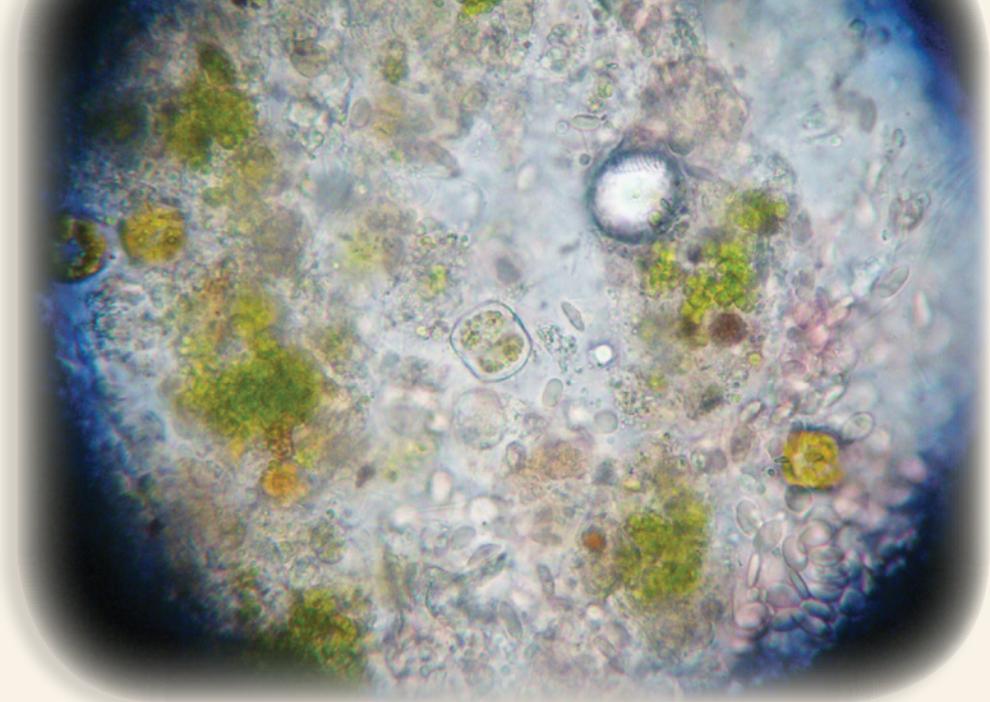
# **BIOFLOCOS NA PISCICULTURA**



E mais: Costelinha de tambaqui ganha prêmio na European Seafood Show - Métodos para coleta de parasitos de peixes - Influência da lua na muda do camarão - WAS/Fenacam 2011: mais um evento de sucesso - Registro no RGP é obrigatório - Workshop de jundiá reúne especialistas em Camboriú



Por:  
**Fernando Kubitza, Ph. D.**  
Acqua Imagem Serviços Ltda  
fernando@acquaimagem.com.br



**Foto 1** - Bioflocos sob microscopia, sendo possível notar a presença de microalgas sobre os detritos orgânicos

# Criação de tilápias em sistema com bioflocos sem renovação de água

**B**ioflocos são partículas orgânicas em suspensão na água ou aderidas às paredes dos tanques de produção (Foto1). Estas partículas englobam material orgânico particulado, sobre o qual se desenvolvem microalgas, organismos microscópicos diversos (protozoários, rotíferos, fungos, oligoquetos), dentre outros microorganismos, em especial uma grande diversidade de bactérias heterotróficas.

A criação de peixes em sistemas com bioflocos é uma derivação dos sistemas com recirculação de água, na qual não se utiliza filtros mecânicos, nem filtros biológicos convencionais. Os resíduos orgânicos gerados na produção (as fezes, o muco dos peixes e as sobras de ração) são desintegrados e mantidos em suspensão dentro dos próprios tanques, servindo como substrato ao desenvolvimento das bactérias heterotróficas. Estas bactérias se encarregam da depuração da qualidade da água, utilizando compostos nitrogenados potencialmente tóxicos aos peixes (como a amônia, o nitrito e o nitrato) para a síntese de proteína e biomassa microbiana, que enriquecem os bioflocos. Para que isso ocorra de forma eficiente, é necessário manter adequados níveis de oxigênio, pH e alcalinidade nos tanques de criação. Outro ponto importante é assegurar uma relação C/N próxima a 20:1 nos resíduos orgânicos presentes na água, o que é

feito através da adição de uma fonte adicional de carbono e/ou, da alimentação dos peixes com ração contendo níveis mais baixos de proteína.

A relação C/N dos resíduos depende muito dos níveis de proteína da ração utilizada. Quanto mais proteína, maior o teor de nitrogênio na ração, resultando em resíduos com baixa relação C/N. Uma ração com 16% de proteína possui relação C:N próxima de 20:1, ideal para a formação de bioflocos. No entanto, as rações usadas nas criações de peixes geralmente contêm níveis de proteína acima de 28%, ou seja, uma relação C/N menor do que 11:1. Assim, o carbono acaba sendo um elemento limitante para o desenvolvimento da biomassa bacteriana e formação dos bioflocos. Por isso o criador deve realizar aplicações periódicas de uma fonte rica em carbono (açúcar, melão, farinhas de trigo e de mandioca, quirera de arroz, fubá, resíduos de padaria ou pastificio, entre outras possibilidades). Estas aplicações geralmente são definidas com base na concentração de nitrogênio na água dos tanques.

A intenção deste artigo não é se aprofundar nas bases teóricas do sistema de produção de peixes com bioflocos, mas sim apresentar e discutir os resultados de dois ensaios de produção com tilápias que possibilitarão ao leitor melhor apreciar o potencial de aplicação desta tecnologia de cultivo.

## Produção de juvenis de tilápia de 25 g sob condição experimental

Este primeiro trabalho avaliou a produção de juvenis de tilápia e a evolução da qualidade da água em um sistema experimental com bioflocos sob condições de renovação zero de água. O ensaio foi montado dentro de uma estufa agrícola da empresa Aqua Genética (Itupeva-SP), utilizando oito caixas d'água circulares de fibra de vidro (tanque experimental). O volume de água nas caixas foi mantido próximo de 600 litros, para minimizar o risco dos peixes saltarem para fora das caixas. Em cada caixa foram aplicados 2 quilos de sal marinho, elevando a salinidade para 3,33 g/litro ou 3,33 ppt. O objetivo do sal foi o de prevenir infecção fúngica dos peixes e evitar problemas com a toxidez por nitrito. Em cada caixa foi instalado um mecanismo de "air lift" feito com tubo de PVC e cotovelo de 50 mm, fixado à parede da caixa. Este mecanismo promovia tanto a aeração, como o movimento circular da água na caixa, conduzindo os resíduos orgânicos para o centro da mesma.

No centro de cada caixa, bem rente ao fundo, foi fixado um difusor de ar cilíndrico (6,5 cm de diâmetro e 8 cm de comprimento com entrada de ar de ½ polegada), que tinha a função tanto de aerar a água, como de manter em suspensão os resíduos orgânicos que chegavam ao centro da caixa). O mecanismo de "air lift" e os difusores recebiam ar proveniente de um compressor radial (soprador de ar) de 0,75 CV. Em cada uma das caixas foram estocados 260 alevinos de tilápia, com peso médio próximo de 6,0 a 6,5 g. Dois tipos de ração foram comparados: uma com 40% de proteína e outra com 36% de proteína, com peletes ao redor de 2 mm (quatro caixas para cada tipo de ração). Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia (9:00 e 16:00), sendo que a mesma quantidade de ração (em peso) foi aplicada em cada caixa (1,5% da biomassa em cada refeição).

A primeira semana serviu como adaptação aos peixes e para dar início à formação de uma flora microbiana na

**"O piscicultor deve realizar aplicações periódicas de uma fonte rica em carbono tais como açúcar, melão, farinhas de trigo e de mandioca, quirera de arroz, fubá, resíduos de padaria ou pastificio, entre outras possibilidades. Estas aplicações geralmente são definidas com base na concentração de nitrogênio na água dos tanques."**

água das caixas. Ao final da primeira semana (adaptação), os peixes foram capturados, contados e pesados em grupo. O peso médio inicial foi ao redor de 7,3 g. A partir deste ponto o ensaio se estendeu por mais 42 dias (6 semanas), com os peixes sendo alimentados ao redor de 3% do PV/dia, dividido em duas refeições iguais, sempre fornecendo quantidades iguais de ração em todas as caixas. Não houve renovação de água, apenas a reposição semanal do volume de água perdido por evaporação.

**Monitoramento da qualidade da água** - diariamente foram medidos os níveis de oxigênio e temperatura da água às 7:00 e as 17:00 h. Duas vezes por semana foram mensurados os valores de pH. Uma vez por semana foram realizadas análises de alcalinidade total, amônia total e nitrito. **Correções do pH da água** - a manutenção do pH da água dentro de limites adequados (próximo de 7,0 a 7,5) era feita através de aplicações de cal hidratada nas caixas em que o pH chegava a 6,5 ou menos (em doses equivalente a 10 g por caixa por aplicação). **Aplicações de uma fonte de carbono** - o melão em pó foi utilizado como fonte de carbono. Como as rações com 36 e 40% de proteína possuem relação C/N próxima de 8:1, a quantidade de melão aplicada foi estimada de modo a prover mais 12:1 de C/N, para se chegar a uma relação próxima de 20:1, considerada adequada para o desenvolvimento das bactérias heterotróficas. Assim, com base nos valores médios semanais de amônia total (78% de N) e de nitrito (30% de N), foi calculada a quantidade de material carbonáceo (melão em pó) a ser aplicada na água. Por exemplo, se o valor médio de amônia total nas 8 caixas era 20 mg/l ( $20 \times 78\% = 15,6$  mg N/l) e o de nitrito 8 mg/l ( $8 \times 30\% = 2,4$  mg N/l), a soma destes valores equivalia ao valor médio estimado de N na água (18 mg N/l). Esse valor era

	Ração 36	Ração 40
Nº. peixes inicial (combinado 4 caixas)	1.017	1.059
Nº. peixes final (combinado 4 caixas)	1.007	1.055
<b>Sobrevivência (%)</b>	<b>99,0%</b>	<b>99,6%</b>
PM inicial (g)	7,2	7,1
PM final (g)	24,8	21,9
Dias	42	42
GDP (g/dia)	0,42	0,35
Biomassa inicial (kg)(4 caixas)	7,32	7,52
Biomassa final (kg)(4 caixas)	24,97	23,07
<b>Consumo ração total (kg) – A</b>	<b>19,40</b>	<b>19,40</b>
<b>Ganho peso total (kg) – B</b>	<b>17,64</b>	<b>15,55</b>
<b>Conversão alimentar (A/B)</b>	<b>1,10</b>	<b>1,25</b>
Biom Inicial / tanque (kg/m <sup>3</sup> )	3,05	3,13
Biom Final / tanque (kg/m <sup>3</sup> )	10,41	9,61
Preço do quilo da ração (R\$/kg)	1,52	1,90
<b>Custo de ração (R\$/kg de juvenil)</b>	<b>1,67</b>	<b>2,37</b>
<b>Temperatura no período variou entre 18 e 26°C</b>		
<b>4 tanques de 600 litros para cada tipo de ração</b>		

**Tabela 1 – Resultados obtidos no ensaio de produção de juvenis de tilápia em sistema experimental com bioflocos** (valores combinados de 4 tanques com 600 litros de água usados para cada tipo de ração)

multiplicado pelos 600 litros de água de cada caixa (18 mg N/l x 600 l = 10.800 mg ou 10,8 g de N por caixa). Assim, a dose de melaço aplicada em cada caixa (doses iguais para todas as caixas) era calculada como 10,8 x 12 = 129,6 g ou 130 g, arredondando.

**O desempenho produtivo** – os resultados do desempenho produtivo com juvenis estão resumidos na Tabela 1. Após 42 dias de ensaio, os alevinos atingiram 22 a 25 g, com ganho de peso individual entre 0,35 e 0,42 g/dia. A biomassa média final foi próxima de 10 kg/m<sup>3</sup>, sem renovação de água. O ganho de peso individual e o incremento em biomassa poderiam ter sido maiores, não fossem as baixas temperaturas da água durante o ensaio (entre 18 e 26°C, no período entre 21/04/2010 a 15/06/2010). Ainda assim, os índices de **conversão alimentar** foram satisfatórios, entre 1,10 e 1,25. A ração com 36% de proteína permitiu reduzir em 30% o custo de ração por quilo de juvenil, com um desempenho de crescimento e conversão alimentar ligeiramente superior ao registrado com a ração com 40% de proteína. Isso indica que pode haver a possibilidade de uma redução adicional nos níveis de proteína das rações criando juvenis de tilápia em sistema de bioflocos, contribuindo ainda mais para a redução do custo de ração por quilo de peixe produzido. Isso é uma possibilidade que iremos avaliar em ensaios futuros. **A sobrevivência média** dos peixes foi superior a 99% para ambas as rações. Não foram encontrados parasitos em raspados de brânquias e da superfície (muco) do corpo de juvenis aleatoriamente

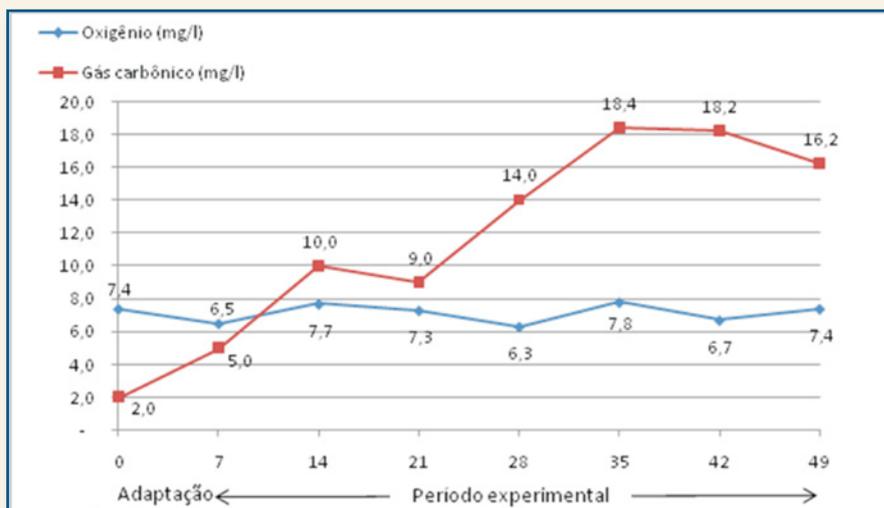
amostrados durante o ensaio. É bem provável que a grande diversidade de microorganismos presentes na água (e nos bioflocos) pode ter exercido acirrada competição com potenciais organismos patogênicos, reduzindo sua proliferação nos tanques experimentais, bem como no trato digestivo dos animais. Essa é uma característica apontada por outros pesquisadores que vêm trabalhando com o sistema de bioflocos com peixes e camarões.

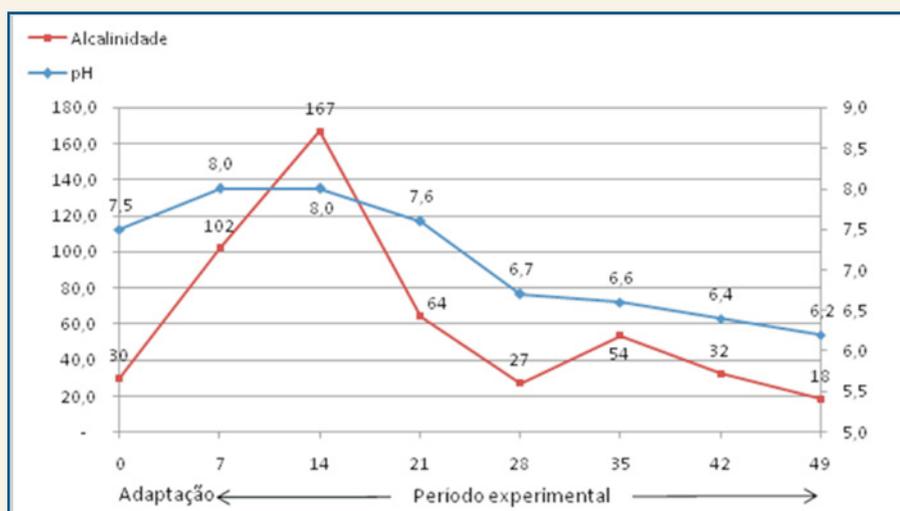
**Qualidade da água durante o ensaio** – A concentração média de **oxigênio dissolvido** foi mantida acima de 6 mg/l durante todo o ensaio, graças à aeração contínua por ar difuso (compressor radial, difusores e “air lift”). Durante eventuais quedas de energia, um gerador era acionado para manter o funcionamento do soprador. Os níveis de **gás carbônico** se elevaram de 2 mg/litro para cerca de 16 mg/l do início ao final do ensaio, em virtude do aumento da biomassa microbiana e dos peixes (maior respiração – Gráfico 1).

### Aspecto da água e evolução dos demais parâmetros de qualidade da água

1º ao 7º dia - Nos dois primeiros dias a água dos tanques ainda se encontrava bem transparente, começando a apresentar um aspecto levemente opaco / leitoso e um tom ligeiramente esverdeado (Foto 2 e 3), indicando que as microalgas já começaram a se beneficiar dos nutrientes aportados através da ração. Os valores de pH e alcalinidade, inicialmente por volta de 7,5 e 30 mg de CaCO<sub>3</sub>/litro, se elevaram para 8,0 e 102 mg/litro, respectivamente, no 7º dia (Gráfico 2).

**Gráfico 1. Evolução dos níveis de oxigênio dissolvido e gás carbônico durante o ensaio de criação de juvenis de tilápia em sistema com bioflocos.** O oxigênio foi mantido pela aeração. No entanto, os níveis de gás carbônico se elevaram de 2 a 16 mg/litro do início ao final do experimento, em virtude da maior intensidade de respiração na água dos tanques (peixes e bactérias)





**Gráfico 2. Evolução do pH e da alcalinidade ao longo do ensaio de criação de juvenis de tilápia em sistema com bioflocos.** Observe que a alcalinidade da água se elevou até o 14º dia e os valores de pH apresentaram ligeira elevação do 7º ao 14º dia, em função do desenvolvimento de fitoplâncton nesta fase inicial do experimento (a água dos tanques ficou ligeiramente esverdeada). O sensível crescimento da população bacteriana do dia 14 em diante provocou aumento na taxa respiratória e na degradação do material orgânico no sistema. Isso eleva a concentração de gás carbônico no sistema e gera acidez, que resulta em progressiva redução no pH da água. A partir do dia 14 também começou a ser mais notada a presença de flocos bacterianos em suspensão na água ou aderidos às laterais dos tanques. Por volta do dia 28 as águas dos tanques começaram a receber aplicações de cal hidratada, para manter o pH acima de 6,5 e restaurar a alcalinidade

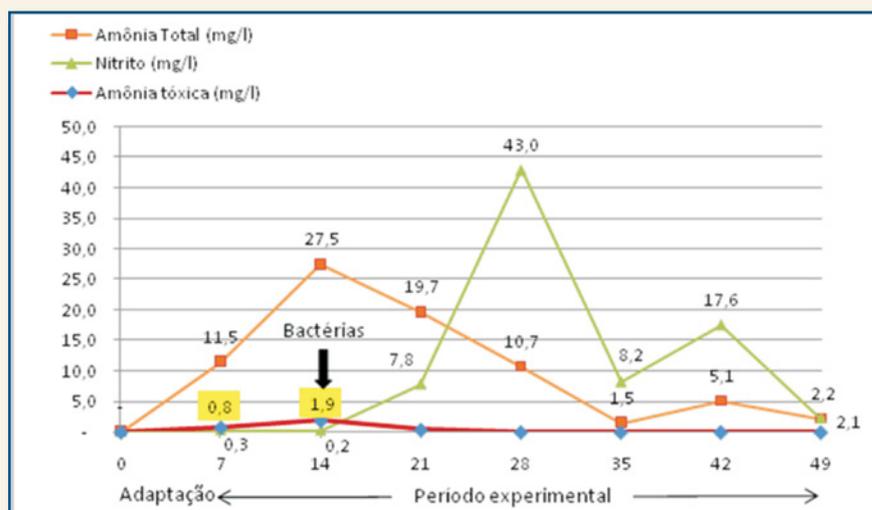
7º ao 14º dia - Por volta do 7º dia a água já apresentava uma cor esverdeada indicando a presença de fitoplâncton (microalgas). A densidade do fitoplâncton aumentou gradativamente com o passar dos dias até próximo do 14º dia. Nas primeiras duas semanas o criador poderá notar uma elevação nos valores de pH da água (devido à fotossíntese) em sistemas expostos à luz. Também notará um aumento na concentração de amônia total na água, visto que a população de bactérias ainda não está bem estabelecida. A concentração média de amônia tóxica chegou a 1,9 mg/l aos 14 dias (Gráfico 3), com valores próximos a 2,5 mg/litro sendo registrado em alguns tanques em caráter transitório, resultando em redução temporária no consumo de alimento, porém sem mortalidade que pudesse ser a isso atribuída.

14º ao 28º dia - Raspando a parede interna dos tanques com os dedos já se pode sentir a presença de um filme bacteriano (limbo) por volta do 14º dia. A partir do 21º dia já é possível notar uma cor marrom na água da maioria dos tanques, ainda ligeiramente esverdeada devido ao fitoplâncton. Esse tom marrom é um indicativo da presença de uma massa bacteriana em suspensão na água, em maior densidade. Os valores de alcalinidade total e pH declinaram a partir do 14º dia até o final do experimento (Gráfico 2), em virtude da geração de gás carbônico e do consumo da alcalinidade nos processos microbianos de decomposição da matéria orgânica e nitrificação. Os valores de pH foram mantidos acima de 6,5 através da adição regular de cal hidratada. Isso

também contribuiu para manter valores de alcalinidade total próximos de 30 mg/litro. Ainda assim, ao final do experimento os valores médios de pH e de alcalinidade total ficaram em 6,2 e 18 mg CaCO<sub>3</sub>/l, comparados aos valores iniciais de 7,5 e 30 mg CaCO<sub>3</sub>/l, respectivamente, para estes parâmetros. Entre o 14º e o 21º dia os níveis de amônia total declinaram rapidamente, enquanto que os de nitrito se elevaram (Gráfico 3), indicando que as bactérias começaram a se estabelecer e trabalhar da forma desejada no sistema, estimuladas pela presença de nitrogênio amoniacal e carbono. Os tanques começaram a apresentar uma formação de espuma

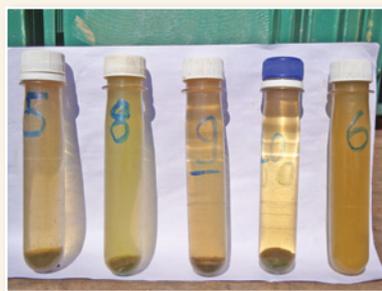
na superfície da água por volta do 21º ao 28º dia (Foto 4). Muitas vezes a espuma ficava bastante espessa, chegando a cobrir quase toda a superfície de uma caixa. Nas paredes laterais dos tanques começou a aparecer uma borra orgânica espessa e de coloração marrom, com odor suave (sem cheiro de putrefação) esse material continha detritos orgânicos e uma grande quantidade de microorganismos aderidos (bactérias, microalgas, protozoários, rotíferos e alguns oligoquetas foram visíveis ao microscópio).

**Gráfico 3. Evolução dos valores médios de amônia total e de nitrito durante o ensaio de criação de juvenis de tilápia em sistema com bioflocos.** A concentração média de amônia total se elevou do início do experimento até o 14º dia, onde atingiu um pico de 27,5 mg/l. Observe que nos dias 7 e 14, em função dos níveis mais elevados de amônia total e do pH ao redor de 8,0, a concentração média de amônia na forma tóxica se elevou para 0,8 e 1,9 mg/litro (valores marcados em amarelo). Em alguns tanques foi registrada uma redução no apetite dos peixes neste momento, ocorrendo sobra de ração. A partir do 14º dia, os valores de amônia total declinaram, e foi registrada uma elevação nos valores de nitrito. Isso indicou que as bactérias começaram a se estabelecer no sistema (bactérias nitrificadoras, que transformam amônia a nitrito, e as heterotróficas, que degradam a matéria orgânica e incorporam amônia e nitrito em proteína microbiana, estimuladas pela adição de C). O pico de nitrito ocorreu no 28º dia (média de 43 mg/l). A partir deste ponto, os níveis de nitrito também começam a declinar, indicando que o sistema estava se aproximando da maturação, ou seja, o estabelecimento das bactérias heterotróficas e formação dos bioflocos. A partir do 35º dia as concentrações de amônia total e de nitrito se estabilizaram em níveis baixos, sem risco aos peixes.





**Fotos 2 a 6** - Evolução do aspecto da água durante o ensaio experimental para a produção de juvenis de tilápia em sistema com bioflocos. Na foto 2 e 3, a água ainda na fase inicial do experimento, com alta transparência e ligeiramente esverdeada. Na foto 4, grande formação de espuma na superfície da água e grande quantidade de limbo bacteriano aderido à parede do tanque. Na foto 5, a espuma já praticamente desapareceu e a água apresenta grande quantidade de bioflocos em suspensão. Na foto 6 podem ser vistas amostras de água dos tanques que foram deixadas decantar por algumas horas, comparada a uma amostra não decantada. Note a quantidade de material orgânico (bioflocos) decantado no fundo dos tubos.



28° a 47° dia – As aplicações de melão em pó tiveram início no 7° dia e foram maiores nas primeiras 4 semanas, em função dos níveis mais elevados de amônia e nitrito na água. Após o 35° dia as doses de melão aplicadas foram cada vez mais reduzidas, com os níveis de amônia e nitrito atingindo valores mais baixos e estáveis. A quantidade de espuma na superfície dos tanques foi diminuindo com o tempo e, por volta do 35° ao 40° dia a maioria dos tanques já não apresentavam mais muita espuma. Neste momento a água apresentou cor marrom mais acentuada, à semelhança de um chá preto (Foto 5). A quantidade de material particulado em suspensão na água aumentou consideravelmente, chegando a representar um volume de sólidos decantados por volta de 8 a 15% do volume total de água (Foto 6). A partir do 28° dia os níveis de amônia total já declinaram para cerca de um terço do pico observado aos 14 dias, e a concentração de nitrito atingiu o valor médio máximo de 43 mg/l. Diversos tanques chegaram a apresentar concentração de nitrito entre 60 e 120 mg/litro. Em um tanque foi registrado o valor máximo de 480 mg/litro, sem sinais de estresse aos peixes. A manutenção da água salinizada a 3,3 ppt, seguramente ajudou a prevenir a intoxicação por nitrito, mantendo elevados níveis de cloreto na água (estimados em 2.000 mg de cloreto por litro), o que equivaleu, neste pico extremo de nitrito de 480 mg/litro, a uma relação de pouco mais de 4 Cl<sup>-</sup> para 1 NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (o mínimo recomendado é de 6:1). Ainda assim, não houve mortalidade que pudesse sugerir a toxidez por nitrito.

Após a colheita dos peixes a água dos tanques, que já conta com uma microflora microbiana estabelecida e estável, pode ser reaproveitada em ciclos seguintes de produção, o que resulta em três das principais

**"Após a colheita dos peixes a água dos tanques, que já conta com uma microflora microbiana estabelecida e estável, pode ser reaproveitada em ciclos seguintes de produção, o que resulta na conservação de água, efluente zero e disponibilidade de nutrientes para os peixes, possibilitando reduzir o uso de ração e os teores de proteína nas mesmas."**



vantagens atribuídas ao sistema de bioflocos: a) conservação de água; b) efluente zero; c) disponibilidade de biomassa microbiana (nutrientes) para os peixes, possibilitando reduzir o uso de ração e os teores de proteína nas mesmas.

### Ensaio em escala comercial na produção de tilápias de 250 g em sistema com bioflocos

Este ensaio foi realizado nas instalações da empresa TOF FISH (Lucena, PB) entre o período de 9 de setembro a 18 de novembro de 2010 em um tanque de 1.200 m<sup>3</sup> de volume de água, com paredes revestidas em alvenaria e provido com aeração contínua. Três aeradores de pás de 1 CV e 6 propulsores de ar de 1 CV – total de 9 CV de aeração foram usados para manter os níveis de oxigênio na água e promover, da melhor forma possível, a circulação de água e a suspensão dos resíduos sólidos (Fotos 7 e 8). A salinidade da água ao longo do experimento variou entre 13 e 18 ppt. O oxigênio dissolvido e a temperatura da água foram monitorados diariamente e os demais parâmetros de qualidade de água (alcalindade total, pH, amônia, nitrito, gás carbônico, transparência e salinidade) foram monitorados uma ou duas vezes na semana.

Cerca de 62.260 juvenis de tilápia com peso médio de 32 g foram transferidos de um tanque berçário para o

**Fotos 7 e 8 – Vista do tanque de 1.200 m<sup>3</sup> usado no ensaio comercial de criação de tilápia em sistema de bioflocos.** Observe a intensa formação de espuma nas primeiras semanas do ensaio. Com a aplicação de carbono e formação dos bioflocos, a espuma começa a desaparecer. Aeradores de pás e propulsores de ar direcionados ao fundo dos tanques foram utilizados para prover oxigênio e manter o material orgânico em suspensão

tanque experimental. Durante o ensaio os peixes foram alimentados com ração extrusada de 32% de proteína e peletes de 3-4 mm. A quantidade de ração ofertada diariamente foi limitada a 70% do valor normalmente empregado na piscicultura para aquela etapa de desenvolvimento. Isso correspondeu a cerca de 2,0 a 2,5% do peso vivo/dia, para a faixa de temperatura, que variou entre 24 e 27°C durante o ensaio.

Um resíduo de uma indústria de macarrão foi utilizado como fonte adicional de carbono para estimular o desenvolvimento das bactérias e a formação de bioflocos. O resíduo de macarrão foi aplicado semanalmente no tanque a uma taxa de 6 g para cada grama de nitrogênio presente na água, de forma a manter uma relação C:N próxima de 16:1

(visto que a ração com 32% de proteína possui relação C:N próxima de 10:1). O ensaio se estendeu por um período de 70 dias, até que os peixes atingissem peso médio próximo a 250 g. As análises de qualidade de água, biometrias, ajustes na alimentação, aplicação de material rico em carbono e outras atividades foram executadas pela equipe da TOP FISH sob nossa coordenação.

Os resultados de desempenho produtivo são resumidos na tabela 2. Em 70 dias os peixes cresceram de 32 a 255 g (ganho diário de peso de 3,2 g/dia), considerado adequado para esta fase, mesmo sob oferta de ração limitada a 70% da oferta regular. Ao todo foram aplicados 12.200 kg de ração (taxa média de alimentação de 174 kg/dia) e 191 kg de resíduo de macarrão. A biomassa de peixes aumentou de 2.011 kg para 14.434 kg no período, passando de 1,7 a 12 kg/m<sup>3</sup> do início ao final do ensaio, sem qualquer renovação de água. A conversão alimentar foi 0,98, valor considerado excelente para esta fase e obtido graças à restrição na oferta de ração e disponibilidade de bioflocos no sistema. A sobrevivência dos peixes foi próxima de 91%. Mais de 70% da mortalidade registrada ocorreu na primeira semana após a transferência dos peixes para o tanque experimental, sendo mais um reflexo do manejo do que das condições do ensaio.

Volume do tanque (m <sup>3</sup> )	1.200
Estimativa do n°. peixes estocados	62.262
Estimativa do n°. peixes ao final	56.471
Sobrevivência (%)	90,7%
Pm inicial (g)	32,3
Pm final (g)	255,6
Ganho de peso (g/dia)	3,19
Dias	70
Biom. Inicial (kg)	2.011
Biom. Final (kg)	14.434
Ração usada (kg)	12.200
Ganho Biomassa (kg)	12.423
Conversão alimentar	0,98
Resíduo macarrão aplicado (kg)	191
Biom. Inicial (kg/m <sup>3</sup> )	1,7
Biom. Final (kg/m <sup>3</sup> )	12,0

**Tabela 2** - Resultados da produção de tilápias de 250 g em um tanque sob sistema de bioflocos bacterianos

Os valores mínimos e máximos dos principais parâmetros de qualidade de água são resumidos na Tabela 3. Os níveis de **oxigênio dissolvido** variaram entre 52 e 89% da saturação, enquanto que o **gás carbônico** se elevou de valores iniciais de 4 para 10 mg/l próximo ao final do ensaio. A concentração de **amônia total** variou entre 0,6 e 12 mg/litro, sendo que o máximo valor de amônia tóxica foi de 0,12 mg/litro, valor considerado seguro para a tilápia. Os valores de nitrito variaram entre 0,2 e 2 mg/litro. Como a propriedade opera com água de salinidade intermediária à água doce e salgada, estes níveis de nitrito estão longe de causar toxidez aos peixes. A alcalinidade total declinou de 100 mg para 60 mg CaCO<sub>3</sub>/l e os valores de pH declinaram de 8,0 para 7,0 do início ao final do experimento. Não foi necessária a aplicação de cal hidratada para corrigir os valores de pH e alcalinidade durante o ensaio. A transparência da água medida com o disco de Secchi reduziu de 60 cm para 25-30 cm do início ao final do ensaio.

"Com base nos índices de desempenho alcançados no ensaio em escala comercial, foi realizada uma estimativa do custo de produção dos juvenis de 250 gramas, considerando como ponto de partida a aquisição de juvenis de 30 gramas a R\$300,00/mil. O custo de produção de uma tilápia de 250 gramas foi R\$2,87/kg, ou R\$0,72/peixe."

**Tabela 3** - Valores mínimos e máximos dos parâmetros de qualidade da água no ensaio em escala comercial com tilápias até 250 g

	MÍNIMO	MÁXIMO
Oxigênio (% SAT)	52,0	89,0
Temperatura (°C)	23,6	27,0
pH	7,0	8,0
Nitrito (mg/l)	0,5	2,0
Amônia Total (mg/l)	0,6	12,0
Amônia Tóxica (mg/l)	0,0	0,12
Salinidade (ppt)	13,0	18,0
Alcalinidade (mg CaCQ/l)	60,0	100,0
Transparência (cm)	25	60
CO <sub>2</sub> (mg/l)	4,0	10,0

### Estimativa do custo de produção de tilápias no sistema de bioflocos

Com base nos índices de desempenho alcançados no ensaio em escala comercial, foi realizada uma estimativa do custo de produção dos juvenis de 250 g, considerando como ponto de partida a aquisição de juvenis de 30 g a R\$ 300,00/mil. O custo de produção de uma tilápia de 250 g foi R\$ 2,87/kg (ou R\$ 0,72/peixe), conforme detalhado na tabela 4. A compra de juvenis de 30 g representou 46% deste custo, a ração 37%, a energia elétrica quase 9% e mão de obra 7%.

Transferindo o custo do juvenil de 250 g (R\$ 2,87/kg) para a fase final de produção (250 a 800 g) foi possível estimar o custo de produção para tilápias de 800 g em sistema de bioflocos. Nessa estimativa assumimos a mesma produção de 12 kg/m<sup>3</sup> usando a mesma potência de aeração instalada, o mesmo volume de tanque (1.200 m<sup>3</sup>) e sobrevivência de 90%. Porém, o tempo deste ciclo de produção foi estipulado em 100 dias, aumentando assim o uso de mão de obra e o consumo de energia nesta fase. A conversão alimentar foi estipulada em 1,6 (com a restrição na oferta de ração e a disponibilidade de bioflocos para o consumo da tilápia). Com base nessas premissas o custo de produção de tilápias de 800 g em sistema de bioflocos foi estimado em R\$ 3,00/kg (Tabela 5). O custo do juvenil de 250 g representou R\$ 1,00/kg (33,33% do custo total de produção). Como o custo deste juvenil traz em si diversos componentes de custo da etapa anterior (juvenis de 30 g, ração, energia elétrica, mão de obra e outros), realizamos então a decomposição destes custos, como pode ser observado na coluna demarcada em azul na tabela 5. Dessa forma foi possível estimar os componentes do custo de produção da tilápia de 800 g, como pode ser apreciado na referida tabela (ração 56%, juvenis 15%, energia elétrica 15%, mão de obra 11% e outras despesas 3%, aproximadamente).

**Tabela 4** - Estimativa do custo de produção de tilápias de 250 g em sistema de bioflocos com base no resultado do ensaio comercial

Itens de despesa	Qtd	Unid	R\$/unid	R\$ total	R\$/kg	Participação
Juvenis de 30g	63	mil	300,00	18.900,00	1,31	45,7%
Ração 32% PB	12.200	kg	1,25	15.250,00	1,06	36,9%
Energia elétrica	11.340	Kw.h	0,32	3.628,80	0,25	8,8%
Mão obra	2,33	meses	1.200,00	2.800,00	0,19	6,8%
Outros	1	unid	800,00	800,00	0,06	1,9%
					<b>2,87</b>	<b>100,0%</b>

## EXCELÊNCIA NA PRODUÇÃO DE ALEVINOS DE TILÁPIA

- Espírito de servir;
- Logística para todo o país;
- Uniformidade nos lotes dos alevinos;
- Acompanhamento pós-venda;
- Responsabilidade sócio-ambiental;
- Equipe qualificada.

Fones: 55 (73) 3256-8836 / 3256-8800 / 9985-1768 \* ITUBERÁ-BA  
www.valedojuliana.com.br



"A necessidade do cliente é a fonte onde brota nossa criatividade"

**Tabela 5** - Estimativa do custo acumulado para a produção de tilápias de 800 g em sistema de bioflocos

Itens de despesa	Qtd	Unid	R\$/unid	R\$ total	R\$/kg	R\$/kg	Particip.
Juvenis 250 g (19.200 unidades)	5.012	kg	2,87	14.367,64	1,00	0,45	15,1%
Ração (CA estimada em 1,6)	15.076	kg	1,25	18.844,39	1,31	0,37	55,7%
Energia elétrica (9 CV de aeração)	15.876	Kw.h	0,32	5.080,32	0,35	0,09	14,6%
Mão obra	3,27	meses	1.200,00	3.920,00	0,27	0,07	11,3%
Outros	1	unid	1.120,00	1.120,00	0,08	0,02	3,2%
				<b>Total</b>	<b>3,00</b>	<b>3,00</b>	<b>100,0%</b>

Condições: 100 dias de ciclo, produção 12 kg/m<sup>2</sup>; tanque de 1200 m<sup>2</sup> CA 1,6; Sobrevivência 90%

Apesar do uso de energia parecer muito intenso no sistema de bioflocos, no ensaio comercial, o custo de energia representou 15% do custo total de produção. O custo de energia acaba sendo diluído pela maior produtividade e pode ser ainda mais minimizado através de um design mais adequado dos tanques de criação, de forma a reduzir a potência de aeração necessária para uma eficiente circulação de água e manutenção dos resíduos orgânicos em suspensão.

Essa estimativa de custo serve para as condições do ensaio comercial aqui apresentado e pode variar dependendo das condições de cada piscicultura e preços regionais. Na opinião deste autor, estes custos de produção podem ser reduzidos com: a) o uso de ração extrusada com menor teor de proteína e menor suplementação mineral e vitamínica (menor custo de ração), em função da grande disponibilidade de bioflocos, que complementam a nutrição protéica (aminoácidos), vitamínica e mineral da tilápia neste sistema de criação; b) design mais apropriado de tanques; c) produção própria do juvenil de 30 g a partir de alevinos pós-revertidos de boa qualidade, também em sistema de bioflocos; d) manutenção de alta produtividade, chegando a 15 ou 18 kg/m<sup>3</sup>, de modo a diluir os custos de mão de obra e aeração, bem como os demais custos fixos de manutenção e operação da piscicultura.

### Considerações finais

O potencial de uso da tecnologia de bioflocos na criação de tilápia fica evidente nos dois ensaios aqui apresentados. Resultados de produções experimentais realizadas em outros países também demonstram esse potencial. O Brasil ainda conta com grande disponibilidade de área e de água para a implantação de sistemas convencionais de criação de peixes (açudes, viveiros e tanques-rede) em diversas regiões. No entanto, a implantação de empreendimentos compactos e intensivos de produção, com a tecnologia de bioflocos, é uma alternativa a ser considerada, principalmente quando a espécie cultivada (no caso a tilápia) se beneficia dos bioflocos como fonte de alimento e há restrições de espaço, água e descarte de efluentes. A tecnologia de bioflocos é um sistema compacto e intensivo de produção que permite

posicionar o empreendimento próximo a grandes centros consumidores e nichos específicos de mercado. Possibilita melhor controle de temperatura, particularmente em regiões com inverno rigoroso. Também pode ser uma escolha quando houver a necessidade de exclusão de potenciais patógenos (por exemplo, na intenção de produzir alevinos de tilápia livres de *Streptococcus*). Outra vantagem dos sistemas compactos de produção é a possibilidade de aproveitamento de instalações muitas vezes já disponíveis (barracões, estábulos, pocilgas, aviários, estufas agrícolas, entre outras). Apesar das vantagens relacionadas, a criação de peixes em sistemas intensivos com bioflocos demanda considerável investimento em instalações e equipamentos (tanques, estufas, aquecedores, bombas, aeradores, sopradores de ar, sistema de back up de energia, etc), que precisam ser adequadamente dimensionados e desenhados para alcançar eficiente operação, produtividade e custo, sendo necessário contar com o suporte de profissionais para auxiliar no planejamento, design, dimensionamento e suporte na operação do sistema.

Mais informações sobre a criação de peixes em sistemas de bioflocos podem ser encontradas nas matérias publicadas nesta revista e relacionadas ao final deste artigo, bem como nos livros “Biofloc Technology” (de Yoram Avnimelech, 2009) e “Piscicultura em sistemas de recirculação e de bioflocos bacterianos” (de Fernando Kubitzka, 2011). ■

#### Saiba mais sobre bioflocos na *Panorama da AQUICULTURA*:

- Edição 96 (Jul/Ago´2006): Cultivos em Meios com Flocos microbianos
- Edição 107 (Mai/Jun´2008): O cultivo com bioflocos: Engorda e formação de matrizes de *Litopenaeus vannamei*
- Edição 109 (Set/Out´2008): “Bio-Floc Systems”: Os avanços, lições e desafios dos sistemas heterotróficos no Brasil
- Edição 115 (Set/Out´2009): Tecnologia de Bioflocos ganha adeptos e chama a atenção nos diferentes continentes