

Panorama da **AQUICULTURA**

CAMARÃO

**A convivência com o
vírus da Mancha Branca**



Uso de antibacterianos na piscicultura: Erros, acertos e riscos • Oxigênio dissolvido e sua importância para o desempenho e saúde dos peixes e camarões • Alimentos funcionais para Aquicultura • Pesquisadores e piscicultores se unem para consolidar a aquicultura ornamental • A piscicultura integrada da cooperativa C.Vale

A água na aquicultura | parte I

Oxigênio dissolvido e sua importância para o desempenho e saúde dos peixes e camarões

Embora haja um consenso quanto à importância da qualidade da água, muitos produtores ainda subestimam os impactos negativos no desempenho produtivo, na saúde dos animais e no resultado econômico dos cultivos de peixes e camarões causados por condições marginais de qualidade de água. Nesta sequência de artigos será discutido o impacto dos principais parâmetros de qualidade de água sobre os resultados dos cultivos. Na primeira parte abordaremos o oxigênio dissolvido. Esse gás é essencial à sobrevivência dos peixes e camarões e a diversos processos biológicos que ocorrem nos ambientes aquáticos. Invariavelmente a concentração de oxigênio é o primeiro fator que limita a produção e a sobrevivência dos animais no cultivo. Daí a necessidade de uso de aeração para manter adequados os níveis de oxigênio na água, particularmente em cultivos intensivos. No entanto, ainda há produtores que negligenciam o monitoramento do oxigênio dissolvido. Sem um monitoramento adequado dos níveis de oxigênio, o manejo da aeração fica ineficiente. Os aeradores são ligados ao acaso, muitas vezes em momentos desnecessários, resultando em aumento de custos, perda de desempenho dos animais e, algumas vezes, morte massiva de peixes e camarões por déficits de oxigênio.



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



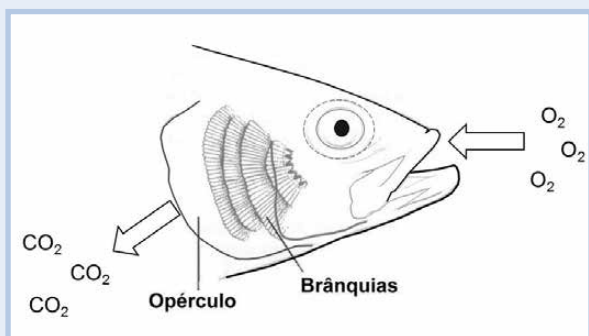


Figura 1. Ilustração da respiração (absorção de oxigênio e excreção de gás carbônico) nos peixes

Oxigênio – fundamentos e dinâmica nos ambientes aquáticos

Através das brânquias, os peixes e camarões realizam a respiração (**Figura 1**). Esse processo envolve a passagem, por difusão, do oxigênio da água para o sangue, e a excreção do gás carbônico do sangue para a água. O oxigênio difundido através das brânquias se liga à hemoglobina (no sangue dos peixes) ou à hemocianina (na hemolinfa dos camarões). Essas proteínas transportam o oxigênio para todos os tecidos e células do animal. Quanto maior for a concentração de oxigênio e menor a de gás carbônico na água, mais facilmente ocorrerá a respiração. O gás carbônico tem efeito antagônico ao oxigênio, e o seu excesso na água pode causar asfixia nos animais aquáticos. Apesar de fácil mensuração com o uso de kits de análises de água, o gás carbônico é um parâmetro de qualidade geralmente esquecido pelos produtores. Níveis de gás carbônico acima de 10 mg/l requerem atenção e práticas corretivas, entre elas a aplicação de calcário (cal ou outros materiais que promovam a elevação da alcalinidade total da água), o controle do fitoplâncton, redução da taxa de alimentação e aumento na intensidade de aeração. Em sistemas com bioflocos (hoje bastante usados nos berçários de camarões e na criação de alevinos de tilápia), a manutenção de níveis seguros de gás carbônico demanda ajustes no pH e na alcalinidade total, aumento na intensidade e eficiência da aeração e remoção de parte dos sólidos em suspensão na água (com o uso de decantadores especiais).

A concentração de oxigênio na água depende de diversos fatores. Por exemplo, *a temperatura*: quanto mais fria a água, mais oxigênio pode ser dissolvido nela; *a salinidade*: quanto mais sais dissolvidos na água, menos oxigênio; e *a fotossíntese e respiração*: em água verdes (com microalgas ou fitoplâncton) a concentração de oxigênio na água se eleva ao longo do dia (devido à fotossíntese realizada pelas algas) e cai durante a noite, pois não há fotossíntese na ausência de luz. No período noturno, a respiração das algas, dos peixes, dos camarões e dos microrganismos que estão nos viveiros e tanques consome o oxigênio excedente do final da tarde. Isso pode levar a déficits de oxigênio durante a madrugada e as primeiras horas da manhã. Diversos outros fatores ambientais (altitude/pressão atmosférica, luminosidade, ventos, chuvas, etc.) e da produção (biomassa estocada, taxa de alimentação, qualidade do alimento, etc.) ainda se combinam para determinar a concentração de oxigênio na água. Isso faz com que cada tanque ou viveiro de cultivo tenha seu próprio regime e níveis de oxigênio e, portanto, necessite de monitoramento individualizado. Apesar de haver testes químicos (por titulação) para mensurar o oxigênio, na prática, a ferramenta mais usada para esse controle é o oxímetro, que possibilita um monitoramento rápido dos níveis de oxigênio nos diversos viveiros e tanques de uma piscicultura. Os oxímetros geralmente mensuram o oxigênio em miligramas por litro (mg/litro) ou em porcentagem

"Diversos fatores ambientais como altitude/pressão atmosférica, luminosidade, ventos, chuvas, etc., e da produção, biomassa estocada, taxa de alimentação, qualidade do alimento, etc., se combinam para determinar a concentração de oxigênio na água. Isso faz com que cada tanque ou viveiro de cultivo tenha seu próprio regime e níveis de oxigênio e, portanto, necessite de monitoramento individualizado."

da saturação (%). Em diversas fazendas o oxigênio é monitorado ao longo do período noturno e os aeradores são acionados quando se atinge um limite de 3 a 4 mg/litro (ou, por exemplo, 40 a 50% da saturação). Existem sensores de oxigênio que podem ser colocados em cada viveiro para monitorar o oxigênio em tempo real (**Figura 2**). Esses sensores geralmente são integrados a um painel de comando que aciona os aeradores sequencialmente, de acordo com a necessidade e a partir de limites de oxigênio pré-estabelecidos.

De acordo com a concentração, uma água pode estar saturada, subsaturada ou supersaturada com oxigênio (**Figura 3**). A 28°C e ao nível do mar, uma água doce está saturada com uma concentração de oxigênio ao redor de 7,8 mg/l (100% da saturação a 0 ppt de sal). No caso de uma água com 40 g de sal/litro, a saturação ocorrerá próxima de 6,3 mg/l (100% saturação a 40 ppt de sal). Podemos então dizer que, para incorporar oxigênio na água do mar, é necessário aplicar muito mais potência de aeração do que em água doce.

Os aeradores de pás, ae-



Figura 2. Sensores de oxigênio em tempo real que comandam o acionamento dos aeradores remotamente

radores do tipo “fonte”, bombas aspersoras, difusores de ar e sistemas de Venturi (**Figura 4**) somente incorporam oxigênio na água se ela estiver subsaturada em oxigênio. O acionamento desses aeradores em uma água supersaturada com oxigênio faz com que esse gás seja perdido para a atmosfera. Portanto, o conceito de saturação de oxigênio na água é importante para o manejo da aeração e definição do momento adequado

de acionamento dos aeradores. Em sistemas de cultivo intensivo, como os sistemas de recirculação e de bio-flocos, os aeradores são mantidos em funcionamento constante, devido ao alto consumo de oxigênio no sistema (pelos animais e também pelos microrganismos associados aos bio-filtros ou aos flocos em suspensão).

Em viveiros com águas verdes (com plâncton), durante o dia a água geralmente está saturada ou supersa-



Equipamentos para aquicultura





Conheça nossa
linha completa de
ALIMENTADORES



(47) 3379-8025

weemac@weemac.com.br
www.weemac.com.br

Qualidade e
Eficiência

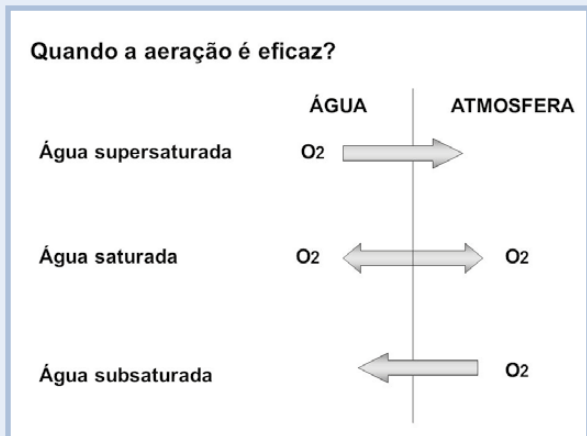


Figura 3. Representação da condição de saturação da água com oxigênio. Uma água saturada mantém sua concentração de oxigênio em equilíbrio com a concentração de oxigênio do ar atmosférico. Já uma água supersaturada, quando essa é agitada por aeradores ou vento, o excesso de oxigênio escapa da água para a atmosfera. O contrário ocorre em uma água subsaturada, na qual a ação dos aeradores e do vento promove a incorporação do oxigênio atmosférico para a água



Figuras 4. Diversos tipos de aeradores usados na aquicultura: a) aeradores de pás; b) aerador do tipo fonte ou bomba vertical; c) aerador em sistema venturi; c) soprador de ar e, d) difusor de membrana



turada em oxigênio (**Figura 5**). Nesse caso, a aeração é aplicada geralmente no período noturno, quando a concentração de oxigênio cai para valores abaixo da saturação.

Efeito do oxigênio dissolvido no desempenho e saúde dos peixes

Em geral, níveis de oxigênio de 60 a 70% da saturação (acima de 4,5 mg/l) são necessários para o adequado desempenho e saúde dos peixes tropicais. A tolerância ao baixo oxigênio varia de acordo com a espécie de peixe e, também, com outros fatores de qualidade da água, como a temperatura e as concentrações de gás carbônico, amônia e nitrito. A tilápia e o tambaqui, por exemplo, são extremamente tolerantes a baixas concentrações de oxigênio dissolvido. Chegam a suportar níveis de oxigênio próximo de zero por várias horas sem morrer. No entanto, a exposição a baixos níveis de oxigênio prejudica o crescimento e a conversão alimentar, até mesmo em espécies tolerantes ao baixo oxigênio. Além disso, peixes frequentemente expostos a baixos níveis de oxigênio (condição conhecida como hipóxia) ficam mais susceptíveis a doenças e menos tolerantes ao manuseio. Na sequência serão discutidos os resultados de alguns estudos sobre a influência do oxigênio dissolvido no desempenho da tilápia e do catfish americano.

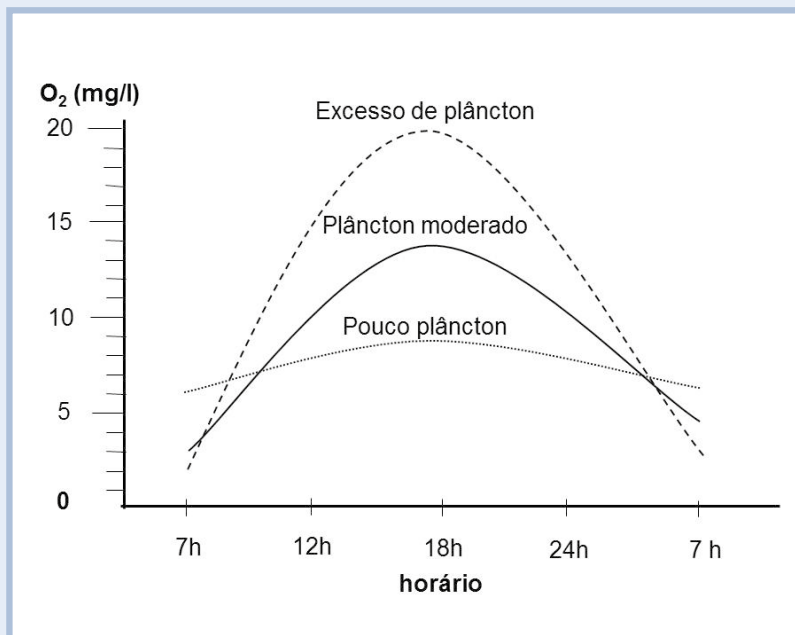


Figura 5. Variação diária do oxigênio dissolvido em águas com diferente abundância de fitoplâncton. O excesso de fitoplâncton (águas muito verdes e de baixa transparência) ocasiona excessiva oscilação diária na concentração de oxigênio na água, com valores muito elevados durante o período da tarde e valores muito baixos pela manhã

Parâmetros	Águas transparentes			Água verde
	Alto (7 mg/l)	Médio (3,4 mg/l)	Baixo (1,2 mg/l)	OD variável (3 a 16 mg/l)
Peso inicial (g)	7,83	8,60	8,23	8,3
Peso final (g)	27,30	13,99	9,81	15,57
Ganho de peso (g/peixe)	19,47	5,39	1,58	7,27
Consumo de ração (g/peixe)	29,30	12,66	8,72	6,95
Conversão alimentar	1,51	2,35	5,52	0,96
Ganho de peso relativo (%)	100%	28%	8%	37%

Tabela 1. Oxigênio dissolvido (OD) e crescimento de juvenis de tilápia do Nilo em sistemas de água transparente (sem plâncton) ou em água com verde (rica em fitoplâncton). Adaptado de Tsadik e Kutty, 1987

Andrews et al 1973			Buentello et al (2000)		
Sat. O ₂	GP (g/peixe)	GP relativo	Sat. O ₂	GP (%)	GP relativo
100%	159	100%	100%	224	100%
60%	124	78%	70%	158	71%
36%	65	41%	30%	100	45%

Tabela 2. Efeito da saturação de oxigênio sobre o ganho de peso (GP) do catfish americano (*Ictalurus punctatus*)

Tsadik e Kutty (1987) observaram que, em sistemas experimentais com água sem plâncton, os juvenis de tilápia mantidos sob níveis de oxigênio próximos de 90% da saturação (7,0 mg/l) ganharam 4 vezes mais peso do que juvenis mantidos a 40% da saturação (3,4 mg/l), e 14 vezes mais peso do que juvenis mantidos a 15% da saturação (1,2 mg/l) (**Tabela 1**). O consumo de alimento reduziu e a conversão alimentar piorou com a redução na concentração de oxigênio. Um quarto grupo de peixes foi mantido em um sistema com água verde, que apresentou variação diurna de oxigênio desde 3 mg/l nas primeiras horas da manhã a até 16 mg/l no final do dia. Essa é uma condição comumente observada em viveiros. Apesar de registrar uma conversão alimentar de 0,96 (demonstrando a grande contribuição do fitoplâncton na nutrição dos juvenis de tilápia), os peixes desse grupo ganharam apenas 37% do ganho de peso registrado nos peixes mantidos na água com oxigênio

constantemente próximo da saturação (7 mg/l).

Em outro estudo (Evans et al, 2003), juvenis de tilápia-do-Nilo foram expostos por 24 horas a concentrações de oxigênio próximas de 1 mg/litro. Estes peixes foram então desafiados com a bactéria *Streptococcus iniae* e apresentaram 27 a 80% de mortalidade. Em contraste, todos os juvenis que foram previamente mantidos sob condições adequadas de oxigênio sobreviveram a esse mesmo desafio.

Dois estudos realizados com o catfish americano demonstraram a redução no ganho de peso dos animais com a exposição a baixos níveis de oxigênio dissolvido (**Tabela 2**). Peixes criados a uma saturação de oxigênio de 30 a 36% apresentaram ganho de peso de apenas 41 a 45% do ganho registrado nos peixes em águas com oxigênio próximo da saturação (100%). Peixes expostos

"A redução nos níveis de oxigênio serve como um indicador de redução geral na qualidade da água. Baixos níveis de oxigênio pela manhã, geralmente implicam em níveis mais elevados de gás carbônico na água. Os baixos níveis de oxigênio são mais frequentes em viveiros com maior taxa de alimentação, onde há uma concentração maior de nutrientes e de plâncton."

NUTRIÇÃO E SAÚDE

Suplementos nutricionais

- Polivitamínico e mineral completo
- Vitamina C monofosfato (35% vitamina C)
- Vitamina C revestida (98% vitamina C)

AERAÇÃO

Difusores de ar

- Difusor circular (disco 20 cm de diâmetro)
- Difusor tubular (17 ou 25 cm)



Mangueiras microperfuradas a laser - para difusão de oxigênio em caixas de transporte de peixes e em tanques de depuração.

Mangueira cristal de 1/2 e 3/4 ” - para sistemas de aeração por ar difuso ou incubadoras.

Registro com junção bilabial - em polietileno para encaixe direto em tubulação de ar ou água.

Bomba submersa 0,5 HP - para circulação e aeração da água em tanques de produção de peixes, hapas de reprodução de tilápia e em tanques de depuração, dentre diversas outras aplicações.

QUALIDADE DA ÁGUA

ACQUA ANÁLISES® kit portátil para

análises de água - pH, amônia total, alcalinidade total, dureza total e gás carbônico.

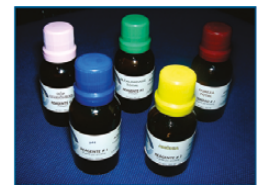


Disco de Secchi



Testes individuais de análises de água

- pH (colorimétrico)
- Alcalinidade total (titulométrico)
- Dureza total (titulométrico)
- Amônia total (colorimétrico)
- Nitrito (colorimétrico)
- Oxigênio dissolvido (titulométrico)



CLASSIFICADOR DE PEIXES

ACQUA GRADE® classificador de peixes com barras ajustáveis para alevinos e juvenis de 0,3 a 30g. Flutuante e leve (5kg), feita em material não corrosível. Dimensões: 55 x 35 x 30cm



PUBLICAÇÕES TÉCNICAS



- Controle financeiro na aquicultura
- Fundamentos da piscicultura em sistemas de recirculação (apostila)
- Nutrição e alimentação dos peixes cultivados
- Planejamento da produção de peixes
- Principais parasitoses e doenças dos peixes cultivados
- Projetos Aquícolas: planejamento e avaliação econômica
- Saúde e manejo sanitário na criação de tilápias em tanques-rede
- Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões
- Reprodução, larvicultura e produção de alevinos de peixes nativos
- Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial
- Transporte de peixes vivos

Tabela 3. Efeito taxa de alimentação (TA – kg/ha/dia) na concentração média de oxigênio dissolvido ao amanhecer (OD manhã) e resultados de sobrevivência (Sob), peso médio final (PF), produção (Prod), conversão alimentar (CA) e custos de ração (Rac), alevinos (Alev) e custo total (CT) do catfish americano cultivado em viveiros sob diferentes densidades de estocagem (DE – px/ha). Adaptado de Tucker et al., 1979

DE px/ha	TA kg/ha/d	OD manhã	Sob %	PF g	Prod. kg/ha	CA	R\$/kg peixe ¹				Lucro ² R\$/ha
							Rac	Alev	Outros	CT	
5.000	34	4,5	99	604	2.990	1,3	2,08	0,66	0,91	3,66	8.503
10.000	56	3,1	93	440	4.100	1,7	2,72	1,25	0,87	4,84	6.810
15.000	78	2,1	83	390	4.860	2,5	4,00	1,59	0,76	6,35	727

¹ Considerando: ração R\$ 1,60/kg; alevinos R\$ 0,40/unid.

² Preço de venda a R\$ 6,50/kg.

continuamente a 60 a 70% da saturação apresentaram ganho de peso intermediário.

Em outro estudo, juvenis de catfish foram continuamente mantidos em condições normais de oxigênio de 6 mg/l ou expostos por duas horas a uma concentração de oxigênio de 2 mg/l (Welker et al 2007). Os peixes expostos ao baixo oxigênio, mesmo que somente por duas horas, apresentaram menor resposta imunológica e, conseqüentemente maior mortalidade (36% contra 12%) após serem desafiados com uma bactéria patogênica (*Edwardsiella ictaluri*). Em estudo em viveiros sob diferentes densidades de estocagem e taxas de alimentação, Tucker et al (1979) observaram que o ganho de peso, a sobrevivência e a conversão alimentar do catfish americano pioraram a medida que os níveis médios de oxigênio pela manhã reduziram de 4,5 para 2,1 mg/l (Tabela 3). A redução nos níveis de oxigênio foi causada pelo aumento na taxa de alimentação (de 34 para 78 kg de ração/ha/dia) em função do aumento da densidade de estocagem de peixes nos viveiros. O interessante de observar nesse trabalho é o fato de, com a mesma ração

e a mesma genética, os resultados de conversão alimentar (1,3, 1,7 e 2,5), crescimento (604, 440 e 390 g) e sobrevivência (99, 93 e 83%) terem sido bem distintos. Isso claramente demonstra o impacto da qualidade da água no desempenho e no bem estar e saúde dos peixes. A redução nos níveis de oxigênio serve como um indicador de redução geral na qualidade da água. Baixos níveis de oxigênio pela manhã, geralmente implicam em níveis mais elevados de gás carbônico na água. Os baixos níveis de oxigênio são mais frequentes em viveiros com maior taxa de alimentação, onde há uma concentração maior de nutrientes e de plâncton (algas). Maior taxa de alimentação e maior quantidade de plâncton implica em uma maior carga orgânica nos viveiros, maior oscilação no pH, níveis mais elevados de amônia e de outros compostos tóxicos que podem comprometer o bem estar e a saúde dos peixes. Na tabela 3 é feita um exercício de cálculo para avaliar o resultado econômico do cultivo de catfish em cada uma das densidades avaliadas. Observe o grande impacto do custo da ração (indiretamente, o impacto da conversão alimentar) no custo total

de produção. Podemos notar nesse exemplo, que nem sempre produzir mais implica em maior lucratividade (R\$/ha/ano). Supondo que todos os tamanhos de peixe produzidos pudessem ser comercializados a R\$ 6,50/kg, o cultivo em menor densidade (5.000 px/ha), no qual a conversão alimentar e a sobrevivência dos peixes foram otimizadas e a produção foi de 2.990 kg/ha, resultaria em lucro bruto de R\$ 8.503/ha, contra apenas R\$ 727/ha na maior densidade (15.000 px/ha). O estudo de Tucker e colaboradores foi realizado em uma época em que os produtores de catfish não dispunham de equipamentos de aeração. No momento atual, os produtores de catfish empregam aeração de emergência, que possibilita alcançar produções acima de 9.000 kg/ha com índices de conversão alimentar entre 1,8 e 2,2. O uso eficaz da aeração, impedindo a ocorrência de baixos valores de oxigênio, pode melhorar significativamente os resultados produtivos e econômicos dos cultivos. Ainda assim, esse estudo é um clássico e pode servir como base para um curso completo de qualidade da água e economia aplicada à aquicultura.

Há poucos estudos sobre o impacto dos níveis de oxigênio no desempenho de peixes nativos. Para o jundiá cinza foi observado redução no ganho de peso e piora na conversão alimentar quando os níveis de oxigênio nos aquários experimentais declinaram de 7,5 a 1,3 mg/l (Maffezzoli e Nuñez, 2006). Para a piracanjuba, a redução nos níveis de oxigênio na água prejudicou a conversão alimentar (Zaniboni filho et al, 1998). Portanto, os produtores que trabalham com peixes nativos no Brasil também devem esperar reduções no desempenho e comprometimento da saúde em peixes expostos a baixos níveis de oxigênio.

Efeitos da hiperóxia nos peixes

Hiperóxia se refere a uma condição de supersaturação de oxigênio na água (acima de 100%). Estudos com diversas espécies de peixes demonstram que o crescimento e a conversão alimentar são melhores em águas supersaturadas em oxigênio, comparado ao cultivo em águas próximas da saturação (normóxia). Bombear água através das brânquias implica em considerável custo de energia aos peixes. Em águas supersaturadas, os peixes apresentam reduzida taxa de ventilação branquial, e assim uma considerável economia de energia. Ainda assim o consumo de oxigênio é aumentado, o que acelera o metabolismo dos animais. Os peixes consomem mais alimento e o transforma de maneira mais eficiente, melhorando não apenas o crescimento, mas também a conversão alimentar. A hiperóxia ocorre em viveiros com águas verdes ao longo do dia, devido à significativa síntese e difusão de oxigênio através da fotossíntese realizada pelas microalgas. Em sistemas de recirculação e bioflocos, uma condição de hiperóxia pode ser estabelecida com a incorporação de oxigênio (via oxigênio comprimido ou oxigênio líquido), usando difu-

sores de microbolhas ou colunas de incorporação de oxigênio. Os benefícios econômicos do uso da hiperóxia precisam ser previamente estimados.

Efeito do oxigênio dissolvido no desempenho e saúde dos camarões

Níveis de oxigênio acima de 70% da saturação devem ser mantidos no cultivo de camarões marinhos. Na água salgada a 40 ppt essa porcentagem da saturação equivale a 4,4 mg/l de oxigênio a uma temperatura de 28°C. A aeração é uma ferramenta importante em cultivos intensivos de camarão. Em estudo realizado por Nonwachai et al (2011) com o camarão branco do Pacífico (**Tabela 4**), a sobrevivência e o ganho de peso foram impactados pela redução nos níveis de oxigênio na água dos tanques experimentais. Camarões criados em água com níveis de oxigênio acima de 4 cresceram mais rápido e apresentaram maior sobrevivência comparado a camarões que foram mantidos sob baixo oxigênio. Camarões expostos a níveis baixos de oxigênio apresentaram menor contagem de células sanguíneas (hemócitos) e reduzida resposta imunológica (menor fagocitose, e menor atividade de enzimas, como a fenoloxidase e a superóxido dismutase, que atuam na ativação de importantes mecanismos de defesa imunológica nos camarões). Como resultado, camarões previamente

expostos a baixo oxigênio apresentaram menor sobrevivência após desafio com *Vibrio Harvey*.

Em um estudo com a produção combinada de *L. vannamei* e *L. styliros-tris* avaliou-se o momento mais adequado para iniciar a aeração (**Tabela 5**). Os propulsores de ar (“venturi propellers”) eram acionados quando a concentração de oxigênio atingia 65%, 40% ou 15% da saturação. A sobrevivência, produção e a conversão alimentar foram melhores nos viveiros onde a aeração teve início a 65% da saturação de oxigênio, comparada com os viveiros em que a aeração foi iniciada mais tarde, a 40 ou 15% da saturação (**Tabela 5**). O custo de energia aumentou com o acionamento dos aeradores mais cedo. No entanto, a maior sobrevivência dos animais nos viveiros em que a aeração teve início a 65% da saturação de oxigênio, aliada a uma conversão alimentar mais eficiente, proporcionou maior produção e lucro líquido por hectare de viveiro, comparada às demais estratégias de acionamento dos aeradores.

Considerações finais

Fica clara, portanto, a necessidade de manter adequados níveis de oxigênio nos cultivos de peixes e camarões através do uso de aeração. Nos cultivos intensivos, em sistemas de recirculação e de bioflocos, a aeração

Tabela 4. Efeito dos níveis de oxigênio dissolvido (OD em mg/l) sobre o peso final, sobrevivência, resposta imunológica e tolerância do camarão branco do Pacífico, *Litopenaeus vannamei* à infecção por *Vibrio harvey* (Nonwachai et al, 2011)

	OD (mg/l)		
	> 4	2 a 4	< 2
Peso final (g)	28,2	25,0	25,9
Sobrevivência (%)	92,0	81,0	57,0
Total de hemócitos (x 105/ml)	201,0	199,0	161,0
Percentual de fagocitose	37,3	37,0	26,3
Atividade da fenoloxidase	299,0	289,0	268,0
Superóxido dismutase (unid/ml)	47,9	45,1	36,0
Sobrevivência a <i>Vibrio harveyi</i>	56%	40%	26%



Berçário de camarão com intensa aeração em sistema de bioflocos

é provida continuamente, mantendo níveis adequados e estáveis de oxigênio, e contribuindo com a remoção do excesso de gás carbônico presente na água. Em viveiros, normalmente a aeração é aplicada mais no período noturno (aeração suplementar), minimizando

tanto o risco de ocorrência de baixos níveis de oxigênio, como a amplitude de variação diária na concentração de oxigênio. No entanto, também é recomendável o acionamento dos aeradores nos horários de pico de fotossíntese (entre 12:00 e 14:00), em especial em

viveiros com mais de 1,8 m de profundidade e em regiões de pouco vento. A circulação reduz a estratificação vertical da água (estratificação física e química) e incorpora grande quantidade de oxigênio nos estratos mais profundos dos viveiros. Mais informações sobre os benefícios da circulação da água em viveiros e açudes podem ser encontradas em artigo publicado na edição 151 (*Panorama da AQUICULTURA*, setembro, outubro 2015). ■

Tabela 5. Efeito do momento de início da aeração suplementar (de acordo com a saturação de oxigênio na água) sobre a produção, sobrevivência (sob), conversão alimentar (CA), uso de energia e lucro líquido na produção conjunta de *L. vannamei* e *L. stylirostris* em viveiros (McGraw et al 2001)

Início da aeração a	Prod. kg/ha	Sob. vannamei	Sob. stylirostris	CA	Uso de energia kW.h/kg	Lucro líquido (US\$/ha)
15% sat (1,1 mg/l)	2976	42%	24%	2,64	1,15	20.147
40% sat (2,8 mg/l)	3631	55%	32%	2,21	1,37	24.545
65% sat (4,6 mg/l)	3975	61%	47%	1,96	2,27	26.696

Nos próximos artigos dessa sequência:

Parte 2 – A relação pH, gás carbônico, alcalinidade total e dureza total e suas influências no desempenho e saúde dos peixes e camarões.

Parte 3 – O impacto da amônia e do nitrato sobre o desempenho e a saúde dos peixes e camarões.

Parte 4 – Influência de outras substâncias e elementos presentes na água de cultivo sobre o desempenho e saúde dos peixes e camarões.