

## Boas práticas de manejo para manter concentrações adequadas de oxigênio dissolvido em viveiros de piscicultura

*Julio Ferraz de Queiroz<sup>1</sup>*

*Rita Carla Boeira<sup>2</sup>*

### Introdução

O sucesso da produção intensiva de peixes em viveiros depende de vários fatores técnicos e ambientais. A concentração de oxigênio dissolvido (OD) é um dos fatores ambientais de maior importância para a sobrevivência dos peixes e a rentabilidade dos sistemas produtivos. A intensificação dos sistemas de produção, com maiores densidades de peixes e maiores taxas de arraçoamento, leva a aumentos proporcionais na demanda de OD na água dos viveiros.

Em consequência, é comum que ocorra, à noite, uma queda abrupta de OD na água devido ao grande consumo de oxigênio pelos peixes, fitoplâncton e bactérias existentes na água e nos sedimentos do fundo dos viveiros. Essa é uma das principais causas da ocorrência de grandes mortalidades de peixes nos viveiros de produção intensiva. Muitos piscicultores tentam contornar esse problema efetuando trocas de água emergenciais e rotineiras

ao invés de providenciar a instalação de aeradores mecânicos nos viveiros. Na realidade, essa prática não tem sido efetiva para aumentar a concentração de OD e, ainda, tem causado problemas ambientais decorrentes da drenagem da água dos viveiros nos corpos de água adjacentes às pisciculturas.

O objetivo deste Comunicado Técnico é apresentar um conjunto de Boas Práticas de Manejo (BPM) para manter uma concentração adequada de OD em viveiros de piscicultura, uma vez que a troca de água dos viveiros não é um método efetivo e ambientalmente sustentável, conforme demonstrado por meio de alguns exemplos práticos.

### Oxigênio Dissolvido (OD)

Um fator bastante crítico para a produção intensiva de peixes em viveiros é o declínio da concentração de OD durante a noite, resultando em grandes prejuízos para o piscicultor devido à mortalidade dos peixes. Além disso, nos viveiros onde a concen-

<sup>1</sup> Oceanólogo, Doutor em Ciências Agrárias, Pesquisador, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, julio.queiroz@embrapa.br.

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma, Doutora em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisadora, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, rita.boeira@embrapa.br.

tração de OD é reduzida a níveis muito baixos de forma repentina, ou se mantêm em níveis críticos por longos períodos, os peixes não se alimentam e não crescem no ritmo esperado e, ainda, ficam predispostos a contrair doenças e parasitas. Nesses casos, a aeração de emergência com aeradores mecânicos deve ser imediatamente utilizada quando a concentração de OD for menor que 2,0 mg/L (TUCKER; HARGREAVES, 2008).

Em geral, os piscicultores não conhecem práticas confiáveis para prever se a concentração de OD atingirá níveis inferiores a 2,0 mg/L durante a noite. A prática comum tem sido fazer medições da concentração de OD durante a noite ou, então, se basear em regras empíricas e experiências passadas por outros produtores, fechando assim um círculo vicioso de trocas de água ineficientes e desnecessárias.

Nas pisciculturas onde são usados aeradores mecânicos nos viveiros, a aeração de emergência é frequentemente utilizada de modo desnecessário, ou em alguns casos, não é utilizada quando é preciso. Ambas as situações representam um desperdício de energia e implicam em um aumento direto nos custos de produção.

Como a troca de água emergencial não resolve o problema e ainda resulta no aumento de custos, o ideal é que os piscicultores façam medições rotineiras da concentração de OD para determinar com precisão quais são os limites máximos e mínimos dessa concentração durante o período noturno para cálculo da necessidade específica de aeração. Durante o dia, em geral, não é necessária a aeração mecânica, já que as concentrações de OD normalmente são altas. Entretanto, as concentrações de OD declinam durante a noite e o período compreendido entre a meia noite e às 7 horas da manhã é sem dúvida o mais crítico (BOYD; QUEIROZ, 2004; TIDWELL, 2012).

De modo geral, cada unidade em hp – cavalos de força do inglês horsepower - de potência dos aeradores mecânicos permite um acréscimo aproximado de cerca 500 kg/ha de peixes na produção em comparação ao que poderia ser obtido em viveiros sem aeração (BOYD, 1997). Portanto, é fundamental que os piscicultores e todos aqueles que, de uma forma direta ou indireta, trabalham com organismos aquáticos, tenham um bom conhecimento sobre os

vários fatores que afetam a concentração de OD nos viveiros de aquicultura.

As principais fontes de oxigênio na água são a fotossíntese, a difusão do ar através da interface ar e água e a entrada de água nos viveiros. A concentração de oxigênio depende diretamente da presença de matéria orgânica e nutrientes nos viveiros de piscicultura, e também da biomassa de macrófitas; densidade de fitoplâncton; quantidade de sólidos em suspensão; turbidez; grau de eutrofização do ambiente; taxa de renovação de água; supersaturação na camada eufótica – camada de água que recebe luz solar suficiente para que ocorra a fotossíntese; consumo de oxigênio durante a noite; e variação na concentração de oxigênio entre o dia e a noite.

Considera-se a água saturada de oxigênio quando a concentração de OD for igual àquela que teoricamente seria possível a uma determinada temperatura, pressão atmosférica e salinidade, denominada como concentração de saturação (Cs). A difusão de oxigênio ocorre quando houver uma diferença de pressão do oxigênio entre o ar e a água dos viveiros. Quando a concentração de oxigênio na água dos viveiros for menor do que concentração de saturação (Cs) irá ocorrer a difusão do oxigênio do ar para a água. E, quando a concentração de oxigênio na água for maior do que a concentração de saturação (Cs) irá ocorrer a difusão do oxigênio da água para o ar. O percentual de saturação de OD na água aumenta com a diminuição da temperatura e da pressão atmosférica (altitude), e nessas condições a água consegue reter uma quantidade maior de OD. Por outro lado, com o aumento da salinidade diminui o percentual de saturação de OD na água.

Como exemplo, Boyd e Tucker (1998) citam que um aumento de temperatura de 15°C para 30°C em grandes altitudes, isto é, acima de 1.000 metros, reduz a concentração de OD na água de 8,6 mg/L para 6,6 mg/L. Isso significa que a concentração de OD nessas condições – 1.000 m de altitude e temperatura de 30°C - a concentração de OD será no máximo de 6,6 mg/L, de modo que o uso de aeradores não irá contribuir para elevar a concentração de OD acima de 6,6 mg/L (Cs).

O grau de saturação de OD na água é expresso como porcentagem de saturação e pode ser calculado pela seguinte equação:

$$\% \text{ saturação} = (\text{concentração OD na água} \div \text{concentração OD ponto de saturação}) \times 100$$

Por exemplo, se a pressão barométrica for igual a 760 mm (nível do mar), se a temperatura da água for 20°C e a concentração de OD for 11 mg/L, o percentual de saturação de OD será igual a:  $(11,0/9,08^*) \times 100 = 121,1\%$ .

\* valor corresponde à saturação de OD para as condições dadas no exemplo, é encontrado na (Tabela 1).

**Tabela 1.** Solubilidade de oxigênio (mg/L) na água em diferentes temperaturas e salinidades a 760 mm de Hg. Fonte: Boyd e Tucker (1992).

Temperatura (°C)	Salinidade (ppt)									
	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00	30,00	35,00	40,00	
0	14,60	14,11	13,64	13,18	12,74	12,31	11,90	11,50	11,11	
1	14,20	13,72	13,27	12,82	12,40	11,98	11,58	11,20	10,82	
2	13,81	13,36	12,91	12,49	12,07	11,67	11,29	10,91	10,55	
3	13,44	13,00	12,58	12,16	11,76	11,38	11,00	10,64	10,29	
4	13,09	12,67	12,25	11,85	11,47	11,09	10,73	10,38	10,04	
5	12,76	12,34	11,94	11,56	11,18	10,82	10,47	10,13	9,80	
6	12,44	12,04	11,65	11,27	10,91	10,56	10,22	9,89	9,57	
7	12,13	11,74	11,36	11,00	10,65	10,31	9,98	9,66	9,35	
8	11,83	11,46	11,09	10,74	10,40	10,07	9,75	9,44	9,14	
9	11,55	11,18	10,83	10,49	10,16	9,84	9,53	9,23	8,94	
10	11,28	10,92	10,58	10,25	9,93	9,62	9,32	9,03	8,75	
11	11,02	10,67	10,34	10,02	9,71	9,41	9,12	8,83	8,56	
12	10,77	10,43	10,11	9,80	9,50	9,21	8,92	8,65	8,38	
13	10,52	10,20	9,89	9,59	9,29	9,01	8,73	8,47	8,21	
14	10,29	9,98	9,68	9,38	9,10	8,82	8,55	8,29	8,04	
15	10,07	9,77	9,47	9,19	8,91	8,64	8,38	8,13	7,88	
16	9,86	9,56	9,28	9,00	8,73	8,47	8,21	7,97	7,73	
17	9,65	9,36	9,09	8,82	8,55	8,30	8,05	7,81	7,58	
18	9,45	9,17	8,90	8,64	8,38	8,14	7,90	7,66	7,44	
19	9,26	8,99	8,73	8,47	8,22	7,98	7,75	7,52	7,30	
20	9,08	8,81	8,56	8,31	8,06	7,83	7,60	7,38	7,17	
21	8,90	8,64	8,39	8,15	7,91	7,68	7,46	7,25	7,04	
22	8,73	8,48	8,23	8,00	7,77	7,54	7,33	7,12	6,91	
23	8,56	8,32	8,08	7,85	7,63	7,41	7,20	6,99	6,79	
24	8,40	8,16	7,93	7,71	7,49	7,28	7,07	6,87	6,68	
25	8,24	8,01	7,79	7,57	7,36	7,15	6,95	6,75	6,56	
26	8,09	7,87	7,65	7,44	7,23	7,03	6,83	6,64	6,46	
27	7,95	7,73	7,51	7,31	7,10	6,91	6,72	6,53	6,35	
28	7,81	7,59	7,38	7,18	6,98	6,79	6,61	6,42	6,25	
29	7,67	7,46	7,26	7,06	6,87	6,68	6,50	6,32	6,15	

Continua...

**Tabela 1.** Continuação.

Temperatura (°C)	Salinidade (ppt)									
	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00	30,00	35,00	40,00	
30	7,54	7,33	7,14	6,94	6,75	6,57	6,39	6,22	6,05	
31	7,41	7,21	7,02	6,83	6,64	6,47	6,29	6,12	5,96	
32	7,29	7,09	6,90	6,72	6,54	6,36	6,19	6,03	5,87	
33	7,17	6,98	6,79	6,61	6,43	6,26	6,10	5,94	5,78	
34	7,05	6,86	6,68	6,51	6,33	6,17	6,01	5,85	5,69	
35	6,93	6,75	6,58	6,40	6,24	6,07	5,91	5,76	5,61	
36	6,82	6,65	6,47	6,31	6,14	5,98	5,83	5,68	5,53	
37	6,72	6,54	6,37	6,21	6,05	5,89	5,74	5,59	5,45	
38	6,61	6,44	6,28	6,12	5,96	5,81	5,66	5,51	5,37	
39	6,51	6,34	6,18	6,02	5,87	5,72	5,58	5,44	5,30	
40	6,41	6,25	6,09	5,94	5,79	5,64	5,50	5,36	5,22	

## Determinação do Consumo de OD em Viveiros de Piscicultura

A troca de água rotineira praticada nos viveiros de piscicultura é um exemplo de prática usual ineficiente. Há razões para trocar a água dos viveiros em condições específicas, como por exemplo retirar o excesso de nutrientes e de fitoplâncton dos viveiros e, em alguns casos, reduzir a concentração de amônia e aumentar a concentração de OD com a entrada de água com concentrações mais elevadas de OD. Porém, a troca de água diária não aumenta a concentração de OD e, tampouco, há melhorias significativas na qualidade de água. O resultado do uso dessa prática é o aumento dos custos de produção devido aos elevados custos com bombeamento da água e também dos impactos ambientais causados pela drenagem da água dos viveiros para os corpos de água naturais em torno dos viveiros de piscicultura.

Além disso, é importante considerar que as comunidades biológicas – fito e zooplâncton - existentes nos viveiros são altamente eficientes para assimilar os aportes de carbono, nitrogênio e fósforo contidos nas sobras das rações que não foram consumidas e, portanto, não convertidos em biomassa de peixes. Assim, se o percentual de troca de água for muito elevado essas substâncias serão drenadas dos viveiros antes de serem assimiladas (BOYD; TUCKER, 1995; LUCAS; SOUTHGATE, 2012).

A troca frequente de água também potencializa o efeito poluente dos viveiros de piscicultura na região em que se localizam. Isso ocorre porque muitas vezes a carga orgânica e a quantidade de sedimentos

em suspensão contidos nos efluentes dos viveiros estão acima dos padrões recomendados pelos órgãos ambientais (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2005, 2011).

Portanto, deve-se considerar que do ponto de vista econômico e ambiental a troca de água somente deverá ser feita quando estritamente necessária. Um exemplo que demonstra que a troca de água não deve ser frequente é a produção de bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) nos Estados Unidos, onde não se faz troca de água frequente. Lá esses viveiros são drenados em média a cada 6 anos conforme verificado por um estudo realizado pelo Sistema Nacional de Monitoramento de Sanidade Animal - National Animal Health Monitoring System (1997). No Brasil não existem estudos conclusivos a esse respeito.

Resumidamente, a determinação do consumo de OD nos viveiros de piscicultura deve considerar dois fatores fundamentais: a concentração de OD disponível e a desejada nos viveiros ao amanhecer.

#### Quantidade de OD no viveiro:

- Concentração de OD ao amanhecer = OD anoitecer + OD ganho por difusão – (OD consumido pelos peixes + OD consumido pelo fitoplâncton + OD consumido pelas bactérias)

#### Quantidade de OD desejada para a troca de água:

- Concentração de OD desejada para troca de água = OD mínimo desejado ao amanhecer – OD calculado ao amanhecer

Portanto,

$$\text{Troca de água (\%)} = (\text{OD necessário} \div \text{OD na água do lado de fora do viveiro}) \times 100$$

Na Tabela 2 estão relacionadas as informações necessárias, e também as variáveis a serem medidas para calcular o percentual de troca de água dos viveiros de aquicultura em função do declínio da concentração de OD durante a noite.

O consumo de OD pelos peixes em condições normais (20°C a 28°C) é de 300 mg de O<sub>2</sub>/kg peixe/hora (BOYD; TUCKER, 1998).

**Tabela 2.** Variáveis utilizadas para calcular o percentual de troca de água em função do declínio de OD nos viveiros de piscicultura durante a noite.

* Consumo de OD	Quantidade
Consumo de O <sub>2</sub> /kg peixe/hora	300 mg
Consumo de O <sub>2</sub> por 0,70 kg peixe/m <sup>3</sup> (300 x 0,70)	210 mg/m <sup>3</sup>
Consumo de O <sub>2</sub> por 0,70 kg peixe/L	0,21 mg/L
Consumo de O <sub>2</sub> por 0,70 kg peixe/ durante 12 horas à noite (0,21 x 12)	2,52 mg/L
Consumo de O <sub>2</sub> / fitoplâncton e bactérias durante a noite (30% consumido pelos peixes, 70% consumido pelo fitoplâncton e pelas bactérias) (2,52 mg x 70/30)	5,88 mg/L
Total consumo de O <sub>2</sub> durante 12 horas à noite (peixes + fitoplâncton e bactérias) (2,52 + 5,88)	8,4 mg/L
Ganho de O <sub>2</sub> pela difusão durante a noite	2,0 mg/L
* Concentração de O <sub>2</sub> na água do viveiro de piscicultura ao anoitecer (exemplo)	6,0 mg/L
Concentração mínima aceitável de O <sub>2</sub> na água do viveiro de piscicultura ao amanhecer	3,0 mg/L
* Concentração de O <sub>2</sub> na água do rio utilizada para abastecer o viveiro de piscicultura (exemplo)	8,0 mg/L

\* Essas variáveis devem ser medidas no campo com o auxílio de um oxímetro.

## Exemplos para Determinação do Consumo de OD

### Exemplo 1:

- Tomando-se como referência uma biomassa de 7.000 kg de peixes em um viveiro de 1 ha e com um volume aproximado de 10.000 m<sup>3</sup>, o que equivale a 0,70 kg de peixe/m<sup>3</sup>, o consumo de oxigênio pelos peixes será igual a 210 mg de O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>/hora (300 mg de O<sub>2</sub>/kg peixe/hora x 0,70 kg de peixe/m<sup>3</sup>). Isso significa que o consumo de oxigênio no viveiro será igual a 0,21 mg O<sub>2</sub> /L/ hora. O consumo de oxigênio durante a noite (período de 12 horas) pelos peixes será igual a 2,52 mg/L (0,21 mg/L/hora de O<sub>2</sub> multiplicado por 12 horas), e considerando que os peixes consomem 30% do OD, isso implica que os restantes 70% serão consumidos pelo fitoplâncton e pelas bactérias existentes no próprio viveiro, cujo consumo será igual a 5,88 mg/L [(2,52 mg/Lx70) /30], resultando em um consumo global (peixes, fitoplâncton e bactérias) durante a noite (período de 12 horas) igual a 8,4 mg/L de O<sub>2</sub> (2,52 mg/L + 5,88 mg/L).
- Durante a noite ainda é preciso considerar o ganho de OD nos viveiros por difusão entre a superfície da água e a atmosfera, o que frequentemente é de 2,0 mg/L. Para este exemplo, considera-se que a concentração de OD na água do viveiro ao anoitecer é igual a 6,0 mg/L e que a concentração de OD da água utilizada para abastecer o viveiro é igual a **8,0 mg/L**.

Onde:

Concentração de OD no viveiro ao amanhecer:

- Concentração de OD ao amanhecer = OD anoitecer + OD ganho – OD consumido, ou
- Concentração de OD ao amanhecer = OD anoitecer + OD difusão – (OD consumido pelos peixes + OD consumido pelo fitoplâncton + bactérias)
- Concentração de OD ao amanhecer = (6,0) + (2,0) – (2,52 + 5,88)
- Concentração de OD ao amanhecer = – 0,4 mg/L (déficit de oxigênio que deve ser resolvido com o uso de aeração mecânica de modo a evitar condições anaeróbias nos viveiros)

Concentração de OD desejada para a troca de água:

- Concentração de OD desejada para troca de água = OD mínimo desejado ao amanhecer – OD calculado ao amanhecer
- Concentração de OD desejada para troca de água = 3,0 – (– 0,4)
- Concentração de OD desejada para troca de água = 3,4 mg/L

Considerando-se, no Exemplo 1, que a concentração de OD na água do lado de fora do viveiro seja igual a 8,0 mg/L, então a taxa de troca de água será igual a:

$$\text{Taxa de troca de água (\%)} = (3,4 \div 8,0) \times 100 = 42,5\%$$

### Exemplo 2:

Para este exemplo serão considerados os mesmos dados do exemplo anterior:

- Biomassa de 7.000 kg de peixes
- Viveiro de 1 ha
- Volume aproximado de 10.000 m<sup>3</sup>
- Densidade de 0,70 kg de peixe/m<sup>3</sup>
- Consumo de oxigênio pelos peixes igual a 210 mg de O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>/hora (300 mg de O<sub>2</sub>/kg peixe/hora x 0,70 kg de peixe/m<sup>3</sup>)
- Consumo de oxigênio no viveiro igual a 0,21 mg O<sub>2</sub> /L/hora
- Consumo de oxigênio durante a noite (período de 12 horas) pelos peixes iguais a 2,52 mg/L (0,21 mg/L/hora de O<sub>2</sub> multiplicado por 12 horas)
- Peixes consomem 30% do OD
- 70% OD restante consumidos pelo fitoplâncton e pelas bactérias existentes no próprio viveiro, cujo consumo é igual a 5,88 mg/L [(2,52 mg/L x 70) /30]
- Consumo global (peixes, fitoplâncton e bactérias) durante a noite (período de 12 horas) igual a 8,4 mg/L de O<sub>2</sub> (2,52 mg/L + 5,88 mg/L)

- Ganho de OD à noite nos viveiros por difusão entre a superfície da água dos viveiros e a atmosfera é de 2,0 mg/L.

Para este exemplo, o único valor diferente considerado é a concentração de OD no viveiro ao anoitecer:

- Concentração de OD na água do viveiro ao anoitecer é igual a **8,0 mg/L** e a concentração de OD da água utilizada para abastecer o viveiro é igual a **8,0 mg/L**.
- Obs.: Na Tabela 2 estão relacionadas às informações necessárias, e também as variáveis que necessitam serem medidas para calcular o percentual de troca de água dos viveiros de aquicultura em função do declínio da concentração de OD durante a noite.

Onde:

Concentração de OD no viveiro ao amanhecer:

- Concentração de OD ao amanhecer = OD anoitecer + OD ganho – OD consumido, ou
- Concentração de OD ao amanhecer = OD anoitecer + OD difusão – (OD consumido pelos peixes + OD consumido pelo fitoplâncton + bactérias)
- Concentração de OD ao amanhecer = (8,0) + (2,0) – (2,52 + 5,88)
- Concentração de OD ao amanhecer = 1,6 (déficit de oxigênio que deve ser resolvido com o uso de aeração mecânica de modo a evitar condições anaeróbias nos viveiros)

**Obs:** esse valor apesar de ser positivo ainda é considerado um déficit, porque a concentração mínima de oxigênio dissolvido necessária ao amanhecer é de 3,0 mg/l)

Concentração de OD desejada para a troca de água:

- Concentração de OD desejada para troca de água = OD mínimo desejado ao amanhecer – OD calculado ao amanhecer
- Concentração de OD desejada para troca de água = 3,0 – (1,6)
- Concentração de OD desejada para troca de água = 1,4 mg/L

Considerando-se os valores da tabela acima o percentual de troca de água para este exemplo será igual a:

$$\text{Taxa de troca de água (\%)} = (1,4 \div 8,0) \times 100 = 17,5\%$$

Observa-se nos exemplos 1 e 2 que os percentuais de troca de água (42,5 % e 17,5 %, respectivamente) obtidos para manter a concentração desejada de OD ao amanhecer acima de 3,0 mg/L são impraticáveis.

Efetuar trocas de água nessas proporções é inviável do ponto de vista econômico e ambiental. Seriam necessárias várias horas de bombeamento para trocar essa quantidade de água dos viveiros, o que resultaria em um acréscimo muito elevado no custo operacional. Além disso, mesmo que fosse possível abastecer os viveiros apenas por gravidade a partir do escoamento da água de um reservatório situado acima dos viveiros, isso seria ambientalmente incorreto. Primeiro, porque toda a água drenada dos viveiros causaria um impacto negativo direto sobre os cursos de água naturais adjacentes aos viveiros de produção, e, segundo, porque a nova legislação ambiental restringe e/ou proíbe a drenagem de efluentes de viveiros de piscicultura (SÃO PAULO, 2014).

Portanto, os exemplos 1 e 2 demonstram claramente que a prática de trocar a água dos viveiros para aumentar a concentração de OD não é efetiva, e deveria ser feita apenas em casos especiais quando for preciso minimizar problemas relacionados com a qualidade da água devido às altas concentrações de amônia e turbidez elevada.

Consequentemente, a melhor maneira de prevenir e minimizar os problemas decorrentes da baixa concentração de OD é a adoção de BPM específicas para esse propósito, utilizando aeradores mecânicos e monitoramento, não só da qualidade da água, como também da quantidade de ração adicionada aos viveiros e do consumo de ração pelos peixes.

## BPM para Uso de Aeração Mecânica em Viveiros de Piscicultura

As BPM apresentadas abaixo podem ser utilizadas para melhorar a qualidade da água durante o período

de crescimento dos peixes nos viveiros de engorda. Uma das práticas mais importantes é o uso correto de aeração mecânica. O uso de aeradores previne que a concentração de OD atinja níveis muito baixos, e torna as trocas de água desnecessárias. A redução das trocas de água aumenta o tempo de retenção hidráulica nos viveiros permitindo, assim, mais tempo para a assimilação natural dos resíduos.

A aeração mecânica, ao manter a concentração de OD mais elevada, resulta em melhores taxas de conversão alimentar. É importante que se tenha em mente que durante o dia os viveiros são aerados naturalmente pelo fitoplâncton, quando, então, somente uma parte dos aeradores podem ser ligados, com economia de energia.

Com base nas considerações acima, as seguintes BPM são recomendadas com o propósito de manter em níveis adequados nos viveiros a concentração de OD:

1. Evitar a fertilização excessiva dos viveiros e também alimentar os peixes com quantidades adequadas de ração. Para isso, deve-se monitorar a transparência da água dos viveiros com disco de Secchi que não deve ser superior a 35 cm. Ver recomendações práticas para melhorar a qualidade da água e dos efluentes dos viveiros de aquicultura. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/83145/1/circular12.pdf>
2. Prevenir variações abruptas de OD utilizando-se no mínimo 2 hp de aeração mecânica para cada 0,5 ha em viveiros onde a visibilidade medida com disco de Secchi for menor do que 35 cm. Essa quantidade de aeração será adequada para manter a concentração de OD perto da saturação durante a tarde e também para reduzir os custos com aeração durante o dia. Portanto, não se deve deixar os aeradores funcionando o dia todo para evitar a supersaturação da água com oxigênio, pois poderá induzir a ocorrência de uma doença conhecida como Gas Bubble Disease – GBD, ou Doença da Bolha de Gás.
3. Prevenir e reduzir os efeitos da estratificação térmica em viveiros e reservatórios com profundidade superior a 3,0 metros, e em épocas de grandes variações de temperatura a partir da instalação de aeradores mecânicos nesses locais.
4. Prevenir quedas abruptas na concentração de OD durante a noite a partir do uso de aeração mecânica na proporção de 1hp para cada 10 kg/ha de ração.
5. Prevenir quedas abruptas na concentração de OD evitando alimentar os peixes com mais de 40 kg/ha de ração/dia nos viveiros sem aeração.
6. Evitar deterioração da qualidade da água limitando a adição diária de ração para 120 kg/ha nos viveiros com 5 hp de aeração por hectare. Essa quantidade de ração representa o máximo que pode ser aplicado aos viveiros em um determinado dia, e ela não representa as médias anuais.
7. Evitar redução das taxas de crescimento dos peixes a partir da utilização de aeração mecânica sempre que a concentração de OD for inferior a 2,0 mg/L de manhã cedo, e a taxa de alimentação for superior a 40 kg/ha de ração/dia, na proporção de 5 hp/ha. Para viveiros grandes – maiores que 5,0 hectares - usar 5 a 10 hp para reduzir os custos. O custo de aeradores diminui quanto maior for a potência (hp).
8. Evitar estresse dos peixes ligando os aeradores toda vez que a concentração de OD aparentar ser inferior a 4mg/L – o comportamento dos peixes nadando junto a superfície da água dos viveiros é um bom indicador de que a concentração de OD está aparentemente abaixo de 4mg/L. Na medida do possível, instalar controles automáticos para ligar os aeradores durante a noite quando a concentração de OD normalmente é mais baixa, em especial, durante a madrugada.
9. Evitar a formação de correntes e suspensão dos sedimentos do fundo dos viveiros (Fotos 1 e 2) instalando os aeradores longe das bordas dos viveiros, e em locais onde a profundidade seja superior a 1,0 metro.
10. Evitar acúmulo de resíduos em apenas um local e impedir que se formem áreas onde os sedimentos concentrem matéria orgânica posicionando os aeradores longe das bordas dos viveiros. A matéria orgânica contida nos montículos de sedimentos acumulados no centro dos viveiros e, em pequenos reservatórios, se decompõe e produz condições anaeróbicas na

superfície dos sedimentos do fundo, liberando metabólitos tóxicos na água, como por exemplo, o sulfeto de hidrogênio (Fotos 3, 4 e 5).



**Foto 1.** Aerador mecânico posicionado de maneira correta em um viveiro de piscicultura na Fisheries Station, Auburn University, AL, USA. Foto: Julio F. Queiroz.



**Foto 2.** Aerador mecânico em funcionamento em uma fazenda de produção de catfish – bagre do canal – em Greensboro, AL, USA. Foto: Julio F. Queiroz.



**Foto 3.** Detalhe de aerador com eixo motriz acoplado a trator em uma fazenda de produção de catfish – bagre do canal – em Greensboro, AL, USA. Foto: Julio F. Queiroz.



**Foto 4.** Vista geral de um conjunto de aeradores de pás em funcionamento em uma fazenda de produção de camarões marinhos no Nordeste brasileiro. Foto: Julio F. Queiroz.



**Foto 5.** Detalhe de um aerador de pás em funcionamento. Foto: Julio F. Queiroz.

## Referências

BOYD, C. E. Advances in pond aeration technology and practices. *Infotech International*, v. n. 2, p. 24-28, 1997.

BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F. Manejo das condições do sedimento do fundo e da qualidade da água e dos efluentes de viveiros. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALLOSSI, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (Org.). *Tópicos especiais em piscicultura tropical intensiva*. Jaboticabal: Associação Brasileira de Aquicultura e Biologia, 2004. v. 1, p. 25-43.

BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. *Pond aquaculture water quality management*. Boston: Kluwer Academic, 1998. 700 p.

BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. Sustainability of channel catfish

farming. **World Aquaculture**, v. 26, p. 45-53, 1995.

BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. **Water quality and pond soil analyses for aquaculture**. Auburn: Auburn University, Alabama Agricultural Experiment Station, 1992. 183 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n. 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 maio 2011. Seção 1, p. 8

LUCAS, J. S.; SOUTHGATE, P. C. **Aquaculture: farming aquatic animals and plants**. Chichester: J. Wiley, 2012. 648 p.

NATIONAL ANIMAL HEALTH MONITORING SYSTEM. **Catfish part II: Reference of 1996 U.S. catfish management practices**. Fort Collins: United States Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service, Veterinary Services, 1997. 28 p.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 60.582, de 27 de junho de 2014. Dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura, cria Parques Aquícolas estaduais, estabelecendo as condições para o desenvolvimento sustentável da produção aquícola no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas. **Diário Oficial [do Estado de São Paulo]**, 28 jun. 2014. Seção I, p. 3.

TIDWELL, J. **Aquaculture production systems**. Ames: J. Wiley, 2012. 440 p.

TUCKER, C. S.; HARGREAVES, J. A. **Environmental best management practices for aquaculture**. Oxford: Wiley-Blackwell, 2008. 592 p.

#### Comunicado Técnico, 54

Embrapa Meio Ambiente  
Endereço: Rodovia SP 340 km 127,5  
Caixa Postal 69, Tanquinho Velho  
13.820-000 Jaguariúna/SP  
Fone: (19) 3311-2700  
Fax: (19) 3311-2640  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

1ª edição eletrônica (2016)



#### Comitê de publicações

Presidente: *Maria Isabel de Oliveira Penteadó*  
Secretária-Executiva: *Cristina Tiemi Shoyama*  
Membros: *Rodrigo Mendes, Ricardo A. A. Pazianotto, Maria Cristina Tordin, Nilce Chaves Gattaz, Victor Paulo Marques Simão, Daniel Terao (suplente), Lauro Charlet Pereira (suplente) e Marco Antônio Gomes (suplente).*

#### Expediente

Revisão de texto: *Nilce Chaves Gattaz*  
Normalização bibliográfica: *Victor P. Marques Simão*  
Tratamento das ilustrações: *Silvana Cristina Teixeira*  
Editoração eletrônica: *Silvana Cristina Teixeira*