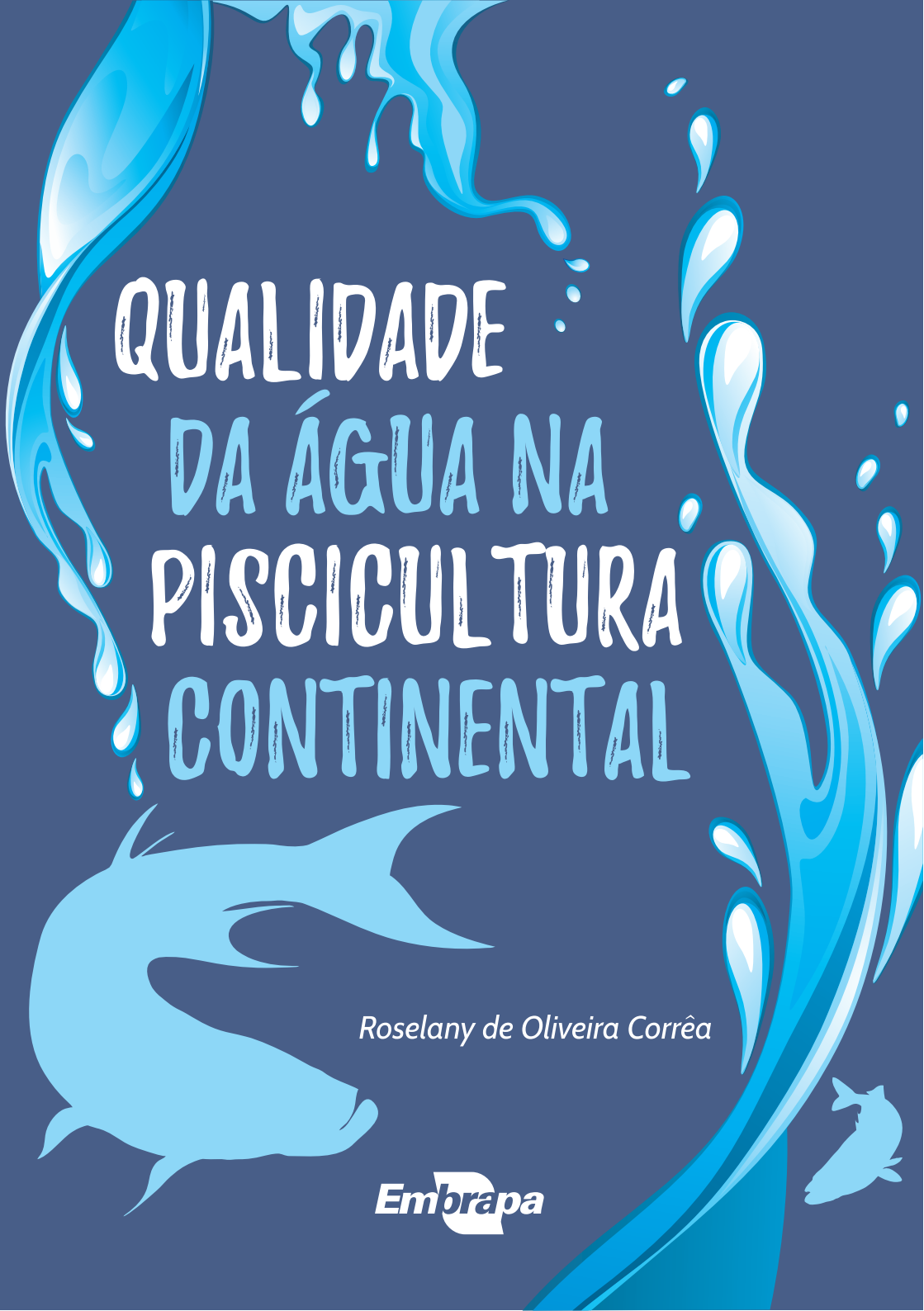




QUALIDADE DA ÁGUA NA PISCICULTURA CONTINENTAL

Roselany de Oliveira Corrêa

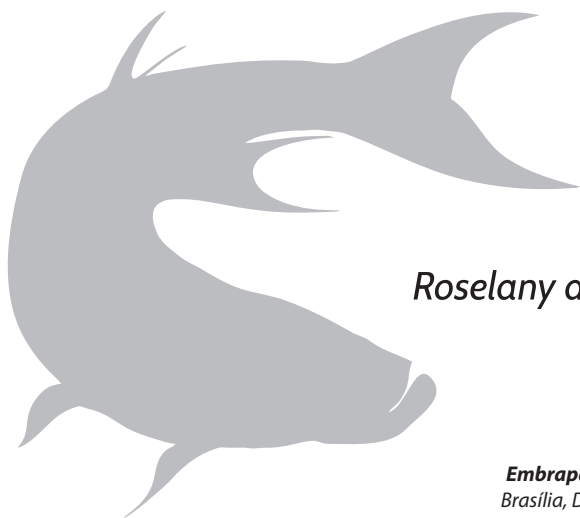
Embrapa

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

QUALIDADE DA ÁGUA NA PISCICULTURA CONTINENTAL

Roselany de Oliveira Corrêa

Embrapa
Brasília, DF
2018



Embrapa Amazônia Oriental

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n.
CEP 66095-903 – Belém, PA.
Fone: (91) 3204-1000
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Unidade responsável pelo conteúdo e pela edição

Embrapa Amazônia Oriental

Comitê Local de Publicação

Presidente: *Bruno Giovany de Maria*

Secretário-Executivo: *Ana Vânia Carvalho*

Membros: *Luciana Gatto Brito*

Alfredo Kingo Oyama Homma

Sheila de Souza Corrêa de Melo

Andrea Liliane Pereira da Silva

Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Supervisão editorial, projeto gráfico, capa, tratamento de imagens, ilustrações e editoração eletrônica
Vitor Trindade Lôbo

Revisão de texto

Izabel Cristina Drulla Brandão

Normalização bibliográfica

Regina Alves Rodrigues

1ª edição

Publicação digitalizada (2018)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Amazônia Oriental

Corrêa, Roselany de Oliveira.

Qualidade da água na piscicultura continental / Roselany de Oliveira Corrêa. –
Brasília, DF : Embrapa, 2018.

PDF (32 p.) : il. color.

Disponível em: <http://www.embrapa.br/amazonia-oriental/publicacoes>

ISBN 978-85-7035-849-3

1. Piscicultura. 2. Aquicultura – Água – Qualidade. 3. Peixe. I. Título. II. Embrapa Amazônia Oriental.

CDD (21. ed.) 639.2

Regina Alves Rodrigues, CRB 2/407

© Embrapa, 2018

Autora

Roselany de Oliveira Corrêa

Bióloga, doutora em Ciência Animal e Pastagens, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA



Apresentação

Nos últimos anos, a piscicultura tem se destacado no cenário nacional, representando uma alternativa para a produção sustentável de proteína de alta qualidade nutricional, sobretudo na região Norte, onde as condições geográficas e climáticas favorecem a atividade.

A base da alimentação nas comunidades amazônicas é o peixe, proveniente principalmente da pesca (extrativismo). No entanto, a sobrepesca, as mudanças climáticas, a poluição do ambiente aquático, a má gestão da atividade, entre vários outros fatores, ocasionam o colapso da atividade e a estagnação das capturas, limitando a produção pesqueira ou afetando a qualidade dos produtos. A qualidade é um fator de relevância, porque os consumidores estão mais exigentes, tanto no que diz respeito à origem da proteína que consomem quanto à forma de cultivo e abate dos animais (bem-estar animal).

A piscicultura pode proporcionar ao mercado produtos de qualidade e com certificação de origem, no entanto é imprescindível o domínio de técnicas ou práticas que viabilizem o aumento da produtividade, além de reduzirem os riscos econômicos, ambientais e sociais.

Nesse contexto, estão sendo realizadas, como atividades do Projeto Tecnologias para Produção do Tambaqui em Sistemas de Tanque-rede - TecRede (Macroprograma 2, Embrapa), uma série de capacitações em piscicultura para agentes multiplicadores nos municípios de Marabá e Tucuruí, no estado do Pará, onde são abordados temas sobre qualidade da água, manejo alimentar, sanidade e processamento agroindustrial. Esta cartilha foi desenvolvida como material de apoio a estas capacitações.

Adriano Venturieri
Chefe-Geral da Embrapa Amazônia Oriental

Sumário

Como avaliar a qualidade da água para a piscicultura? – 9

Oxigênio dissolvido (OD) – 11

Alcalinidade total da água – 15

Acidez (pH) – 18

Amônia total (soma de NH_3 e NH_4^+) – 22

Nitrito (NO_2^-) – 25

Dureza total – 26

Temperatura – 26

Principais Problemas – 29

Referências – 32





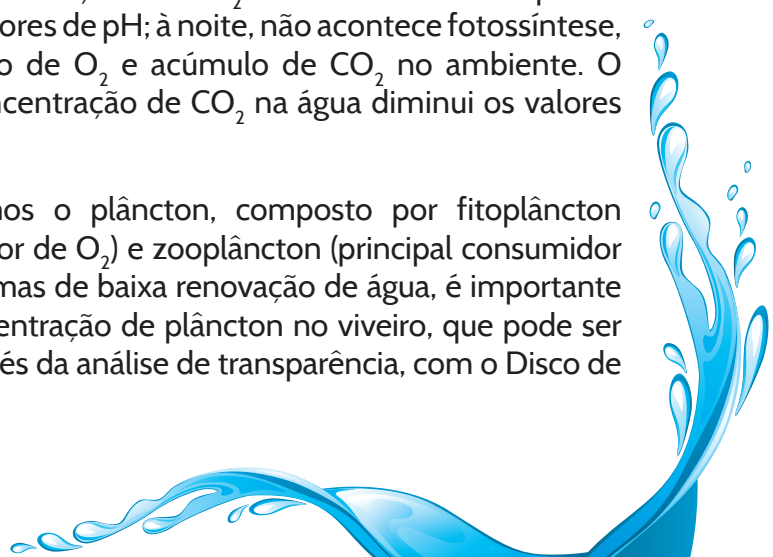
Como avaliar a qualidade da água para a piscicultura?

O desempenho produtivo de peixes está intimamente relacionado às condições do ambiente de criação, exigindo que o piscicultor compreenda a dinâmica de fenômenos físicos e químicos, que naturalmente acontecem no ambiente aquático, e adote práticas de manejo que garantam condições aceitáveis de bem-estar e saúde para a espécie criada.

No ambiente aquático, dois fenômenos exercem forte impacto na qualidade da água: fotossíntese e respiração. Na fotossíntese, que acontece na água, as plantas utilizam luz solar e dióxido de carbono (CO_2) e produzem açúcar ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) e oxigênio (O_2), utilizados na respiração. O produto da respiração que tem maior impacto na qualidade da água é o dióxido de carbono.

É importante que esses dois fenômenos estejam em equilíbrio e compreender sua dinâmica é fundamental: durante o dia, a atividade fotossintética é maior que a respiração e ocorre acúmulo de O_2 , redução de CO_2 no viveiro e consequente aumento nos valores de pH; à noite, não acontece fotossíntese, apenas consumo de O_2 e acúmulo de CO_2 no ambiente. O aumento na concentração de CO_2 na água diminui os valores de pH.

No viveiro, temos o plâncton, composto por fitoplâncton (principal produtor de O_2) e zooplâncton (principal consumidor de O_2). Em sistemas de baixa renovação de água, é importante controlar a concentração de plâncton no viveiro, que pode ser mensurada através da análise de transparência, com o Disco de Secchi (Figura 1).



Fotos: Roselany de Oliveira Corrêa

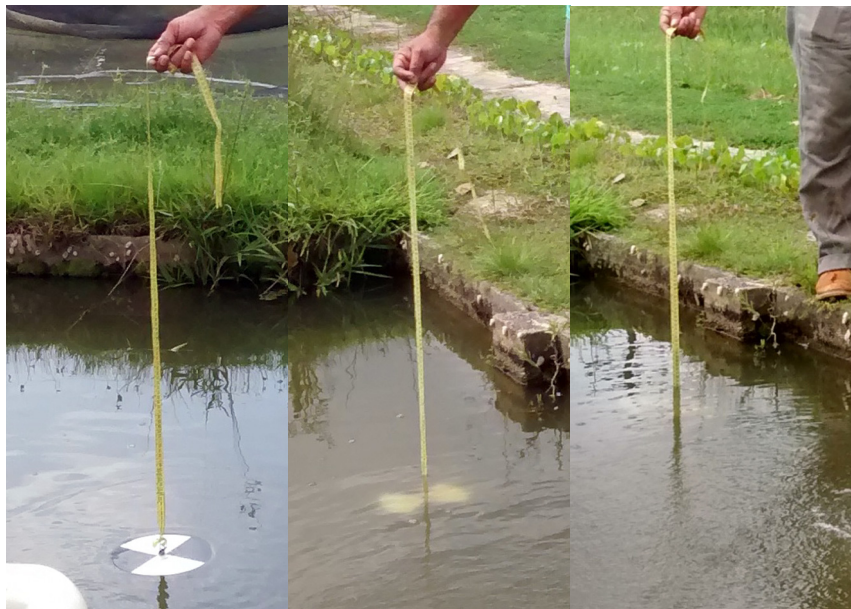


Figura 1. Avaliação da transparência da água usando Disco de Secchi.

Esta ferramenta auxilia o manejo em função da quantidade de plâncton do viveiro, mas não é eficiente em águas ricas em sedimentos em suspensão (argila e detritos). A medida é mais correta quando feita no horário em que a penetração da luz solar na água é perpendicular ao disco (ao meio-dia). Quando a transparência do viveiro está entre 30 cm e 50 cm significa que a água está em boas condições para a criação. Valor abaixo de 30 cm é indicativo de excesso de fitoplâncton, que pode reduzir o teor de oxigênio durante a noite, sendo recomendável reduzir a alimentação e renovar a água. Transparência acima de 50 cm indica água muito clara, sendo recomendável reduzir a troca de água e fazer uma adubação.

Existem várias substâncias inorgânicas e orgânicas diluídas na água do viveiro (carbono, hidrogênio, oxigênio, fósforo, proteínas,



açúcares, etc.). Elas são importantes fontes de nutrientes para os organismos que vivem neste ambiente (plâncton, peixes, bactérias, plantas, entre outros), mas também podem ser utilizadas como indicadores de qualidade de água, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Concentração desejável de substâncias orgânicas e inorgânicas para a piscicultura em água doce.

Substância	Parâmetro	Concentração desejável
Oxigênio	Oxigênio dissolvido	4 mg/L - 15 mg/L
Hidrogênio	pH	6,5 - 9
Nitrogênio	Amônia tóxica (NH ₃)	< 0,05 mg/L
	Nitrito (NO ₂ ⁻)	< 0,03 mg/L
Carbonatos e bicarbonatos	Alcalinidade total	60 mg/L - 150 mg/L de CaCO ₂
Cálcio e magnésio solúveis	Dureza total	60 mg/L - 150 mg/L de CaCO ₃

Fonte: adaptado de Boyd (1998).

Oxigênio dissolvido (OD)

É a variável mais crítica em um viveiro de criação de peixes, sendo importante sempre monitorar a concentração de OD (mg/L) na água, pois ele exerce grande influência sobre a atividade, o consumo de alimento, o crescimento e a conversão alimentar dos animais (Tabela 2). A solubilidade do oxigênio na água varia com a temperatura, salinidade e altitude do local. A condição ideal é que as fontes de água tenham concentrações de oxigênio próximas da saturação, que podem ser medidas com testes titulométricos ou com aparelhos digitais (oxímetros), sendo expressas em miligramas por litro (mg/L) ou em porcentagem (%) em relação à saturação.

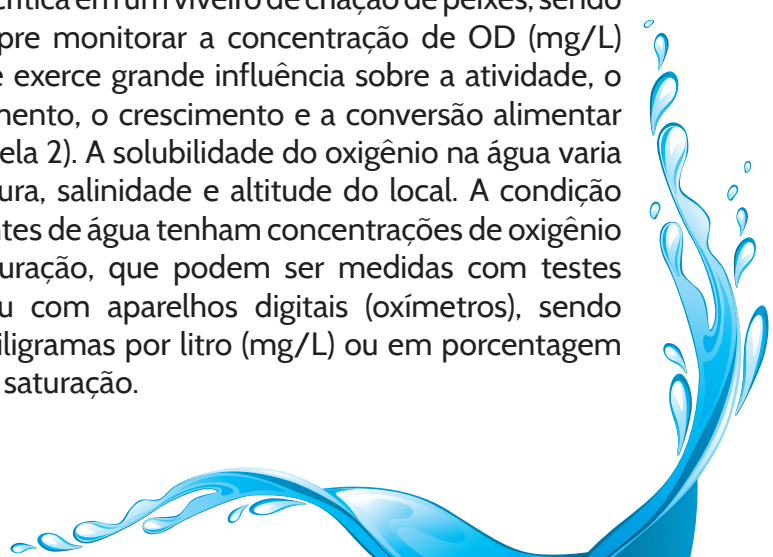


Tabela 2. Efeito da concentração de oxigênio dissolvido (OD) na água para os peixes.

OD (mg/L)	Efeito
> 15,0	Trauma da bolha de gás
4,0 – 15,0	Nível desejável; bom crescimento e integridade imunológica
1,5 – 4,0	Faixa estressante, mas não letal; retardo no crescimento e maior susceptibilidade às doenças
< 1,5	Tolerado por curtos períodos; exposição prolongada pode levar à morte do animal

Fonte: adaptado de Boyd (1998).

A dinâmica de produção de OD nos viveiros deve ser conhecida: a principal fonte de oxigênio no viveiro é a fotossíntese, assim, do início da manhã (5h a 6h) até a tarde (15h a 16h) haverá elevação de sua concentração na água. A partir daí, a concentração tende a diminuir até a manhã do dia seguinte, quando o ciclo reinicia. Por isso, o período mais crítico para os peixes (menores concentrações de OD no viveiro) é de madrugada (antes do nascer do sol). Importante lembrar que, quanto maior for a biomassa fitoplanctônica no viveiro, maior a amplitude dessas variações e maior o estresse ao qual o animal é exposto, o que é exemplo de uma situação não desejável (Figura 2).

Variações de OD também são observadas na coluna d'água do ambiente de criação, ou seja, camadas mais superficiais (onde se concentra o fitoplâncton) são mais oxigenadas que as mais profundas. Dessa forma, é importante monitorar a distribuição de OD na coluna d'água dos viveiros para subsidiar um manejo mais eficiente e econômico da aeração e circulação (mistura ou desestratificação) da água dos viveiros. É recomendado que sejam feitas, pelo menos, duas leituras diárias do OD no viveiro (às 7h e às 18h).

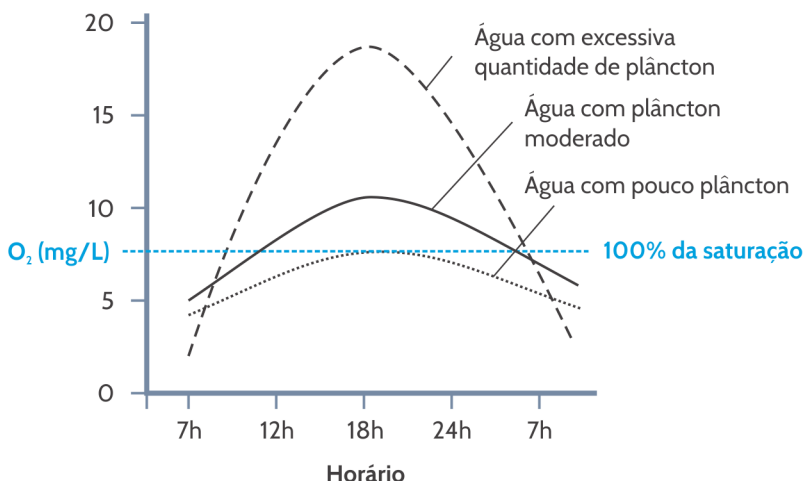


Figura 2. Variação diária de oxigênio dissolvido em função da abundância de plâncton no viveiro.

Fonte: Kubitza (2003).

É importante tomar cuidado com a quantidade de ração fornecida aos peixes nos viveiros de criação, pois valores acima de 40 kg de ração/ha/dia a 50 kg de ração/ha/dia estão associados com um aumento na ocorrência de níveis críticos de OD nos tanques e viveiros, reduzindo a sobrevivência e a eficiência alimentar dos peixes (Boyd, 1998). Em reservatórios onde não existe renovação de água e aeração, recomenda-se que o consumo máximo de ração seja de 10 kg/ha/dia a 30 kg/ha/dia (Rotta; Queiroz, 2003).

Como prever a ocorrência de níveis críticos de OD no viveiro?

Existem vários métodos, mas aqui vamos apresentar dois:

Método 1 – Faça leituras diárias de OD ao amanhecer e ao final da tarde e anote (colunas C e D); calcule a diferença entre as duas (coluna E); subtraia a última leitura da tarde pela diferença calculada (coluna B) e você terá a previsão de OD da manhã

seguinte. Previsões menores que 4 mg/L exigem manejo diferenciado (coluna F) (Tabela 3).

Tabela 3. Previsão de níveis críticos de oxigênio dissolvido (OD) no viveiro através do método 1.

A	B	C	D	E	F
Data	Previsão	O ₂ manhã	O ₂ tarde	Diferença	O que fazer?
4/6			14,2		
5/6		5,5	15,0	14,2 - 5,5 = 8,7	Manter manejo
6/6	15,0 - 8,7 = 6,3	6,0	15,8	15,0 - 6,0 = 9,0	Manter manejo
7/6	15,8 - 9,0 = 6,8	6,0	14,6	15,8 - 6,0 = 9,8	Manter manejo
8/6	14,6 - 9,8 = 4,8	4,5	14,1	14,6 - 4,5 = 10,1	Manter manejo
9/6	14,1 - 10,1 = 4,0	3,5	12,8	14,1 - 3,5 = 10,6	Diminuir ração
10/6	12,8 - 10,6 = 2,2	3,0	11,6	12,8 - 3,0 = 9,8	Diminuir ração
11/6	11,6 - 9,8 = 1,8	2,6	8,8	11,6 - 2,6 = 9,0	Não alimentar
12/6	8,8 - 9,0 = - 0,2	2,2			Não alimentar

Fonte: Kubitza (2003).

Método 2 – Faça duas medidas à noite e calcule a diferença entre elas (Tabela 4):

Tabela 4. Previsão de níveis críticos de oxigênio dissolvido (OD) no viveiro através do método 2.

	Horário	OD (mg/L)
A	20h	12
B	22h	10
B-A	2 horas	2 mg/L

Calculada a diferença, você observa que em 2 horas houve uma queda de 2 mg/L na concentração do OD do viveiro. Você pode



deduzir, então, que o viveiro está perdendo 1 mg/L de OD por hora.

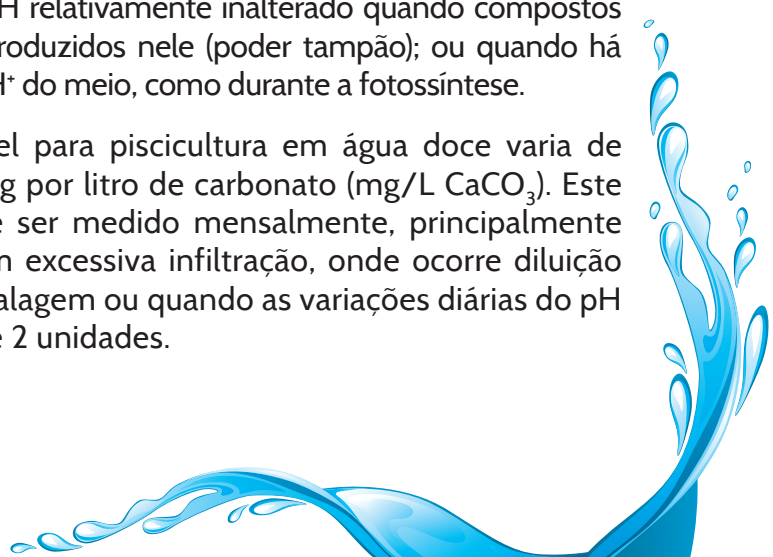
De 22h até 7h da manhã seguinte existe um intervalo de 9 horas. Se o viveiro perde 1 mg de oxigênio dissolvido por litro a cada hora, em 9 horas ele vai perder 9 mg/L. Dessa forma, é possível prever o OD às 7h da manhã seguinte subtraindo essa previsão do valor de OD medido às 22h: $10 \text{ mg/L} - 9 \text{ mg/L} = 1 \text{ mg/L}$.

Alcalinidade total da água

Expressa a concentração de bases na água (compostos com características alcalinas: hidróxidos, amônia, fosfato, silicato, sendo mais abundantes **bicarbonatos e carbonatos**).

Carbonatos e bicarbonatos são os principais compostos que determinam a alcalinidade total da água (quanto maior for a concentração deles na água, maior será a alcalinidade). O carbonato é um composto verdadeiramente básico e o bicarbonato, por ter caráter anfotérico, pode reagir como uma base ou como um ácido. Como as bases têm capacidade de neutralizar ácidos, formando sal e água, corpos d'água com alta alcalinidade total são capazes de manter seu pH relativamente inalterado quando compostos ácidos forem introduzidos nele (poder tampão); ou quando há retirada de íons H^+ do meio, como durante a fotossíntese.

O nível aceitável para piscicultura em água doce varia de 60 mg a 150 mg por litro de carbonato (mg/L CaCO_3). Este parâmetro deve ser medido mensalmente, principalmente em viveiros com excessiva infiltração, onde ocorre diluição dos efeitos da calagem ou quando as variações diárias do pH são maiores que 2 unidades.



Manter a alcalinidade da água do viveiro elevada traz alguns benefícios, a saber:

Tamponamento do pH da água. A água de elevada alcalinidade tem elevado poder tampão em relação às variações de pH, consequentemente propicia uma melhor condição ambiental para a saúde e crescimento dos organismos presentes no viveiro (plâncton, peixes, bactérias, entre outros). Grandes variações de pH da água durante o dia e durante o ciclo de produção ocasionam menor crescimento e maior susceptibilidade a doenças nos peixes.

Aumento da produtividade primária. Águas de elevada alcalinidade são mais produtivas que as de baixa alcalinidade, apresentando maior taxa de produtividade primária (crescimento de fitoplâncton). Apesar do CO_2 ser a fonte primária de carbono inorgânico para fotossíntese, os vegetais aquáticos também podem utilizar o bicarbonato com esta finalidade. Isto é importante, porque a velocidade de fotossíntese pode ser limitada pela escassez de CO_2 livre na água. Nesse caso, a presença de bicarbonato na água mantém inalteradas as taxas fotossintéticas.

Quando a fotossíntese é muito intensa, pode faltar CO_2 livre na água para a absorção pelos vegetais. Isso geralmente acontece em viveiros no período da tarde. Nesse caso, se a alcalinidade da água for baixa, haverá limitação da produção primária por falta de CO_2 na água disponível para fotossíntese. Contudo, havendo bicarbonato, as microalgas continuam se multiplicando e crescendo pela utilização do bicarbonato como fonte de carbono inorgânico para produção de glicose.

Alcalinidade elevada da água indica que o pH do solo deve estar próximo à neutralidade. Viveiros escavados em solos ácidos



devem ter água de baixa alcalinidade, havendo necessidade de correção (calagem). A tendência é que, com o tempo, água e solo entrem em equilíbrio de pH. Assim, pode-se dizer que a calagem das águas de um viveiro, com o tempo, também promove a correção do pH do solo.

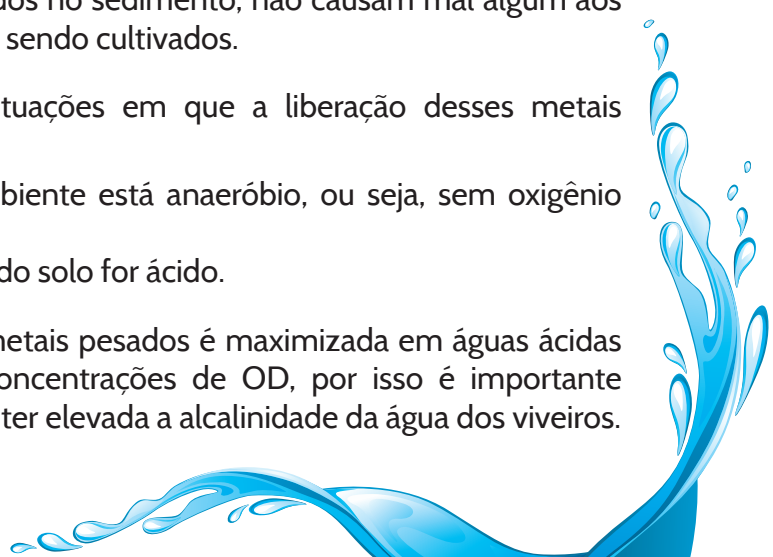
O pH do solo próximo à neutralidade favorece a atividade das bactérias decompositoras que habitam o sedimento de fundo do viveiro, prevenindo o acúmulo de matéria orgânica no solo quando seu pH está próximo de 7 (exceto, é claro, quando a produção de matéria orgânica é elevada). Com isso, há maior oferta de sais minerais para o desenvolvimento dos produtores primários quando a alcalinidade é elevada ($> 60 \text{ mg/L CaCO}_3$) e o pH do solo está próximo de 7.

Diminuição dos riscos de toxicidade por minerais. O sedimento do fundo do viveiro funciona como reservatório de elementos químicos, onde se concentram nutrientes (fosfatos e nitratos, entre outros) e também, por vezes, metais pesados (cádmio e níquel). Estes metais pesados são nocivos aos organismos, mas só geram efeito quando absorvidos por vegetais (algas) e animais. Isto acontece se os metais estiverem livres na coluna d'água, pois, retidos no sedimento, não causam mal algum aos peixes que estão sendo cultivados.

Existem duas situações em que a liberação desses metais acontece:

- Quando o ambiente está anaeróbio, ou seja, sem oxigênio dissolvido.
- Quando o pH do solo for ácido.

A liberação de metais pesados é maximizada em águas ácidas e com baixas concentrações de OD, por isso é importante monitorar e manter elevada a alcalinidade da água dos viveiros.



Acidez (pH)

A acidez da água é determinada pela concentração de íons H^+ presentes. Quanto maior for a concentração de H^+ na água, mais ácida ela é; quanto menor, mais alcalina. A acidez da água é medida pelo pH. Embora a escala de pH mais utilizada vá de 0 (extrema acidez) a 14 (extremamente básica), a faixa compatível com a vida aquática vai de 4 até 11, sendo de 6,5 a 9 o nível de aceitação ideal para o bem-estar animal (Tabela 5).

Tabela 5. Efeito do pH da água nos peixes.

pH	Efeito nos peixes
0 – 4	Morte por acidose
4 – 6,5	Estresse ácido
6,5 – 9	Ideal
9 – 11	Estresse alcalino
11 – 14	Morte por alcalose

Fonte: Boyd (1979) citado por Sá (2012).

O produtor deve medir o pH do viveiro no final da tarde e nas primeiras horas da manhã do dia seguinte. Diferenças maiores do que 2 unidades entre esses dois valores indicam uma condição de inadequado sistema tampão no viveiro, o que pode ser confirmado com uma análise de alcalinidade da água. Se o valor de alcalinidade estiver dentro da faixa de aceitação, a causa na variação de pH pode estar relacionada a uma excessiva quantidade de fitoplâncton na água, o que pode ser avaliado com o disco de Secchi.

Segundo Sá (2012), existem razões químicas e biológicas para eleger a faixa de 6,5 a 9 como ideal para piscicultura:



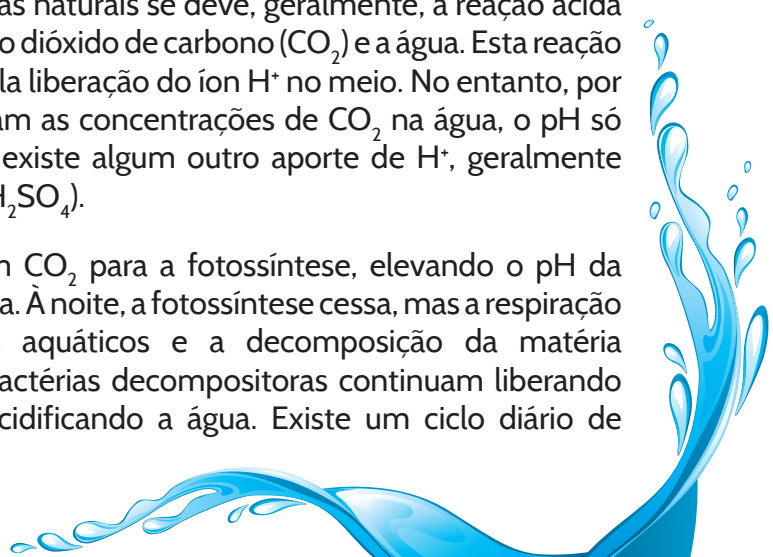
Razão biológica. O bom funcionamento do organismo envolve a ocorrência de reações enzimáticas que impactam na atividade natatória, no aproveitamento dos alimentos, no metabolismo e no crescimento do animal. No caso dos peixes, o pH ótimo para a atividade da maquinaria enzimática está próximo de 7,4 (valor ótimo) e esse é justamente o pH do sangue dos peixes. Entretanto, o pH dos fluidos corporais dos animais aquáticos é influenciado diretamente pelo pH da água em que vivem. Assim, valores acima ou abaixo da faixa ideal interferem no pH dos fluidos corporais e acabam prejudicando o funcionamento do organismo, por exemplo, à medida em que o pH celular se afasta do valor ótimo, o crescimento do animal fica mais lento, os alimentos são mal aproveitados e o animal fica mais susceptível a doenças.

Razão química. Existem compostos nocivos aos peixes que têm suas concentrações aumentadas na água quando o pH da água é $< 6,5$ ou > 9 . Um exemplo disso é a formação de amônia tóxica (NH_3), que começa a acontecer quando o pH da água > 9 .

Dinâmica do pH no viveiro

A acidez das águas naturais se deve, geralmente, à reação ácida que ocorre entre o dióxido de carbono (CO_2) e a água. Esta reação é responsável pela liberação do íon H^+ no meio. No entanto, por maiores que sejam as concentrações de CO_2 na água, o pH só fica < 4 quando existe algum outro aporte de H^+ , geralmente ácido sulfúrico (H_2SO_4).

Algas consomem CO_2 para a fotossíntese, elevando o pH da água durante o dia. À noite, a fotossíntese cessa, mas a respiração dos organismos aquáticos e a decomposição da matéria orgânica pelas bactérias decompositoras continuam liberando CO_2 no meio, acidificando a água. Existe um ciclo diário de



variação do pH da água, mas a variação que existe entre o dia e a noite pode ser maior ou menor em função da alcalinidade. Se a alcalinidade for alta, a variação de pH é pequena e esta condição é desejável por ser menos estressante aos peixes, os quais, conseqüentemente, se alimentam melhor, crescem mais e ficam menos susceptíveis a doenças (Figura 3).

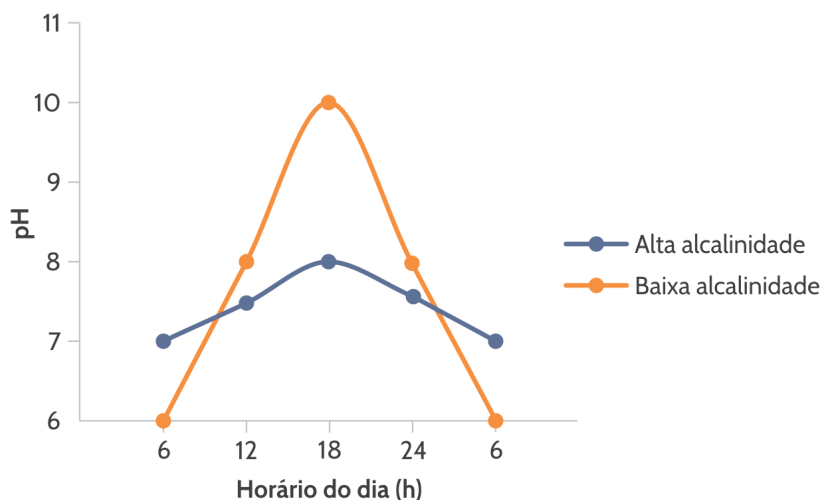


Figura 3. Variação diária do pH da água de viveiros com alta e baixa alcalinidade total.

O pH da água de um viveiro pode ser corrigido com uma prática chamada **calagem**, recomendável quando o pH está menor que 7. Consiste na aplicação de calcário agrícola no solo para a elevação do pH. Existem diferentes produtos que podem ser utilizados com esta finalidade, mas o calcário agrícola é o mais recomendado. A quantidade de calcário agrícola a ser aplicado no solo ou diretamente na água dependerá do pH do solo e/ou da alcalinidade da água, conforme exemplificado na Tabela 6.

Tabela 6. Recomendação de aplicação de calcário agrícola em viveiros.

Alcalinidade total (mg/L CaCO_3)	pH do solo	Calcário agrícola (kg/ha)
< 5	< 5	3.000
5 – 10	5 – 5,4	2.500
10 – 20	5,5 – 5,9	2.000
20 – 30	6 – 6,4	1.500
30 – 50	6,5 – 7	1.000

Fonte: Boyd et al. (2002) citado por Sá (2012).

Benefícios da calagem

1. **Aumenta a alcalinidade da água (poder tampão).** Águas com maiores alcalinidades têm maior poder tampão.
2. **Reserva de carbono inorgânico para fotossíntese.** CO_2 livre e bicarbonato podem ser utilizados pelas plantas na fotossíntese, havendo formação de açúcar (energia química que é utilizada pelos organismos do viveiro). Pode-se considerar que CO_2 livre e bicarbonato contribuem para manter a produtividade do viveiro.
3. **Manutenção de elementos metálicos no sedimento.** Quando o solo do viveiro é ácido, os elementos metálicos presentes, tais como ferro e alumínio, estão na forma solúvel. Nessa condição, eles estão livres para atingir as camadas mais superficiais da coluna d'água. Ao chegarem à camada fotossintetizante, onde estão concentradas as microalgas, esses metais voltam à forma insolúvel por ação do OD na água, cuja concentração é elevada nesse estrato. No entanto, os metais não se precipitam sozinhos: carregam ânions com os quais têm afinidade química (principalmente fosfatos). Com isso, cai a produtividade primária (crescimento de fitoplâncton), porque o fósforo, que é o nutriente mais limitante ao crescimento de algas, é retirado da coluna d'água. Quando fazemos a calagem do viveiro, o pH do solo próximo à neutralidade mantém os elementos metálicos na forma insolúvel, evitando que ocorra o processo de complexação do fósforo.

4. **Elevação do pH do sedimento favorece a ciclagem dos nutrientes pelas bactérias decompositoras.** Assim como os peixes têm uma faixa ideal de pH da água (6,5 a 9), as bactérias decompositoras também têm: em torno de 7, condição em que a decomposição da matéria orgânica é acelerada.
5. **Fonte de cálcio para formação de esqueleto,** fisiologia nervosa e outras funções biológicas. Calcário é carbonato de cálcio e este elemento é importante no processo de formação de ossos, dentes e escamas, contração muscular, transmissão nervosa, coagulação sanguínea e osmorregulação.
6. **Desinfecção do viveiro.** Em geral, recomendamos que a calagem seja feita com calcário agrícola (mais eficiente e seguro para peixes e aos manipuladores). Para desinfecção dos viveiros, no entanto, são utilizadas cal hidratada (cal de construção) e cal virgem – produtos de uso não recomendado para viveiros já povoados; de manipulação perigosa, esta deve ser feita com muito cuidado, preferencialmente com equipamentos de proteção individual (EPIs). A cal pode ser utilizada em poças de água de viveiros esvaziados (após a despesca), para eliminar possíveis parasitas e patógenos que possam estar presentes nesses locais.

Amônia total (soma de NH_3 e NH_4^+)

Amônia (NH_3) é um metabólito proveniente da excreção nitrogenada dos peixes (branquiais e fecais), bem como da decomposição microbiana de resíduos orgânicos (restos de alimentos, fezes e adubos orgânicos). A amônia, presente na água, pode ser eliminada do ecossistema ou ser transformada em outros compostos a partir da absorção vegetal e do processo de nitrificação.

As plantas aquáticas utilizam amônia como fonte de nitrogênio inorgânico dissolvido para utilização metabólica (síntese de aminoácidos); quando fazem isso, retiram a amônia da água, tornando-a indisponível aos peixes. Por isso, entre outros

benefícios, a produção de fitoplâncton na água do viveiro é importante, visto que ajuda a manter baixos os níveis de amônia.

Na nitrificação, a amônia é utilizada como fonte de energia pelas bactérias decompositoras do fundo do viveiro, sendo transformada em nitrato (forma atóxica). Bactérias aeróbias autotróficas quimiossintetizantes (*Nitrosomonas*) oxidam a amônia em nitrito (ainda tóxica). Em seguida, bactérias aeróbias do gênero *Nitrobacter* transformam o nitrito em nitrato (Figura 4).

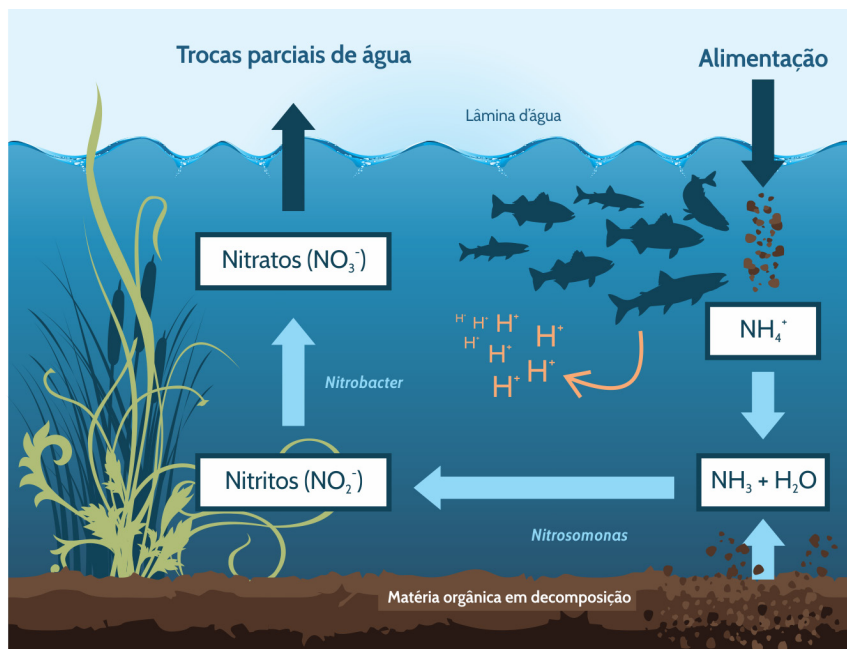


Figura 4. Processo de nitrificação no ambiente aquático.

Deve-se atentar para um detalhe: quando as bactérias *Nitrosomonas* oxidam a amônia, como resultado desta reação ocorre a liberação de íons H^+ na água, que tende a acidificar a água. Isso só reforça a necessidade de monitorar o pH da água e realizar calagens quando necessário. *Nitrobacter* são bactérias extremamente sensíveis e, quando a concentração de OD na

água está baixa, o desempenho delas é prejudicado, favorecendo o acúmulo de nitritos (que são tóxicos) na água.

A amônia é um gás que, em contato com a água, forma o íon amônio (NH_4^+). Assim, há formação de um equilíbrio químico entre essas duas formas químicas da amônia, de acordo com a equação química abaixo:



O epitélio branquial dos peixes é permeável apenas à forma não ionizada da amônia total (NH_3), que é tóxica. O pH da água afeta as proporções das duas formas de amônia em equilíbrio. A toxicidade do NH_3 aumenta quando o pH da água se eleva (> 9). Em meio alcalino existe um predomínio de íons OH^- que desequilibram a reação acima, fazendo com que NH_4^+ seja transformado em NH_3 (reação inversa). No entanto, se o pH não ultrapassar 9, a proporção de amônia tóxica na amônia total poderá ser tolerada, não causando prejuízo aos peixes.

Outro detalhe importante: uma elevação excessiva do pH da água pode dificultar a excreção de amônia pelos peixes, levando à autointoxicação por amônia (Tabela 7). Porém, as espécies de peixes apresentam diferentes graus de tolerância à amônia.

Tabela 7. Efeitos da concentração de amônia (NH_3) para os peixes.

Concentração de NH_3 (mg/L)	Efeito nos peixes
$> 0,5$	Risco de mortalidade
$0,05 - 0,5$	Alterações patológicas nos rins, baço e tireoide, alteração no epitélio branquial, retardo no crescimento
$0,05$	Estresse respiratório, deixando peixes mais susceptíveis aos agentes parasitários e infecciosos
$< 0,05$	Concentração desejável

Fonte: Sá (2012).



Nitrito (NO_2^-)

Produto da degradação da amônia, conforme descrito anteriormente. É importante ficar atento para este parâmetro nos casos em que há baixa concentração de OD na água, pois as bactérias *Nitrosomonas* acabam consumindo grande parte do oxigênio existente, não restando o suficiente para o desenvolvimento das bactérias *Nitrobacter*, responsáveis pela transformação de nitrito em nitrato. Neste caso, o nitrito se acumula na água, podendo ocasionar mortalidade dos peixes (Tabela 8).

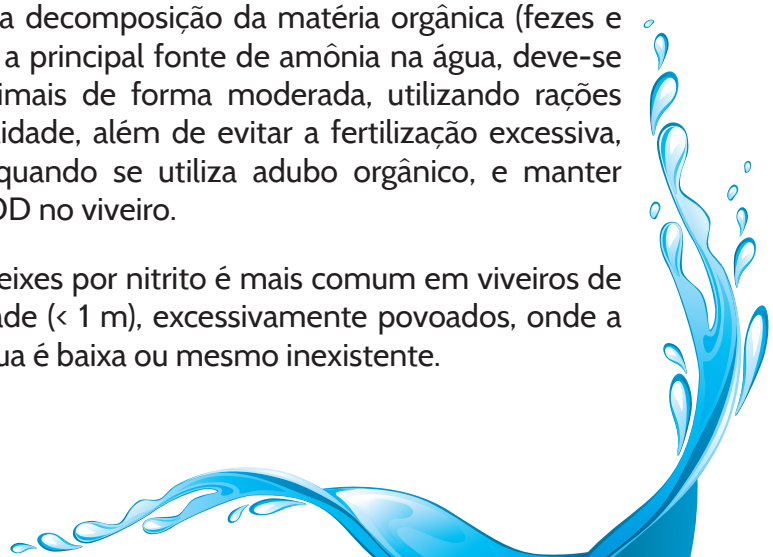
Tabela 8. Efeitos da concentração de nitrito (NO_2) nos peixes.

Concentração de NO_2 (mg/L)	Efeito nos peixes
0,3 – 0,5	Redução no crescimento e na resistência a doenças
0,7 – 200	Grande mortalidade

Fonte: Kubitzka (2003) e Lima et al. (2015).

Como a origem do nitrito é a amônia, para prevenir sua formação no viveiro de criação é importante adotar práticas de manejo que previnam elevações nas concentrações de amônia na água. Sendo a decomposição da matéria orgânica (fezes e plâncton morto) a principal fonte de amônia na água, deve-se alimentar os animais de forma moderada, utilizando rações de alta digestibilidade, além de evitar a fertilização excessiva, principalmente quando se utiliza adubo orgânico, e manter níveis ideais de OD no viveiro.

Intoxicação de peixes por nitrito é mais comum em viveiros de baixa profundidade (< 1 m), excessivamente povoados, onde a renovação da água é baixa ou mesmo inexistente.



Dureza total

Refere-se às concentrações de cálcio e magnésio solúveis na água, expressos em equivalentes de CaCO_3 (mg/L CaCO_3) (Tabela 9). Estes minerais são importantes para a formação de ossos, dentes e carapaças, sendo absorvidos pelos peixes diretamente da água. Além disso, são importantes na fisiologia do animal, atuando na transmissão nervosa, na coagulação sanguínea, na contração muscular e na osmorregulação. Recomenda-se que, para piscicultura em água doce, a dureza da água deve estar entre **60 mg/L e 150 mg/L de CaCO_3** e alerta-se de que níveis inferiores a 20 mg/L de CaCO_3 não são desejáveis. Assim, pode-se dizer que, para a criação de peixes de água doce, águas moderadamente duras são ideais.

Tabela 9. Classificação da água em função da dureza total.

Classificação	Dureza total (mg/L de CaCO_3)
Mole	0 – 20
Moderadamente mole	20 – 60
Moderadamente dura	61 – 120
Dura	121 – 180
Muito dura	> 180

Fonte: Sá (2012).

Temperatura

Peixes são animais pecilotérmicos, ou seja, sua temperatura corporal é influenciada pela temperatura do ambiente. Espécies de peixes tropicais têm maior conforto térmico na faixa de 25 °C a 32 °C, temperaturas em que alcançam maior

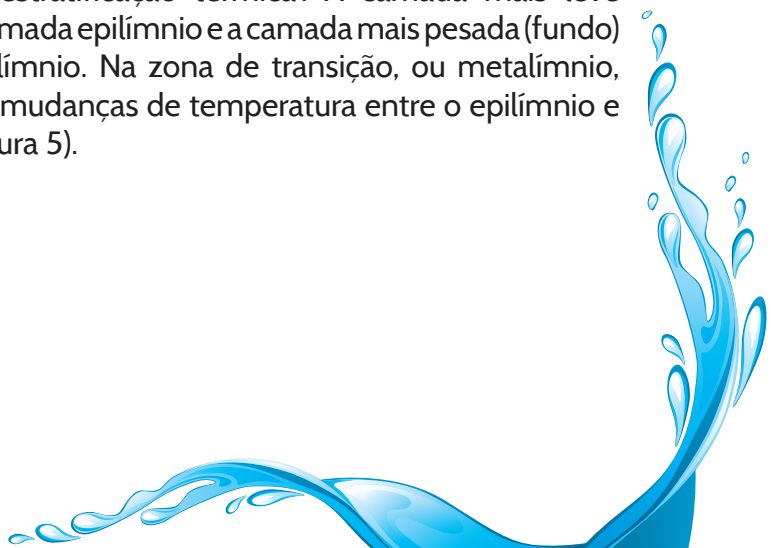


eficiência no crescimento, apresentam maior consumo de alimento e, se este for de boa qualidade, apresentam maior tolerância ao manuseio e resistência a doenças.

A temperatura tem um forte efeito sobre os processos químicos e biológicos dos peixes. Em geral, as taxas de reações químicas e biológicas dobram a cada aumento de 10 °C na temperatura. Isso significa dizer que um peixe em ambiente com temperatura de 20 °C exige o dobro de OD quando exposto à temperatura de 30 °C. Assim, a exigência por OD é mais crítica em águas quentes (climas tropicais) do que em águas frias (climas temperados).

Tratamentos químicos nos tanques de criação também são afetados pela temperatura. Em águas quentes, a ação de fertilizantes, herbicidas e outros químicos é mais rápida que em águas frias, assim como o consumo de oxigênio pela decomposição de matéria orgânica é maior.

Nos tanques, o calor se concentra na superfície da água e a água do fundo é mais fria. A água quente da superfície é menos densa (mais leve) que a água do fundo (mais pesada): elas não se misturam, formando camadas ou estratos, fenômeno este chamado “estratificação térmica”. A camada mais leve (superficial) é chamada epilímnio e a camada mais pesada (fundo) é chamada hipolímnio. Na zona de transição, ou metalímnio, ocorrem rápidas mudanças de temperatura entre o epilímnio e o hipolímnio (Figura 5).



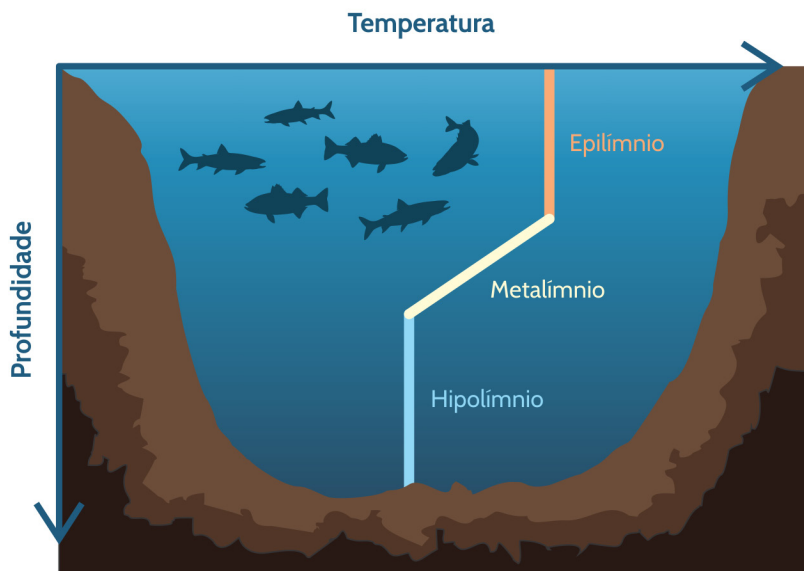


Figura 5. Estratificação térmica da água em um viveiro.

Em regiões de clima temperado, grandes viveiros estratificam na primavera (quando a temperatura começa a aumentar) e assim permanecem até o outono. Em viveiros pequenos e nas regiões de clima tropical (onde não existem grandes diferenças entre temperaturas mínima e máxima), a estratificação apresenta um padrão diário. Durante o dia, a superfície da água recebe calor, ocorrendo então a estratificação das águas das duas camadas; à noite, a temperatura da superfície da água diminui até igualar com a temperatura do fundo.

Em alguns locais, a temperatura de águas da superfície dos tanques pode chegar a 35 °C ou mais. Esta temperatura extrapola a faixa de conforto térmico para peixes tropicais, mas se o tanque tiver profundidade suficiente (> 1 m) para garantir a estratificação, os peixes podem se proteger da alta temperatura no hipolímnio. Viveiros rasos (0,3 m a 0,6 m de profundidade) não sofrem estratificação térmica, enquanto viveiros com



profundidade maior que 1 m podem ter uma variação de 2 °C a 4 °C entre hipolímnio e epilímnio.

Peixes são muito sensíveis a mudanças bruscas de temperatura, sendo importante evitar a exposição do animal a essas situações. Diferenças de 3 °C a 4 °C são suficientes para estressar os animais ou mesmo causar mortalidade. O efeito é pior quando o peixe é tirado de um ambiente frio para um quente. No entanto, eles são tolerantes a mudanças graduais de temperatura e por isso é feita a aclimação gradual do animal à temperatura após o transporte.

Principais Problemas

Segundo Lima et al. (2015), os principais problemas relacionados à qualidade da água podem ser resumidos conforme a Tabela 10.

Tabela 10. Problemas e soluções relacionados à qualidade da água na criação de peixes.

Problemas com a água	Sinais dos peixes e/ou ambiente	O que fazer?
pH alto	• Transparência muito baixa • Alcalinidade abaixo de 20 mg/L	• Se a transparência estiver baixa ou se os últimos dias tiverem sido nublados, suspender a alimentação e renovar a água do viveiro • Se a alcalinidade estiver abaixo de 20 mg/L, aplicar calcário agrícola na dose de 200 kg/1 mil m²
pH variando mais de 2 unidades durante o dia	• Os peixes estão apáticos	• Aplicar calcário agrícola na dose de 200 kg/1 mil m² • Reduzir a quantidade de alimento ou suspender a alimentação até ser feita a correção do pH

continua...

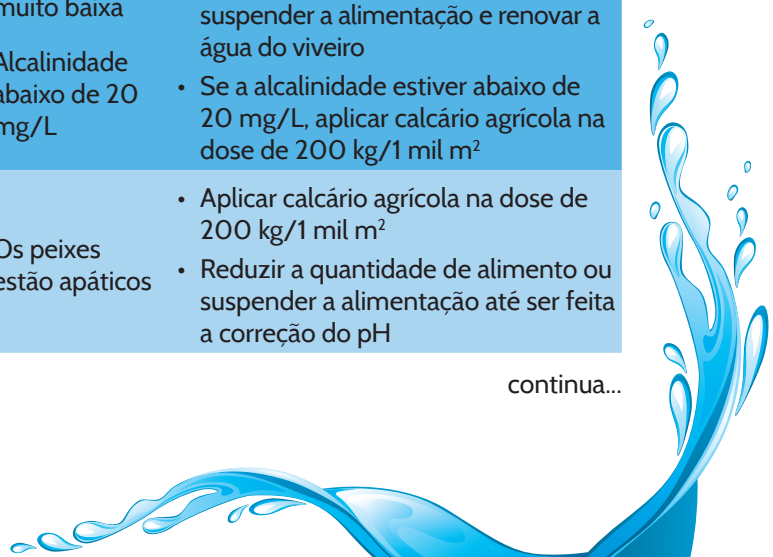


Tabela 10. Continuação.

Problemas com a água	Sinais dos peixes e/ou ambiente	O que fazer?
Oxigênio baixo	- Os peixes ficam na superfície da água e/ou próximos à entrada de água no viveiro - Transparência muito baixa ou muito alta	- Não alimentar os peixes - Verificar se a densidade de estocagem de peixes está acima do recomendado - Renovar a água do viveiro - Se a transparência estiver alta, verificar a alcalinidade e adubar o viveiro - Se a transparência estiver baixa ou se os últimos dias tiverem sido nublados, suspender a alimentação e renovar a água do viveiro - Em pisciculturas com sistemas intensivos (altas densidades), é necessário utilizar aeradores para aumentar a concentração de OD
Amônia ou nitrito elevado	- Os peixes estão apáticos - Água eutrofizada (muito verde e espessa)	- Verificar se a densidade está acima do recomendado - Renovar a água do viveiro (total ou parcialmente) - Diminuir a quantidade de alimento ofertado
Baixa alcalinidade	Mesmo depois da adubação, a água continua transparente	Fazer nova aplicação de calcário e acompanhar a alcalinidade da água
Gás carbônico elevado na água de abastecimento	A água é de poço	Represar a água em ambiente aberto para o gás carbônico evaporar

continua...

Tabela 10. Continuação.

Problemas com a água	Sinais dos peixes e/ou ambiente	O que fazer?
Variações bruscas na temperatura do local e da água	• Os peixes não se alimentam • Os peixes não sobem até a superfície da água • Mortalidades são observadas	• Reduzir a quantidade de alimento ou suspender a alimentação
Alta transparência	• Presença de algas filamentosas e plantas aquáticas na água	• Realizar adubação
Baixa transparência planctônica	• Água eutrofizada (muito verde e espessa) • Os peixes procuram a superfície da água nas primeiras horas do dia	• Renovar a água do viveiro • Suspender a alimentação

Fonte: Lima et al. (2015).

Referências

BOYD, C. E. **Water quality for pond aquaculture**. Alabama: Auburn University, 1998. 37 p. (Research and Development Series, n. 43).

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. Jundiá: Kubitza, 2003. 208 p.

LIMA, A. F.; SILVA, A. P.; RODRIGUES, A. P.; SOUSA, D. N.; BERGAMIN, G. T.; LIMA, L. K. F.; TORATI, L. S.; PEDROZA FILHO, M. X.; MACIEL, P. O.; FLORES, R. M. V. **Manual de piscicultura familiar em viveiros escavados**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2015. 143 p.

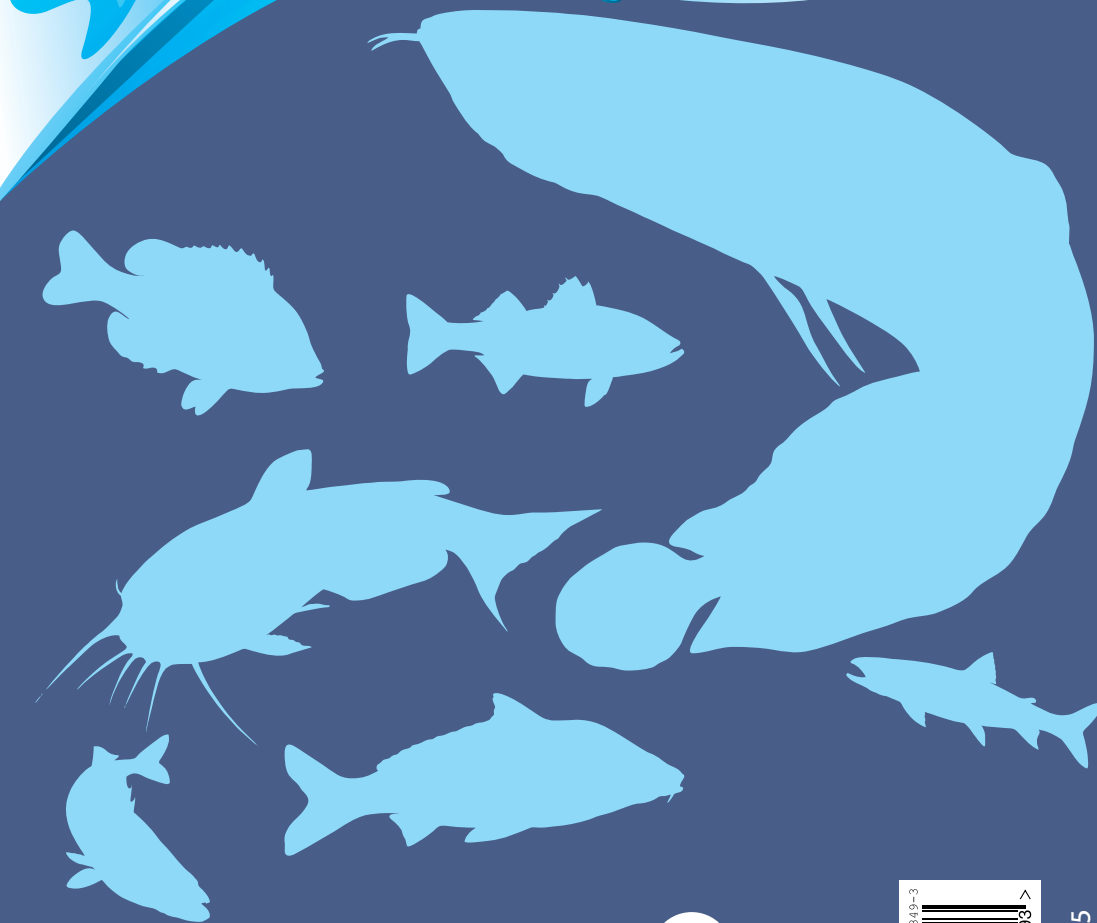
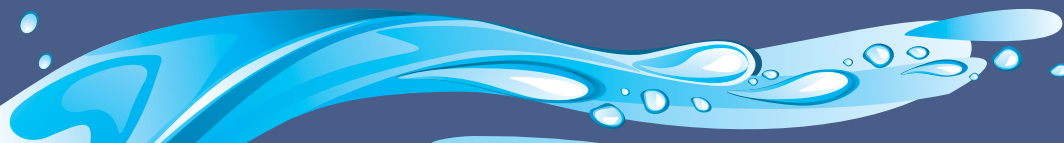
ROTTA, M. A.; QUEIROZ, J. F. de. **Boas práticas de manejo (BPMs) para a produção de peixes em tanques-redes**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 27 p. (Embrapa Pantanal. Documentos, 47).

SÁ, M. V. C. **Limnocultura: limnologia para aquicultura**. Fortaleza: Edições UFC, 2012. 218 p.

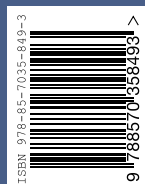


Embrapa

Amazônia Oriental



MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**



CGPE 14895