

Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD
Faculdade de Ciências Agrárias – FCA
Zootecnia

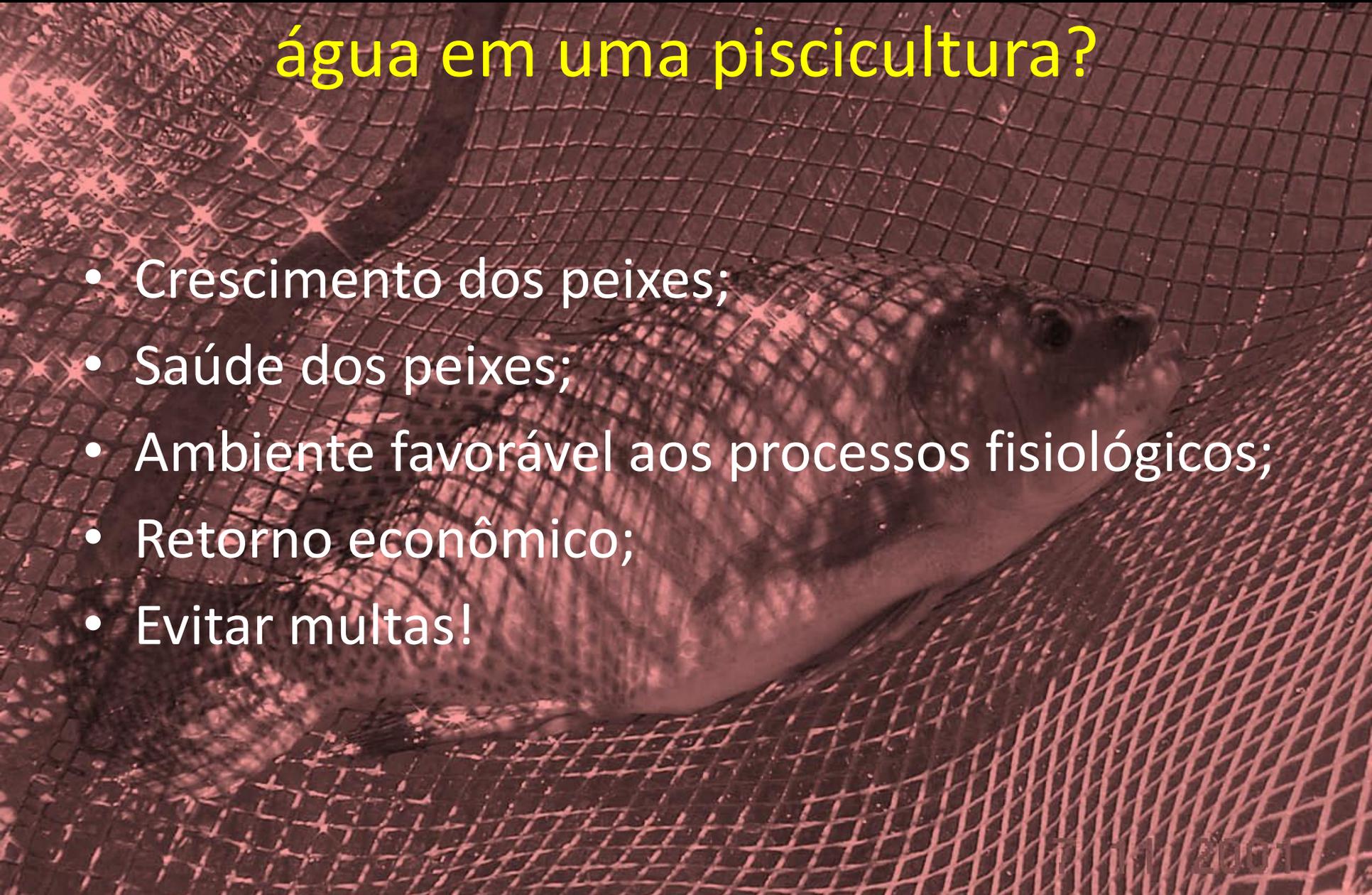
Piscicultura

Qualidade de água

Prof. Dacley

Qual a importância da qualidade de água em uma piscicultura?

- Crescimento dos peixes;
- Saúde dos peixes;
- Ambiente favorável aos processos fisiológicos;
- Retorno econômico;
- Evitar multas!



Os peixes realizam todas as suas funções vitais na água

- Comem;
- Respiram;
- Eliminam resíduos;
- Reproduzem;
- Perdem e absorvem sais



Lei das águas (9.433 de 1997)

- Água é um bem de domínio público (não tem dono);
- A água é um recurso natural limitado, **dotado de valor econômico**;
- O uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

**MAIS CEDO OU MAIS TARDE,
O PISCICULTOR VAI TER QUE
PAGAR PELO USO DA ÁGUA.**



7 11 2001

Para garantir o sucesso produtivo

- Controlar as variáveis de qualidade de água
 - Temperatura;
 - Transparência;
 - Oxigênio dissolvido;
 - pH;
 - Amônia;
 - etc.
- Ração de qualidade e quantidade correta
- Controle da atividade

Físicos

Químicos

Aparelhos de Análise da Água



Vazão de água

- Conhecer o corpo hídrico que fornecerá a água de origem para o sistema produtivo.
 - A quantidade é suficiente?
 - O rio seca durante o ano?
 - Qual a qualidade dessa água?
 - Há alguma proteção na entrada do sistema?
 - Não permitir o estabelecimento de animais externos ao ambiente

Poço Artesiano



Lago



Lençol Freático



Rio



Nascente



O risco compensa?



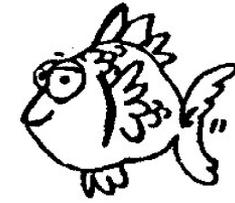


Redução de invasores



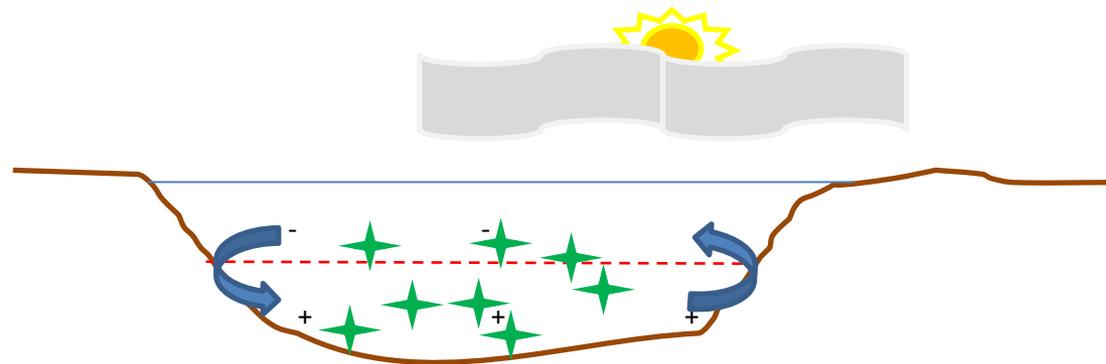
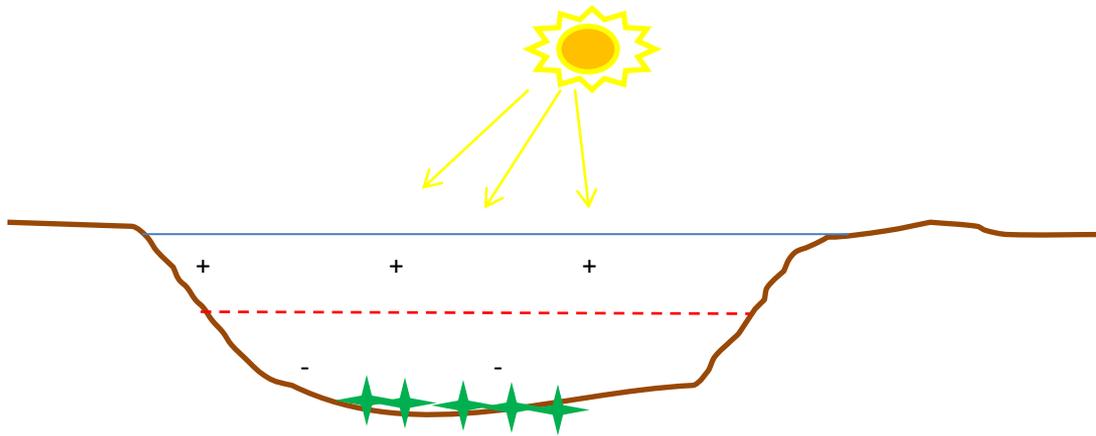
Temperatura da água

- Peixes são ectotérmicos;
 - Temperatura corporal igual à do meio
 - Crescimento é prejudicado;
 - Não se alimenta em temperaturas frias;
 - Se jogar ração aumenta o custo;
 - Viveiros muito fundos → estratificação;
 - Temperaturas entre 26 e 30 °C;
 - Relação direta com o oxigênio dissolvido.



A cada 10° C de aumento de temperatura, o metabolismo dos peixes dobra. Ou seja, a taxa de crescimento das tilápias a 25° C é duas vezes maior do que a 15° C

Inversão térmica



Transparência

- Relacionada com a quantidade de fitoplâncton presente no sistema;
- Sistemas intensivos → só aferição;
- Sistemas intensivos → essenciais.



Disco de Secchi

↓ **30 cm** – **Excesso!**

Aumente a entrada de água e não adubar.

40 a 50 cm – **Está**

Ótimo! Manter estas condições

↑ **60 cm** – **Atenção!**

Iniciar adubação corretiva

↑ **80 cm** –

Preocupante!

Diminuir entrada de água e adubar

Pode ser usada como um indicador da densidade planctônica e da possibilidade de ocorrência de níveis críticos de O_2 dissolvido durante a noite;

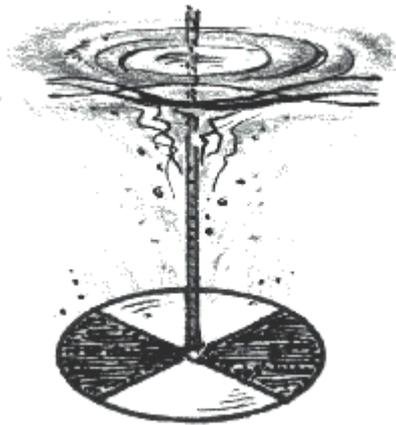
Baixa transparência pode ser causada por matéria em suspensão

Transparência < 30 cm (Secchi)-possíveis problemas com O_2

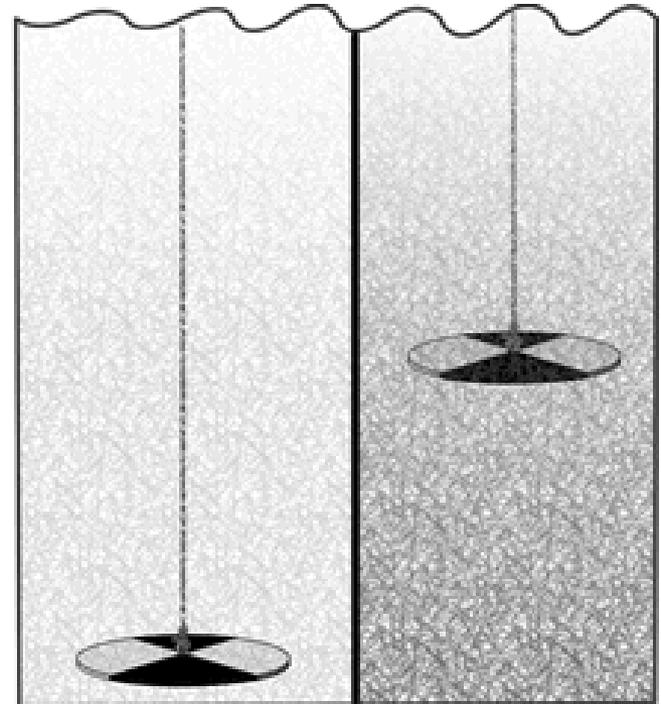
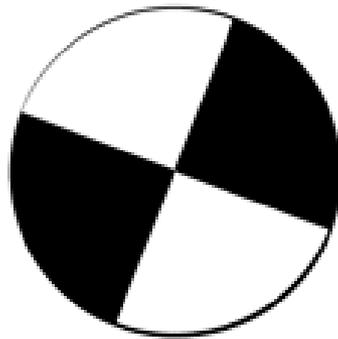
Transparência > 40 cm - raramente apresenta níveis de O_2 inferiores a 2 mg/l de O_2 dissolvido;

Transparência > 60 cm – favorece o desenvolvimento de plantas aquáticas e algas filamentosas, que não é indicado

TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA



Disco de Secchi







Lembrando: O importante é medir
a coloração verde do viveiro!

Oxigênio dissolvido

- **Importância**

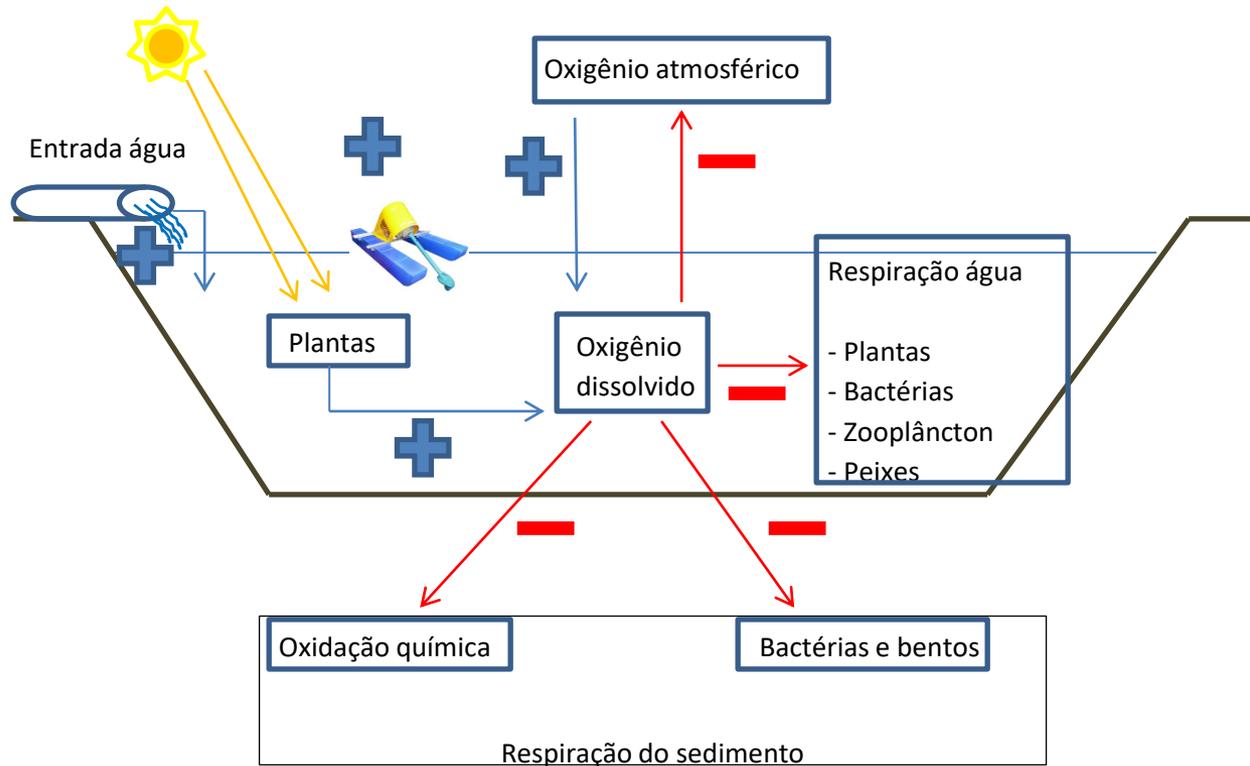
- Gás mais importante para a criação de peixes com respiração aquática obrigatória
- É a mais frequente causa de mortalidade

- **Níveis seguros**

- Maiores que 5 mg/l;
- Trutas > 8 mg/l.



Entradas e saídas de Oxigênio do sistema



Concentração de oxigênio depende:

- Presença matéria orgânica e nutrientes no viveiro;
- Biomassa de macrófitas e fitoplâncton;
- Quantidade de sólidos em suspensão (turbidez);
- Ventos, declividades, aeração;
- Altitude;
- Grau de eutrofização do ambiente;
- Taxa renovação de água;
- Consumo oxigênio durante a noite.

O que proporciona a diminuição do oxigênio na água

- Respiração dos animais e plantas;
- Excesso de ração e matéria orgânica;
- Temperaturas elevadas;
- Espécie e tamanho de peixe criada;
- Excesso de peixes no viveiro;
- Dimensionamento errado ou falha no equipamento de aeração;

Sinais de que os níveis de OD estão baixos

- Os peixes não comem;
- Respiração acelerada na superfície (boquejando);
- Peixes agrupados na entrada de água;
- Crescimento reduzido;
- Doenças frequentes;
- Níveis abaixo de 3 mg/L









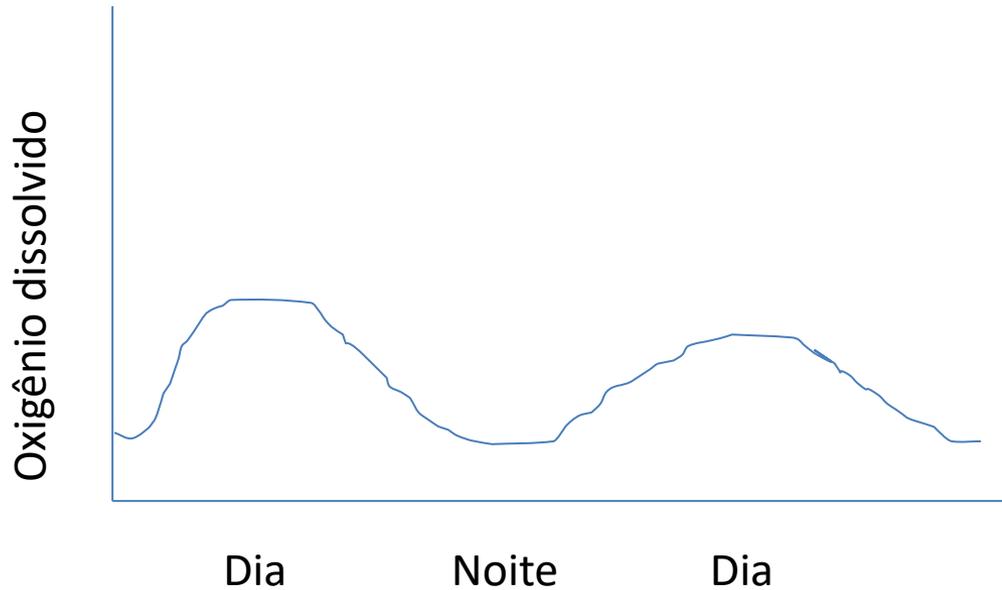
Como evitar níveis críticos de O₂

- Remoção de detritos e materiais orgânicos;
- Monitoramento diário dos parâmetros (físicos e químicos) da água;
- Alimentação correta, respeitando o hábito alimentar, a qualidade e quantidade do alimento;



Limpeza dos tanques após os ciclos de produção

Dinâmica do oxigênio



Durante o dia = produção de oxigênio;

Durante a noite = consumo de oxigênio;

Quanto maior a densidade, maior a variação diurna;

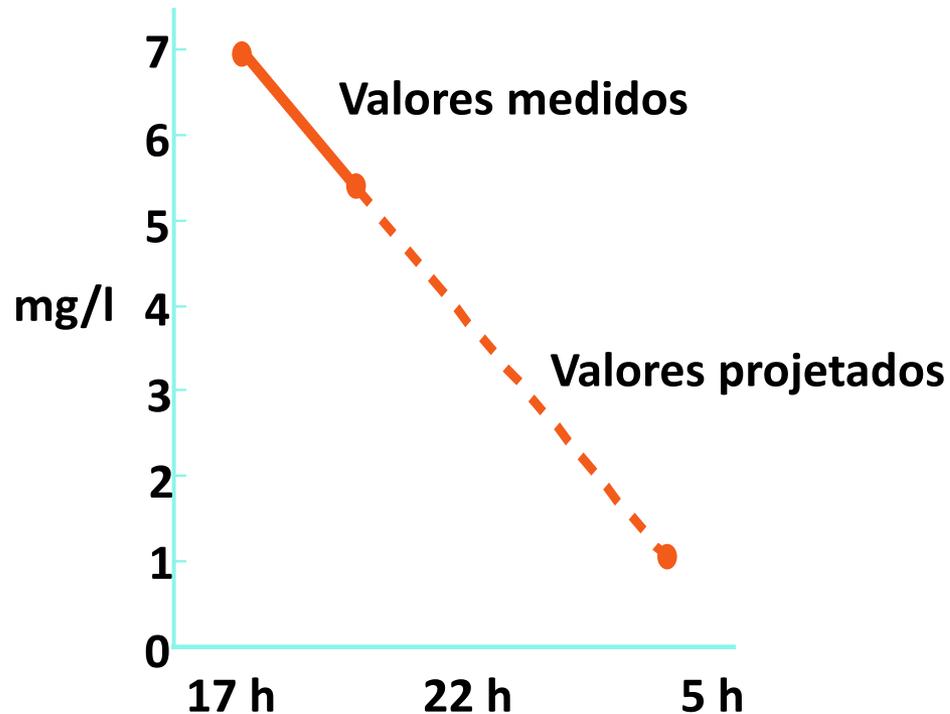
O que fazer quando encontrar níveis abaixo de 3 mg/L

- Suspender imediatamente a alimentação pelo prazo mínimo de 3 dias;
- Renovar a água do viveiro pelo tempo necessário que os peixes voltem aos padrões normais de comportamento;
- Utilizar imediatamente mecanismos que oxigenem a água como aeradores.



Aeradores?

- Para sabermos se devemos colocar aeradores, devemos entender a dinâmica do oxigênio no viveiro.



Consumo de O₂

$$\text{Consumo O}_2 \text{ (mg O}_2\text{/h/kg)} = (1000 / \text{peso (g)}) \times (\text{peso (g)})^{0,82}$$

Exemplo) Calcule o consumo de oxigênio e o tempo necessário para o aerador ficar acionado, para um viveiro de *Piaractus mesopotamicus* de 600 g de peso, estocados em um viveiro de 1 hectare, com 1,2 metro de profundidade e na densidade de 2 peixes/m². Outra informação importante, o nível de oxigênio é de 2,5 mg/l.

$$\text{Consumo O}_2 \text{ (mg O}_2\text{/h/kg)} = (1000 / \text{peso (g)}) \times (\text{peso (g)})^{0,82}$$

$$\text{Consumo O}_2 \text{ (mg O}_2\text{/h/kg)} = (1000 / 600) \times (600)^{0,82}$$

$$\text{Consumo O}_2 \text{ (mg O}_2\text{/h/kg)} = 1,6 \times 189,70$$

$$\text{Consumo O}_2 \text{ (mg O}_2\text{/h/kg)} = 303 \text{ mg O}_2\text{/h/kg}$$

Para calcular o total de peixes no viveiro é só multiplicar a área (10000 m²) pela densidade de estocagem (2 peixes/m²). Portanto, nesse viveiro tenho 10.000 m² x 2 peixes/m² = 20.000 indivíduos de 600 g. O que totaliza uma biomassa de 12.000 Kg no viveiro (20.000 peixes x 0,6 quilos, que é o peso de cada um).

Então, 1 kg de *Piaractus mesopotamicus* necessita de 303 mg O₂/h.

Como eu tenho 12.000 kg de peixe nesse viveiro, o consumo será:

Consumo de oxigênio no viveiro = 303 mg O₂/h x 12.000 kg

Consumo de oxigênio no viveiro = 3.636.000 mg O₂/h

Transformando esse valor para gramas = 3.636 g O₂/h (dividindo por 1000; mg → g)

Transformando esse valor para quilos = 3,64 kg O₂/h (dividindo por 1000; g → kg)

Agora vamos calcular quantos mg de oxigênio têm disponível no viveiro

Sabemos que a concentração verificada foi de 2,5 mg/l, essa medida é a mesma coisa que 2,5 g/m³.

Precisamos utilizar a área para encontrar a quantidade de litros d'água e fazer a multiplicação.

Volume = área x profundidade

Área = 10.000m² x 1,2 m profundidade

Volume de água do viveiro = 12.000 m³

Oxigênio total no viveiro = volume de água x concentração de oxigênio dissolvido

Oxigênio total no viveiro = 12.000 m³ x 2,5 g/m³

Oxigênio total no viveiro = 30.000 g O₂ no viveiro

Oxigênio total no viveiro = 30 kg O₂ no viveiro (conversão de g para kg)

Quanto tempo de oxigênio tenho disponível no tanque até esgotar as reservas?

$$\text{Tempo de } O_2 = \frac{\text{Quanto tenho de } O_2 \text{ no viveiro}}{\text{Consumo de } O_2 \text{ pelos animais}}$$

$$\text{Tempo de } O_2 = \frac{30 \text{ kg } O_2}{3,63 \text{ kg } O_2/h}$$

Tempo de $O_2 = 8,26$ horas de oxigênio (se não começar a fotossíntese ou se não houver aeração, a quantidade chegará a zero e os peixes morrerão).

1 hora ----- 60 min

0,26 hora -----x min

X minutos = 15,6

Então haverá oxigênio pelo tempo de 8 horas e 16 minutos.

Pensando na nossa região, às 18:00 horas acaba a luz, conseqüentemente, cessará a fotossíntese. Logo, as 02:15 da manhã esse viveiro estaria com ausência de oxigênio!

Cálculo de incorporação de O₂

Suposição: meia noite chegou em 2,5 mg/l

Quero elevar para 4,0 mg/l para que não ocorra estresse nos animais

Então: $4,0 \text{ mg/l} - 2,5 \text{ mg/l} = 1,5 \text{ mg/l}$ ou $1,5 \text{ g/m}^3$ de oxigênio que eu terei que incorporar na água

Seguindo:

Necessidade = quantidade que eu quero incorporar x volume de água do viveiro

Necessidade = $1,5 \text{ g/m}^3 \times 12.000 \text{ m}^3 = 18.000 \text{ g O}_2$ no viveiro (18 kg O₂)

1 aerador de pás incorpora 3,1 kg O₂/h em um espaço de até 0,5 hectare (5.000 m²)

Quanto tempo vou ter que deixar o aerador ligado?

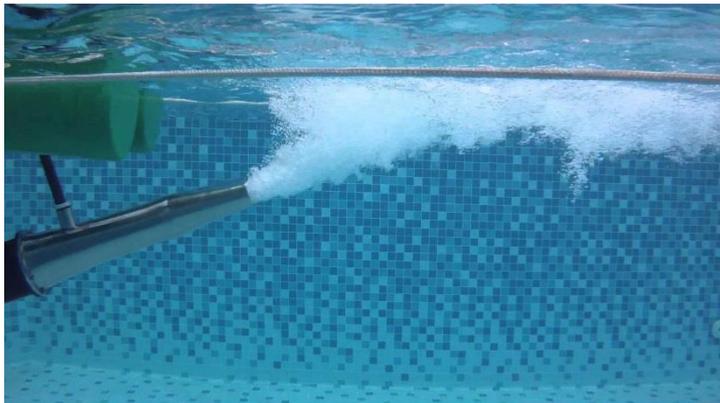
$$\text{Tempo ligado} = \frac{\text{oxigênio que necessito incorporar}}{\text{capacidade de incorporação do aerador}}$$

$$\text{Tempo ligado} = \frac{18 \text{ kg O}_2}{3,1 \text{ kg O}_2/\text{h}} = 5,8 \text{ horas}$$

1 hora	60 min
0,8 hora	x min
X = 48 minutos	

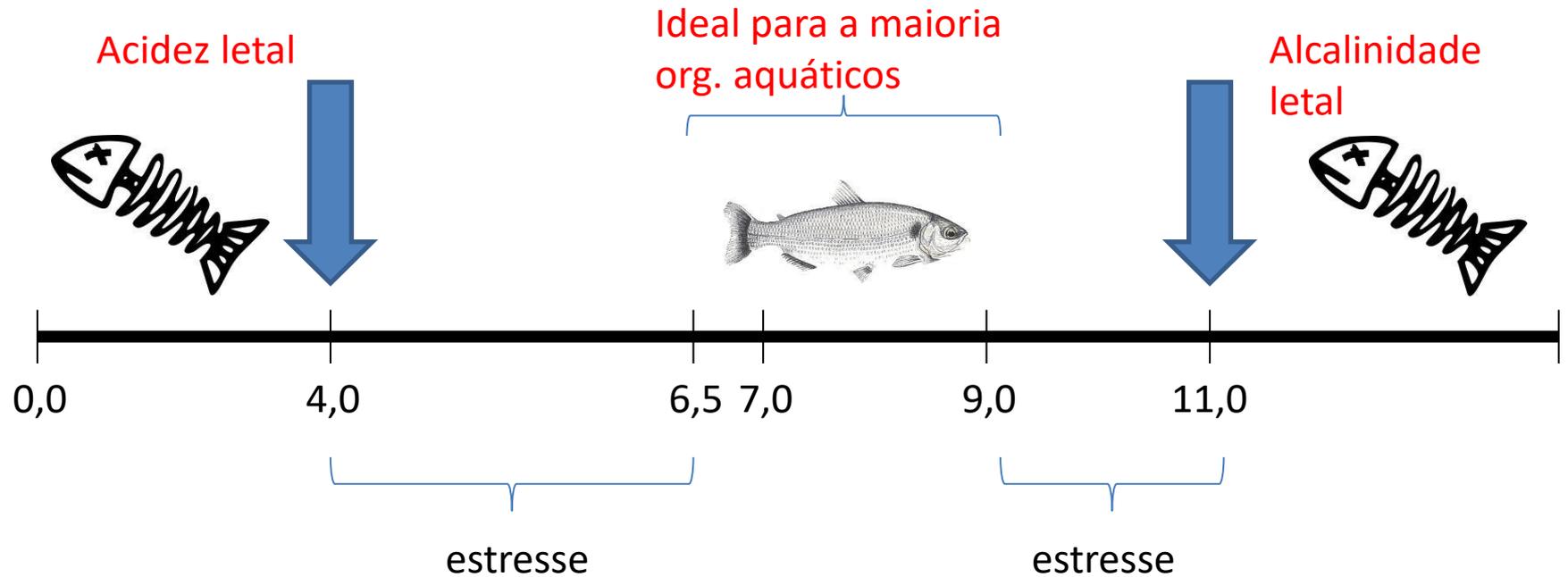
Portanto, o tempo necessário para que o aerador fique ligado é de 5h:48min.

Mas como dito, nosso aerador tem capacidade para 0,5 hectare, e o viveiro é de 1 ha. A solução é colocar 2 aeradores!



pH

Expressa a alcalinidade ou a acidez da água;
 $-\log [H^+]$



Redução crescimento;
Reprodução;
Etc.

pH

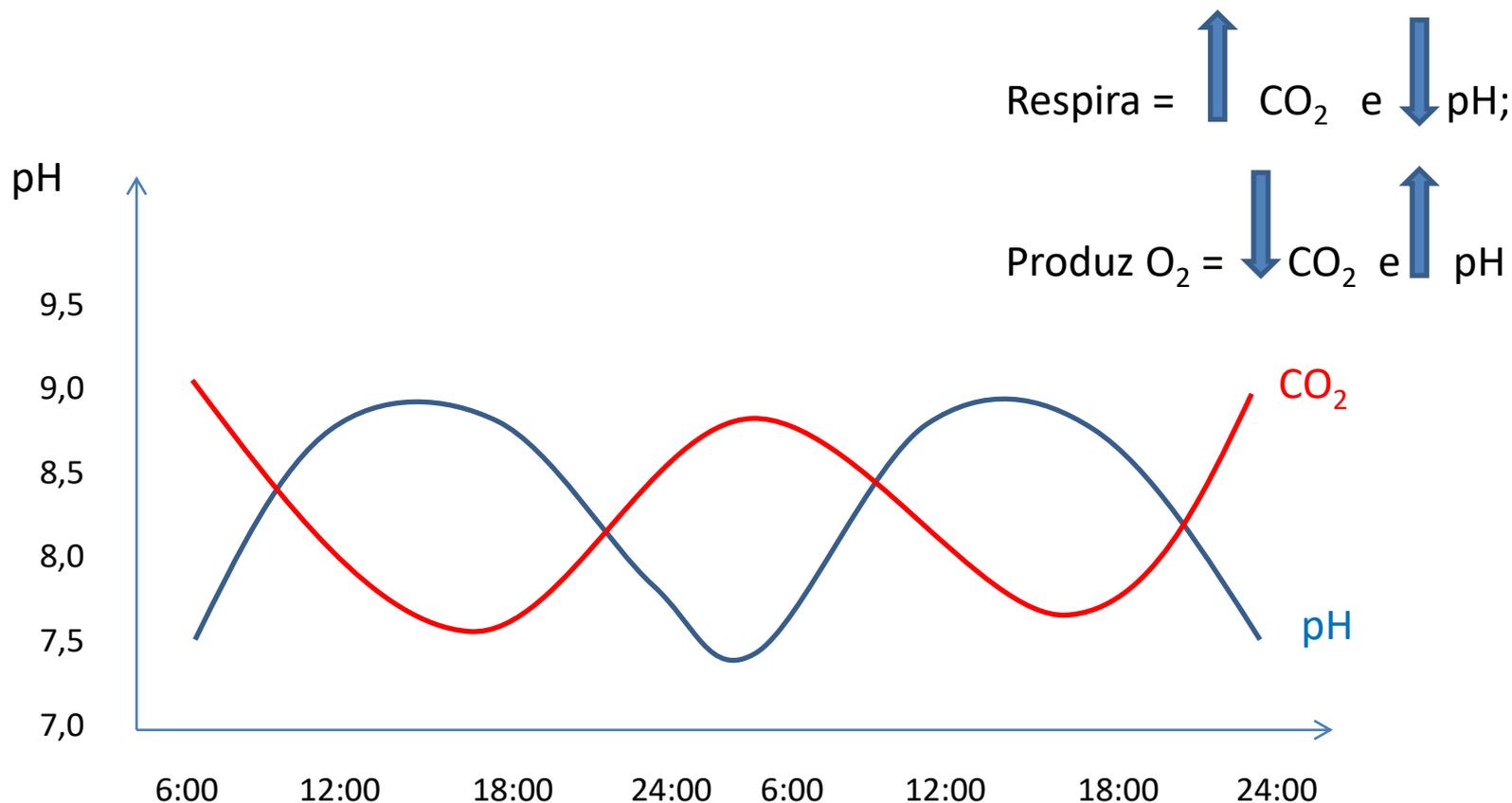
- 7,0 a 8,0 são considerados como os melhores para a piscicultura em tanques e viveiros (suportam de 5,0 a 9,0);
- Variam durante o dia e a noite em função da atividade fotossintética e respiratória;
- Monitorar diariamente e evitar que ocorra oscilações bruscas de pH;
- *Varia com concentração CO_2 , densidade fitoplâncton, ração, alcalinidade e dureza total*

Relação amônia tóxica e pH

total ammonia [ppm]	0.25				1				4				8			
temperature [°C]	18	22	26	30	18	22	26	30	18	22	26	30	18	22	26	30
pH	5.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
	5.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002
	6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004	0.005	0.006
	6.5	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.003	0.004	0.006	0.008	0.010	0.009	0.012	0.015	0.020
	7.0	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.005	0.006	0.008	0.014	0.018	0.024	0.027	0.037	0.049	0.064
	7.5	0.003	0.004	0.005	0.006	0.011	0.014	0.019	0.025	0.043	0.057	0.076	0.086	0.114	0.151	0.199
	8.0	0.008	0.011	0.014	0.019	0.033	0.044	0.058	0.075	0.133	0.176	0.230	0.265	0.351	0.460	0.596
	8.5	0.024	0.032	0.040	0.051	0.098	0.127	0.162	0.208	0.391	0.507	0.647	0.812	1.014	1.294	1.623

Quanto mais elevado o pH, maior a toxicidade da amônia!

Flutuação diária pH no viveiro

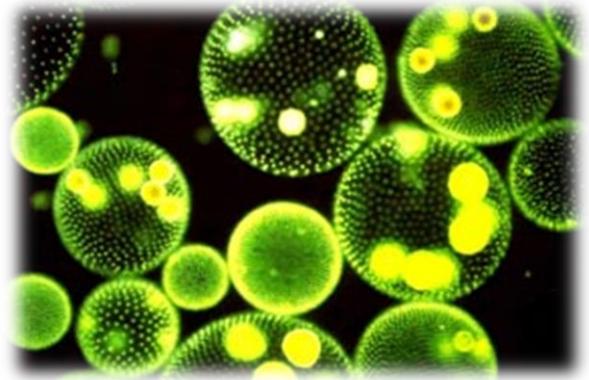


Durante o dia = retira CO₂;
Durante a noite = aumenta CO₂

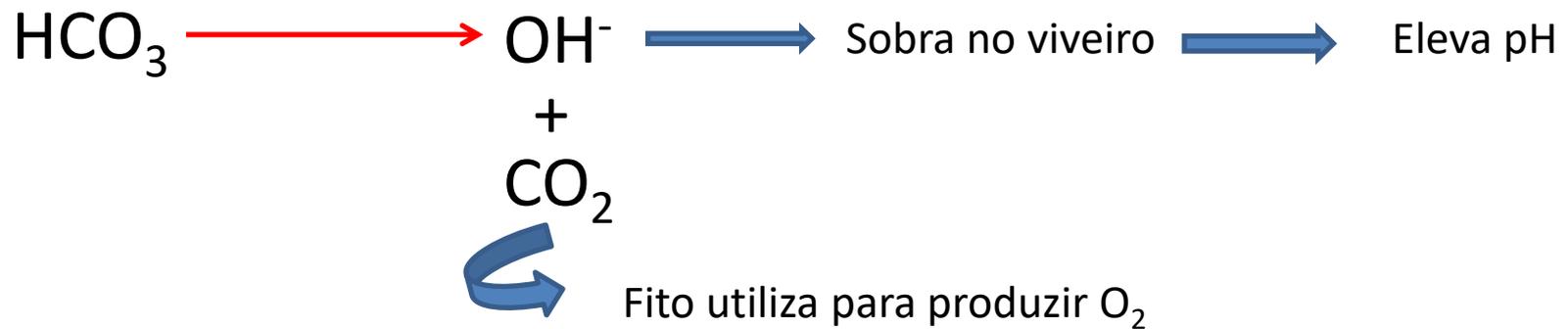
- O CO_2 é liberado pelos processos respiratórios;
- A remoção do CO_2 da água provoca aumento do pH;
- Em ambientes de criação onde o fito costuma se proliferar, o pH pode aumentar bastante devido a liberação de íons OH^- , resultantes do processo respiratório, para a obtenção do CO_2 ;
- Interfere na alcalinidade, acidez, dureza e capacidade tampão da água;
- Calcário aumenta o pH e elimina o fitoplâncton



Como a remoção do CO_2 provoca aumento do pH?



Para as plantas produzirem oxigênio:
Hidrolisar o bicarbonato



Sistema buffer de bicarbonato evita estas mudanças repentinas de pH

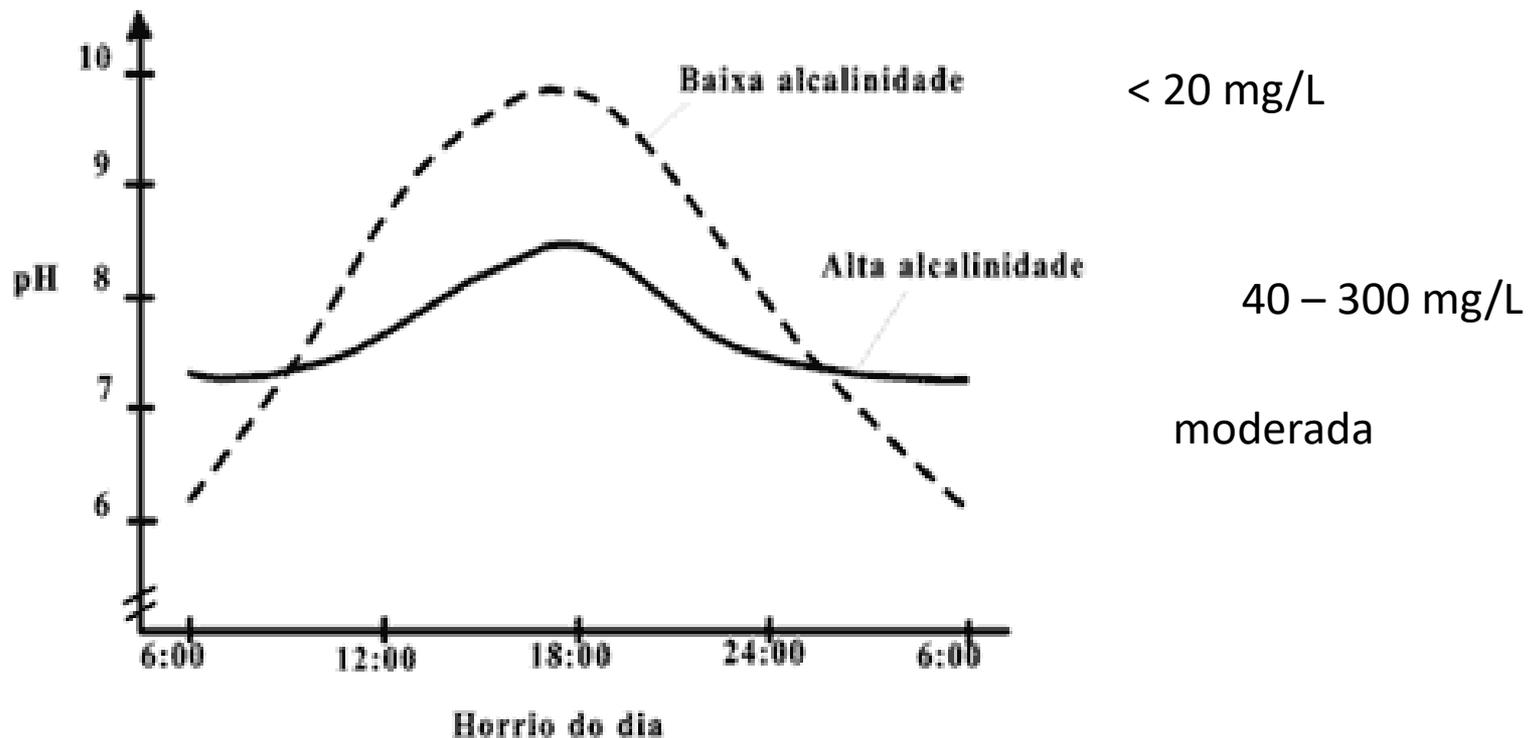


Figura 1. Variação diurna do pH da água em viveiros com alta e baixa alcalinidade total.

Se $[\text{OH}^-]$ aumenta, irá reagir com HCO_3^- ; formando $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.



Mantém equilíbrio sistema

Correção do pH da água

Calagem: usada para correção do pH da água e melhoria do sistema tampão. Normalmente, águas com $\text{pH} < 6,5$, baixa alcalinidade e dureza total devem receber a calagem.



Calcário agrícola e gesso agrícola



Cal hidratada (**cuidado**)



Cal virgem (**cuidado**)

Doses a ser utilizadas nos viveiros com peixe

Produto	Por m ²
Calcário	100 a 200g
Cal hidratada	5 a 10g
Cal virgem	5 a 10g

Cal hidratada e cal virgem cuidar bastante. Por exemplo se o pH tiver 6,8, pode ser colocado 3 g que o pH já sobe para 7,3!!!

Alcalinidade

- Capacidade da água em neutralizar os ácidos;
- Principal função em um viveiro de criação é assegurar o sistema tampão, para evitar a variação brusca de pH;
- Possui a unidade de medida expressa em equivalentes de carbonato de cálcio (mg de CaCO_3/L);
- Íons bicarbonato (HCO_3^-) e carbonato (CO_3^{-2}) são os principais responsáveis pela alcalinidade na água dos viveiros.

Em tanques com baixa alcalinidade, a eficiência de adubação é reduzida, o que prejudica o desenvolvimento do fitoplâncton, e isso pode prejudicar a incorporação de O_2 por fotossíntese.

Por isso, nesse tipo de sistema, é importante aplicar calcário para elevar a alcalinidade antes da adubação



Alcalinidade ideal = 40 mg de $CaCO_3/L$ água. (boa capacidade tampão).

Abaixo de 20 mg de $CaCO_3/L$ é baixa

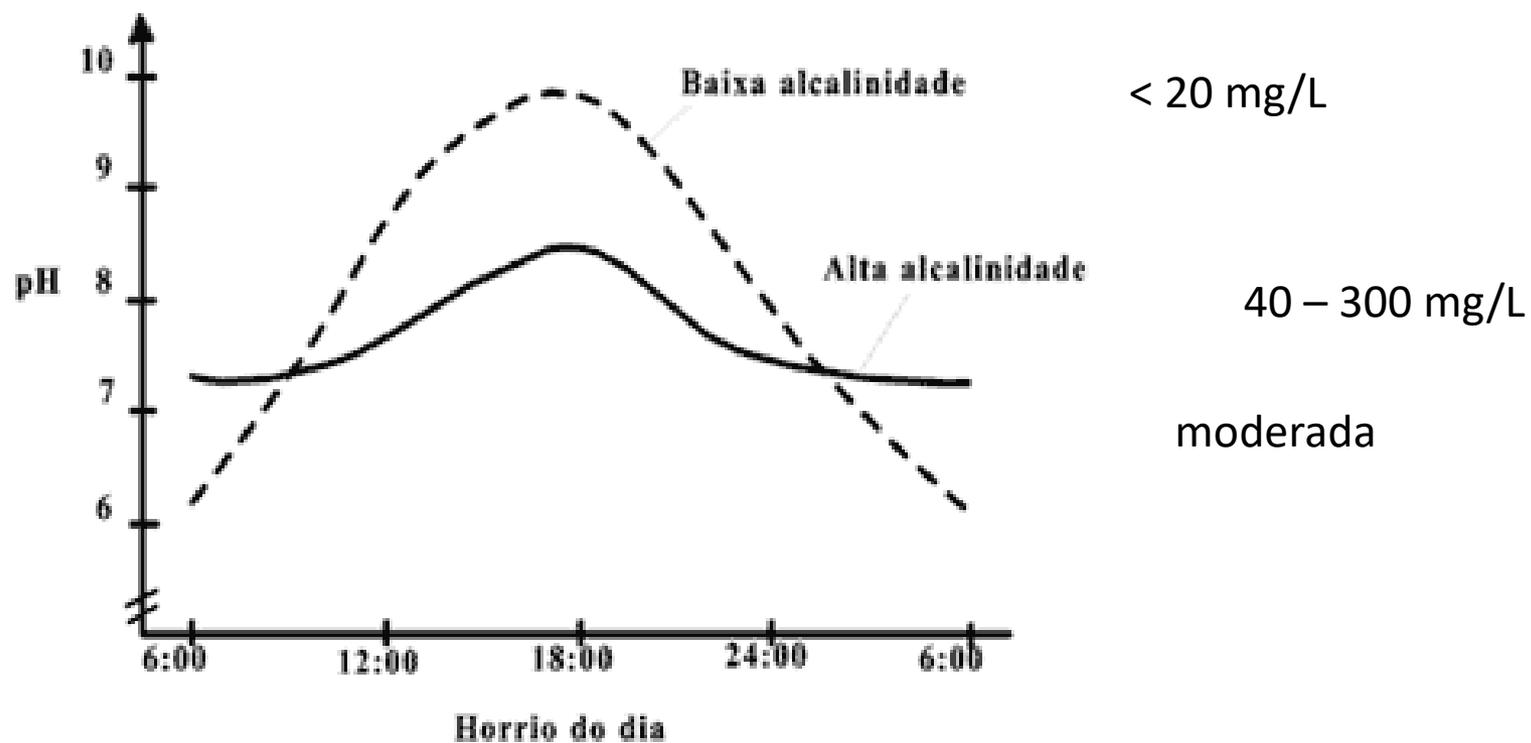
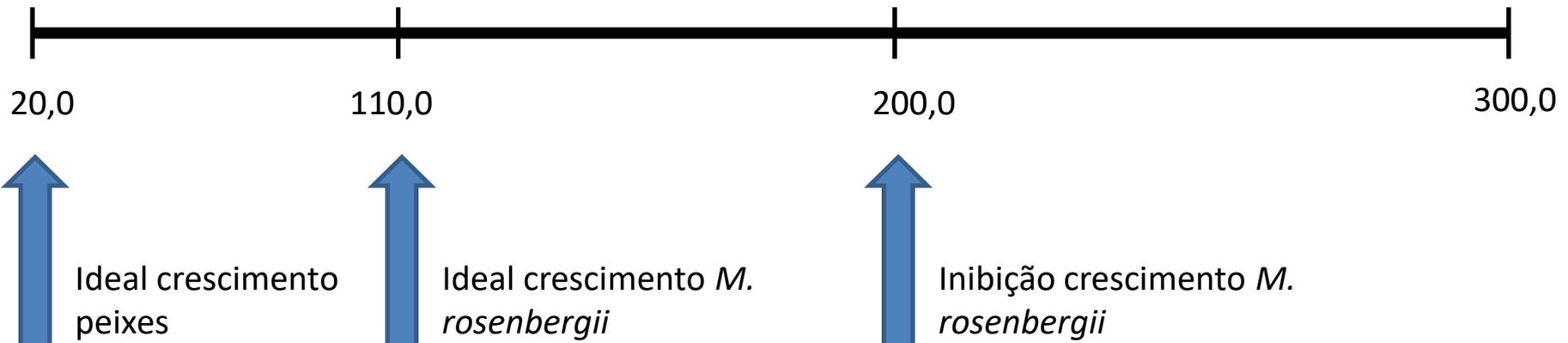
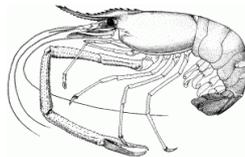
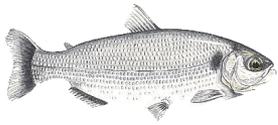


Figura 1. Variação diária do pH da água em viveiros com alta e baixa alcalinidade total.

Dureza da água

Está determinada pelo conteúdo de sais de cálcio e de magnésio presentes na água (Ca e Mg).



Resíduos nitrogenados

- Dentre os resíduos nitrogenados, destacam-se a amônia, nitrito e nitrato;
- Amônia é o principal produto de excreção dos peixes;
- Amônia total é a somatória da amônia não ionizada (NH_3) e da amônia ionizada (NH_4^+);
- A amônia NH_3 é tóxica aos peixes.

Amônia

principais fontes: excesso de alimento e excreção

- compreende duas formas básicas:

» não-iônica (forma gasosa) (NH_3) e iônica (NH_4^+)

- ambas ocorrem ao mesmo tempo, conforme equação:



- equilíbrio depende principalmente do pH da água
- forma gasosa mais tóxica, problema em pH e temperaturas altas

valores $> 0,2$ mg/L de NH_3 = toxicidade crônica para peixes

valores de $0,7$ a $2,4$ mg/L de NH_3 = letais para peixes

Porcentagem de amônia tóxica/amônia total

Temperatura °C	pH		
	7,0	8,0	9,0
15	0,19	1,83	15,7
20	0,40	3,82	28,4
35	0,80	7,46	44,6

Fonte: Ostrensky

- A amônia excretada é transformada em nitrito (*Nitrosomonas*) e em seguida em nitrato (*Nitrobacter*);
- Essas reações ocorrem na presença de oxigênio;
- Para amenizar o problema da amônia, deve ser feito a troca da água, cessar ou reduzir a alimentação e promover a aeração da água.

Nitrito (NO_2)



- NO_2 está relacionado atividade biológica da decomposição das proteínas contidas na matéria orgânica
- NO_2 provêm oxidação NH_4 pelas bactérias *Nitrosomonas* e redução anaeróbica NH_3
- Toxidez NO_2 depende pH, concentração de cálcio e cloretos
- Sistemas onde concentração OD é baixa, concentração de NO_2 é alta

- Composto intermediário do processo de nitrificação, durante o qual amônia é oxidada a nitrato através da ação de bactérias.
- O nitrito em altas concentrações faz com que o peixe não consiga respirar e pode até morrer.
- O sangue fica com a cor muito escura. “Doença sangue marron”;
- concentrações de:
 - **0,3 a 1,0 mg/L** = níveis sub-letais (redução no crescimento)
 - **2 a 200 mg/L** = níveis letais (morte);
 - **0,5 mg/L** = resistência da maioria dos peixes

- O principal problema associado ao nitrito é a oxidação da hemoglobina do sangue;
- Converte a hemoglobina em metahemoglobina;
- Molécula incapaz de transportar oxigênio;
- Peixes morrem por asfixia;
- Conhecida como a doença do sangue marrom;
- Se o pH estiver alto, ocorre maior toxidez do nitrito.

Dose de Sal (NaCl) para redução nitrito

$$[(\text{volume do viveiro m}^3/10.000) \times (\text{valor de N}_2 \text{ na água} \times 6) \times 10] / 0,6 =$$

Resultado é a dose em kg a ser aplicada

Exemplo: Um viveiro de 1000m³ foi detectado 2 mg L⁻¹ de nitrito, quantos kg devo jogar de sal?

$$\begin{aligned} & [(1000\text{m}^3/10.000) \times (2 \text{ mg L}^{-1} \times 6) \times 10] / 0,6 = \\ & [0,1 \times 12 \times 10] / 0,6 = 12/0,6 = \mathbf{20 \text{ kg}} \end{aligned}$$

Nitrato (NO_3)

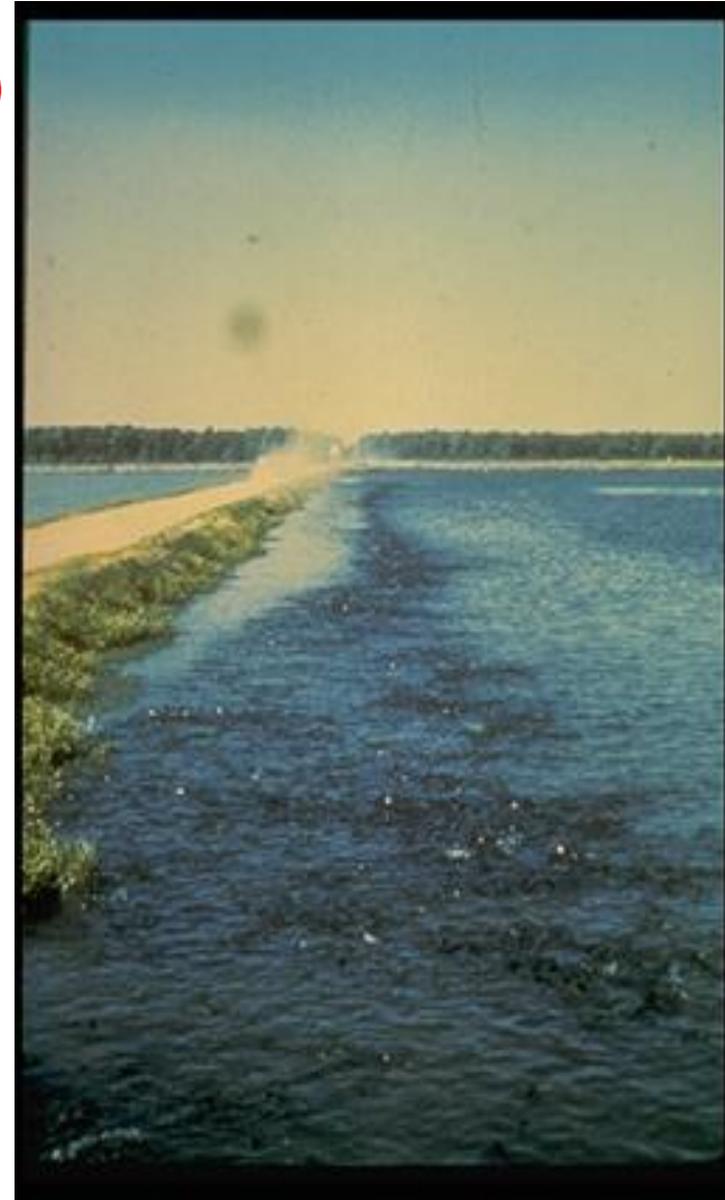
- produto final da oxidação da amônia.
- é melhor ter nitrato na água do que amônia ou nitrito;
- Fitoplâncton e algas utilizam esse composto;
- só é tóxico em concentrações muito elevadas
= 1000-3000 mg/l

Quantidade de amônia excretada pelos peixes

- Em média, de 30 a 40% da proteína é utilizada como energia e virará amônia
- Ração = 32% PB 1000 kg ração = 320 kg PB
- Proteína contém 16% de nitrogênio
- Portanto, 320 kg PB x 0,16 = 51,2 kg de Nitrogênio
- 51,2 kg N x 0,40 = 20,48 kg amônia na água!

Manejo para reduzir os problemas com nitrogênio

- Redução da densidade;
- Evitar o excesso de ração;
- Promover trocas de água;
- Aeração;
- Sal.



Fósforo

- Nutriente essencial à vida (ATP);
- Presente nos nucleotídeos, ossos, escamas e dentes;
- Nutriente que deve ser verificado principalmente para produção em tanques rede (capacidade de suporte);
- Elemento essencial à proliferação de algas;



Eutrofização do ambiente

EUTROFIZAÇÃO



“Nível aceitável de nutrientes de modo que o ecossistema possa se sustentar sem extrapolar limites aceitáveis - indicadores de poluição”



Represa Billings - SP

Estratégia de Controle da Qualidade da Água

Biomanipulação

Fertilização

Formulação de rações com base no fósforo disponível

Qualidade e disponibilidade dos ingredientes da rações

Densidade

Exigência Nutricional

Monitoramento e Controle das variáveis físicas e químicas

Variáveis da água	Níveis Recomendados
Temperatura	24 - 28°C
Oxigênio dissolvido (O ₂ D)	> 5 mg L ⁻¹
Gás Carbônico (CO ₂)	< 10 mg L ⁻¹
Amônia não ionizada (NH ₃)	< 0,20 mg L ⁻¹
Amônia total	2 a 3 mg L ⁻¹
pH	7,0 a 8,0
Alcalinidade	20 a 75 mg L ⁻¹
Dureza	< 200 mg L ⁻¹
Nitrito (NO ₂)	< 0,5 mg L ⁻¹
Nitrato (NO ₃)	< 1000 mg L ⁻¹
Transparência (Disco Secchi)	40 – 50 cm
Condutividade	20 a 100 µS cm ⁻¹
Fósforo Total	< 0,050 mg L ⁻¹
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅)	< 5 mg L ⁻¹ O ₂

Considerações finais

- Criamos a água, se esta estiver boa, conseqüentemente teremos uma produção de peixes!
- Há diversos parâmetros que devem ser analisados e há diversos aparelhos ou kits para isso!
- O importante é fazer!