



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA



Avaliação da qualidade da água e manejo sanitário em piscicultura



Scheila Anelise Pereira Dutra

scheila.anelise@ufsc.br

Agosto, 2024



Avaliação da qualidade da água e manejo sanitário em piscicultura

Qualidade de água

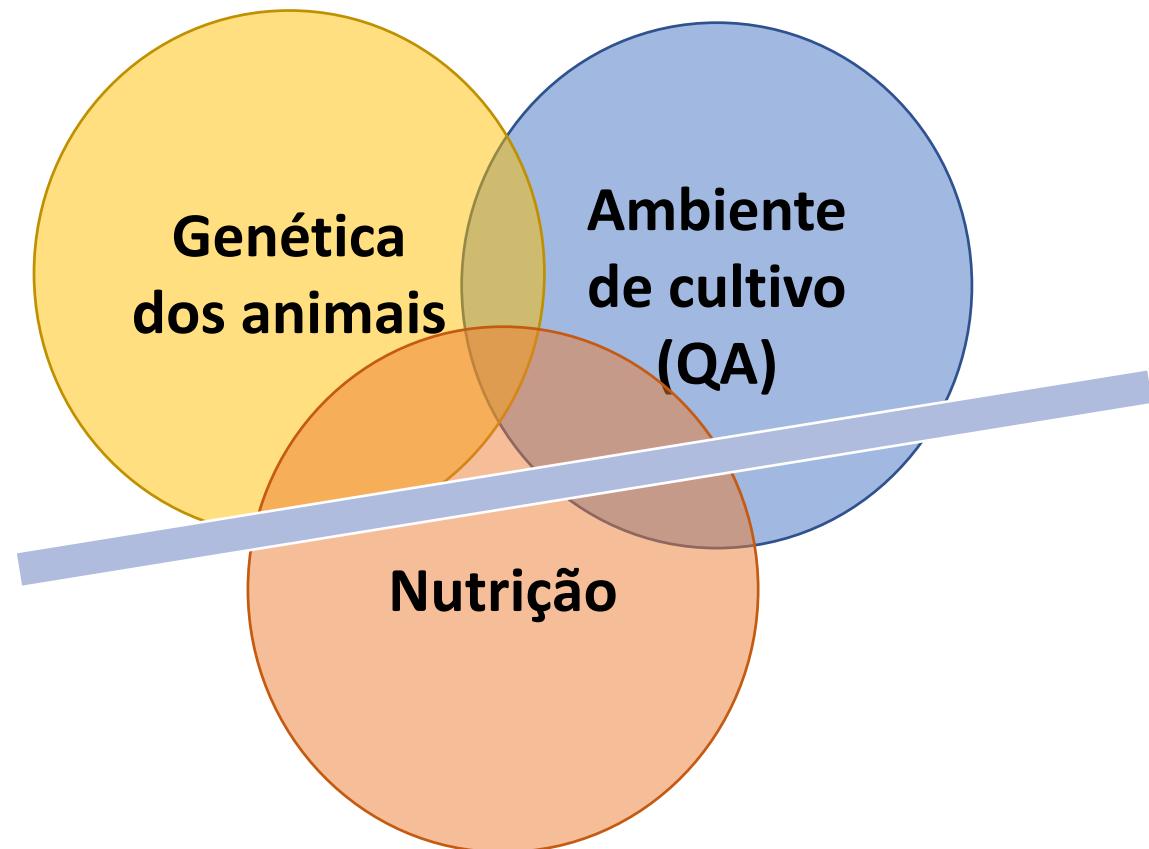
- Descrição
- Avaliação
- Demonstração

Manejo sanitário

- Determinação da condição sanitária do sistema produtivo/criação
- Introdução de animais no sistema produtivo (quarentena e avaliação sanitária)
- Profilaxia
- Tratamentos terapêuticos
- Monitoramento da mortalidade e limiar para intervenção
- Limpeza e desinfecção de equipamentos, estruturas e tanques
- Programas de biosseguridade

Avaliação da qualidade da água e manejo sanitário em piscicultura

◎ O sucesso da piscicultura está baseada no equilíbrio entre a tríade



Desbalanço nessa tríade

- ➔ Estresse,
- ➔ Supressão imunológica
- ➔ Redução de crescimento
- ➔ Desenvolvimento de doenças
- ➔ Culminar em perdas econômicas

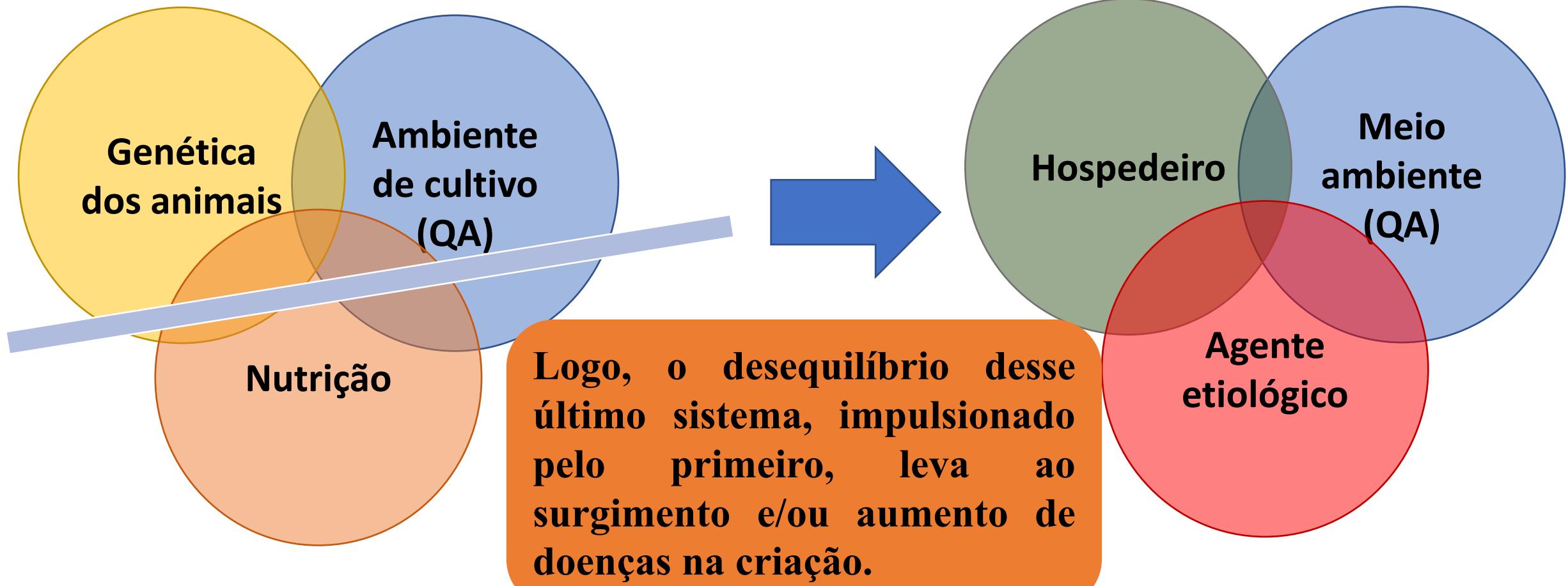
Por que isso ocorre?

Avaliação da qualidade da água e manejo sanitário em piscicultura

◎ O sucesso da piscicultura está baseada no equilíbrio entre a tríade

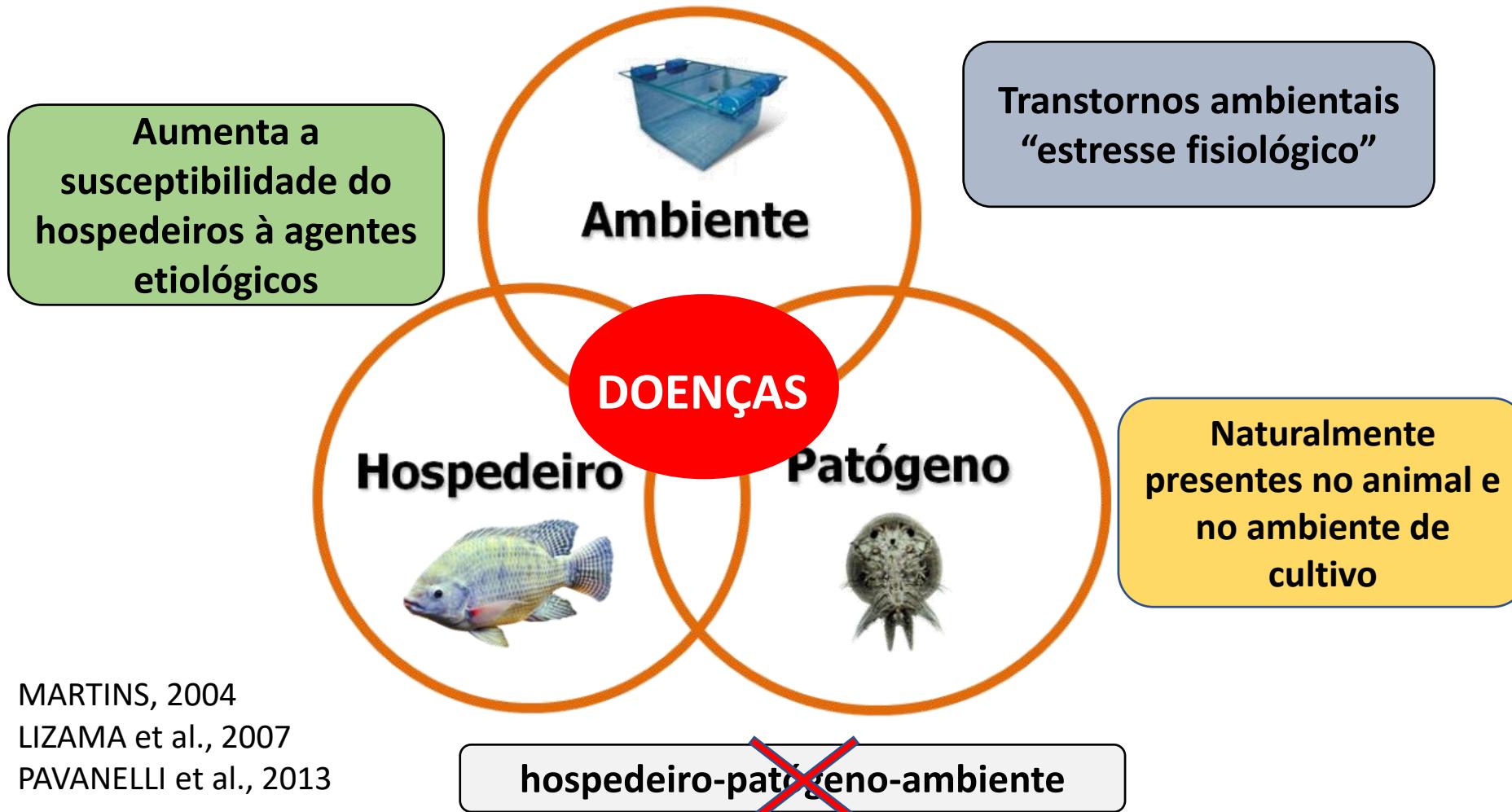
Desequilíbrio em um desses três pilares

Epidemiológica ou tríade ecológica das doenças

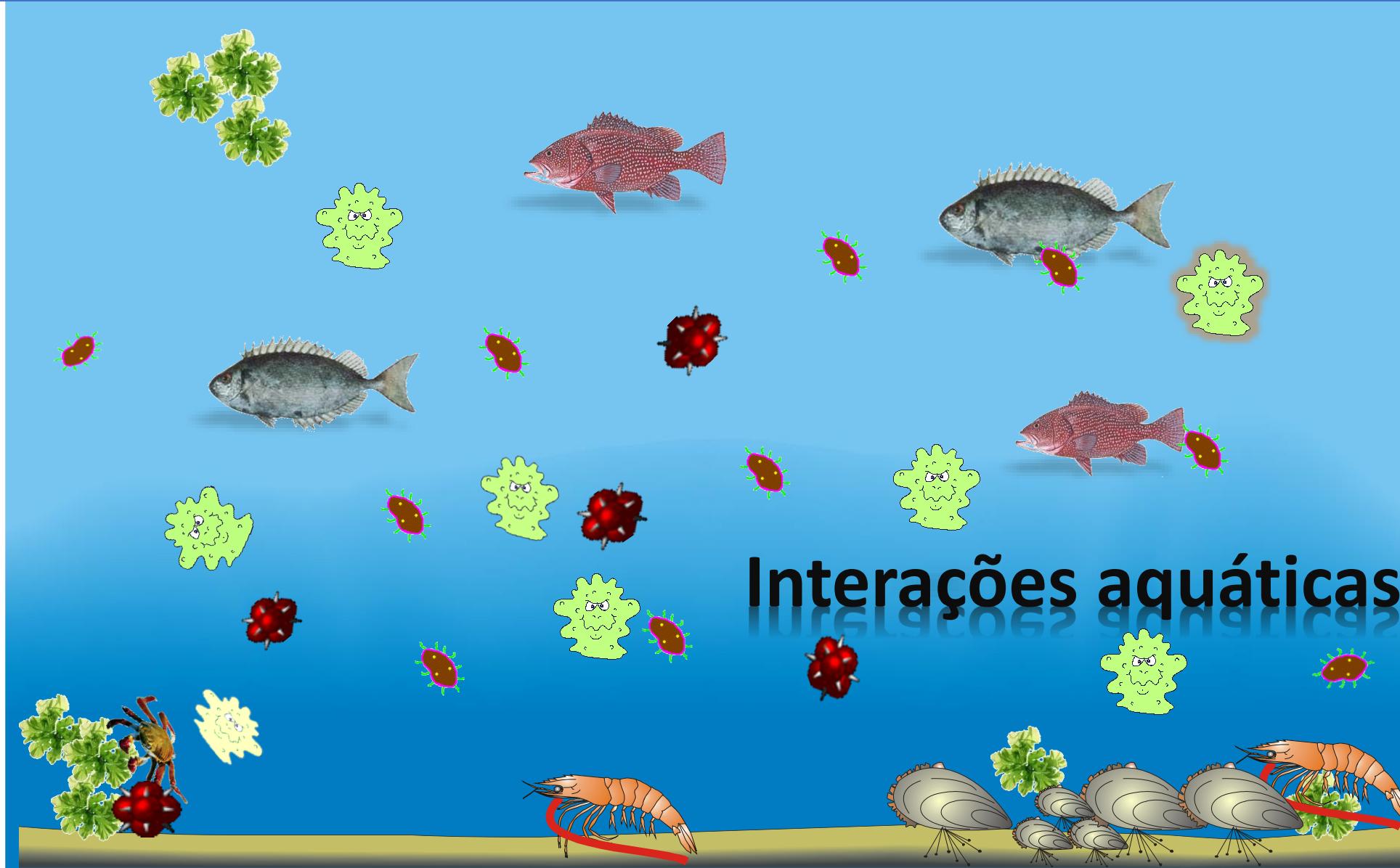


Avaliação da qualidade da água e manejo sanitário em piscicultura

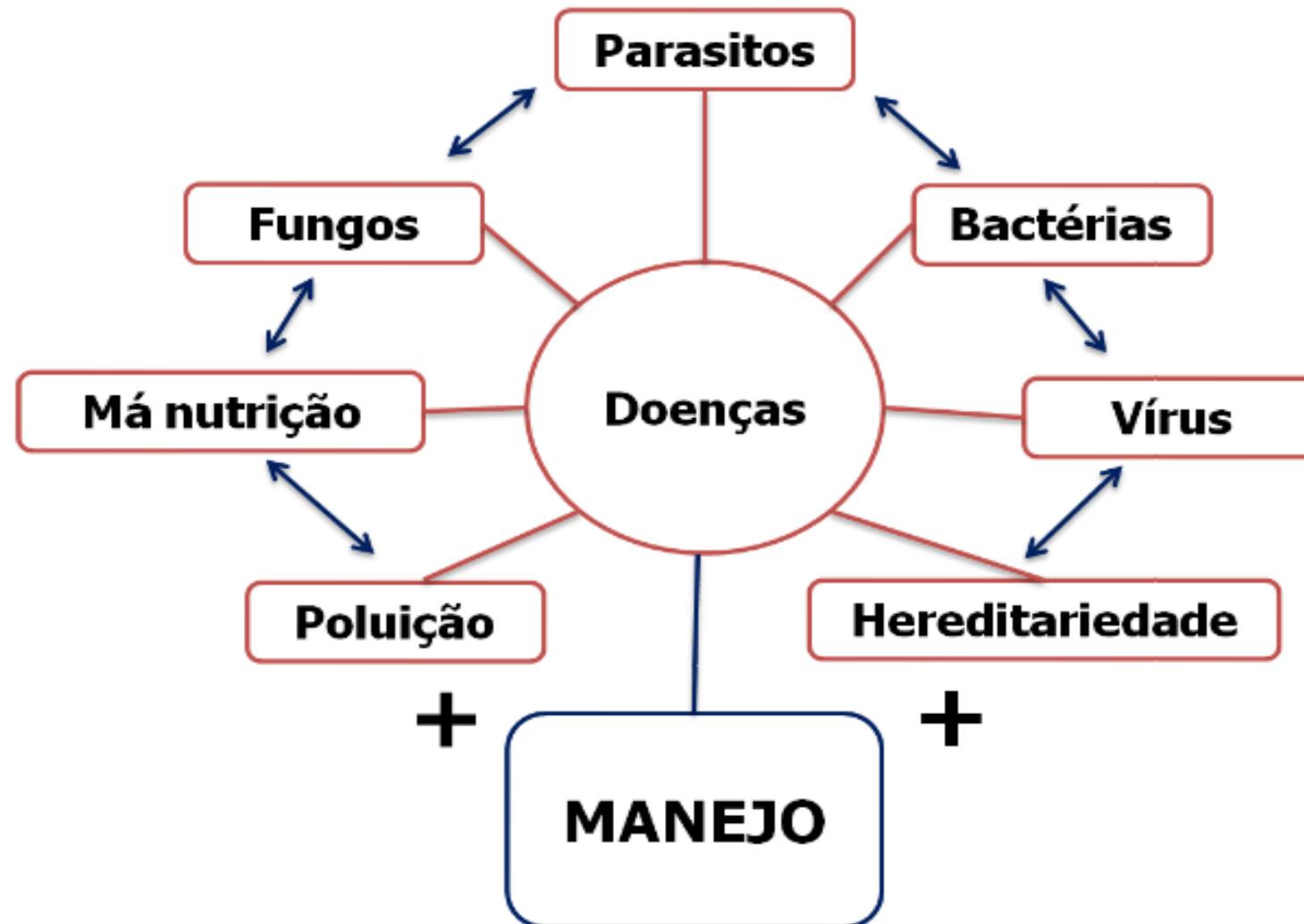
◎ O sucesso da piscicultura está baseada no equilíbrio entre a tríade



Avaliação da qualidade da água e manejo sanitário em piscicultura

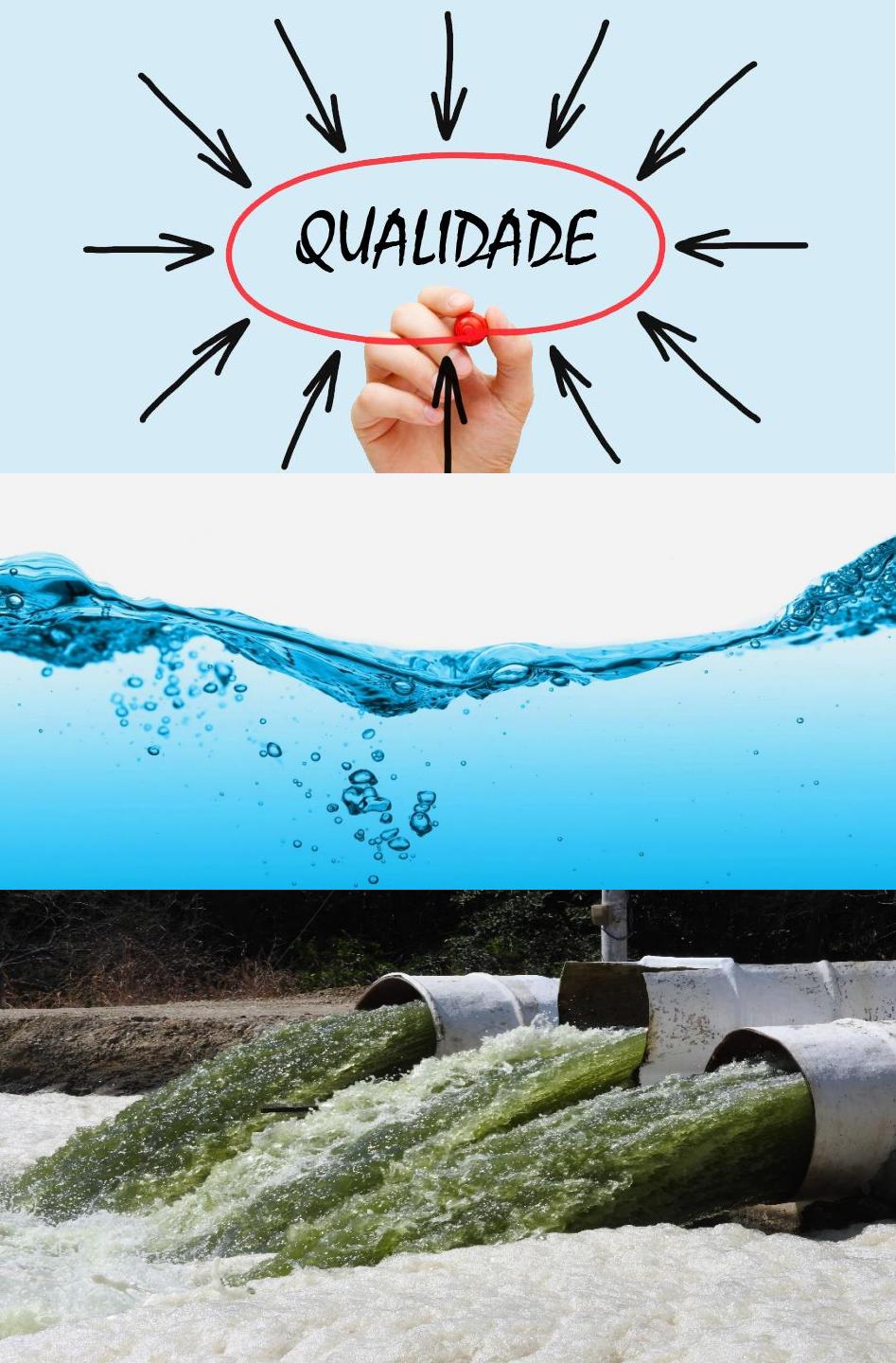


Avaliação da qualidade da água e manejo sanitário em piscicultura



Avaliação da qualidade da água e manejo sanitário em piscicultura





Qualidade de água

Descrição

Em aquicultura, é o **conjunto** de características ótimas que devem ser mantidas no ambiente de cultivo (i.e., na água) para garantir o sucesso da criação.

- ◎ Alimentação
- ◎ Respiração
- ◎ Excretas
- ◎ Reprodução
- ◎ Osmorregulação

Qualidade de água

Descrição

FÍSICAS

Temperatura
Salinidade
Sólidos em suspensão
Cor da água
Transparência
Luz

QUÍMICAS

pH e alcalinidade
Gases dissolvidos
Compostos orgânicos
Compostos inorgânicos
Poluentes

BIOLÓGICAS

Bactérias
Fungos
Protozoários
Fitoplâncton

TECNOLÓGICAS

Densidade
Taxa de renovação
Biomassa
Carga
Alimentação

Conjunto de variáveis físicas, químicas, biológicas e tecnológicas que determinam a PRODUTIVIDADE e a SUSTENTABILIDADE em aquicultura.

Capaz de se manter ao longo do tempo atendendo aos objetivos *sociais, ambientais e econômicos da realidade conjuntural em que o empreendimento se encontra inserido.*

Qualidade de água

Descrição

As variáveis FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS e TECNOLÓGICAS devem ser consideradas para manejar, “construir” ou manter uma boa QA na unidade de criação.

Cada sistema produtivo **exige** certas **condições** de água que precisam ser **manipuladas** para seu perfeito funcionamento.

Ao mesmo passo que dependendo da **espécie** e do **estágio** de ciclo de vida, as **exigências** quanto aos **parâmetros** de água podem **se alterar sutilmente**.

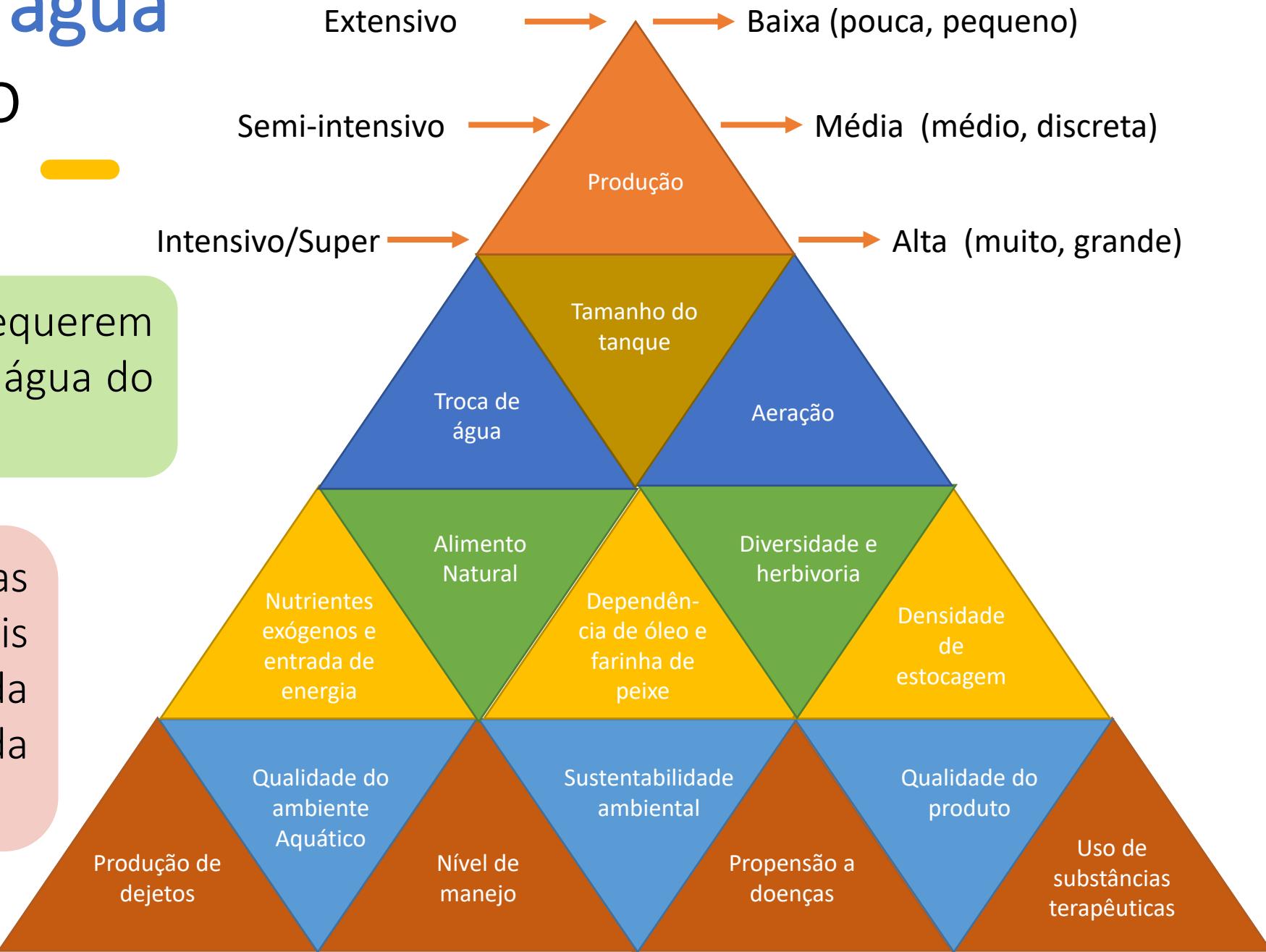
Qualidade de água

Descrição



Sistemas mais intensivos requerem maior atenção e manejo de água do que os semi-intensivos.

As fases iniciais (larvicultura) são mais sensíveis as oscilações da QA quando comparada aos juvenis e adultos.



Qualidade de água

Avaliação

- ◎ Oxigênio dissolvido
- ◎ Produtividade primária
- ◎ Temperatura
- ◎ pH, Alcalinidade
- ◎ Amônia, Nitrito e Nitrato
- ◎ Salinidade

Parâmetros mais importantes:



Qualidade de água

Avaliação



⌚ Oxigênio dissolvido

Qualidade de água

Avaliação

Parâmetros mais
importantes:

🎯 Oxigênio dissolvido

33x mais oxigênio no AR em relação a Água!!!!



Qualidade de água

Avaliação

◎ Oxigênio dissolvido

Órgãos respiratórios

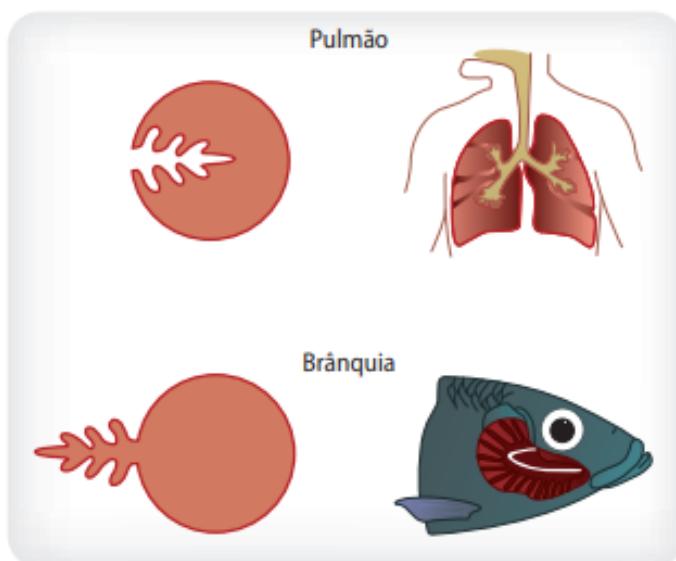
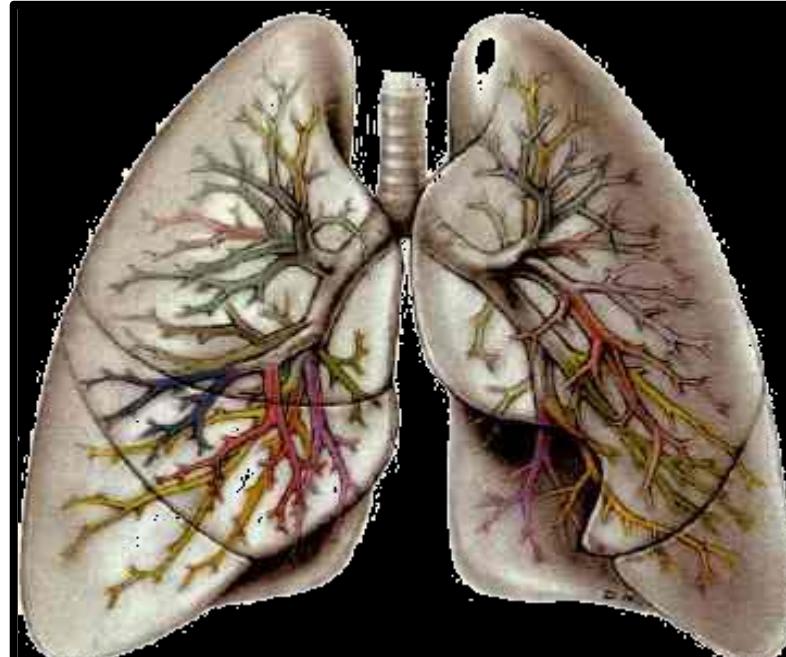
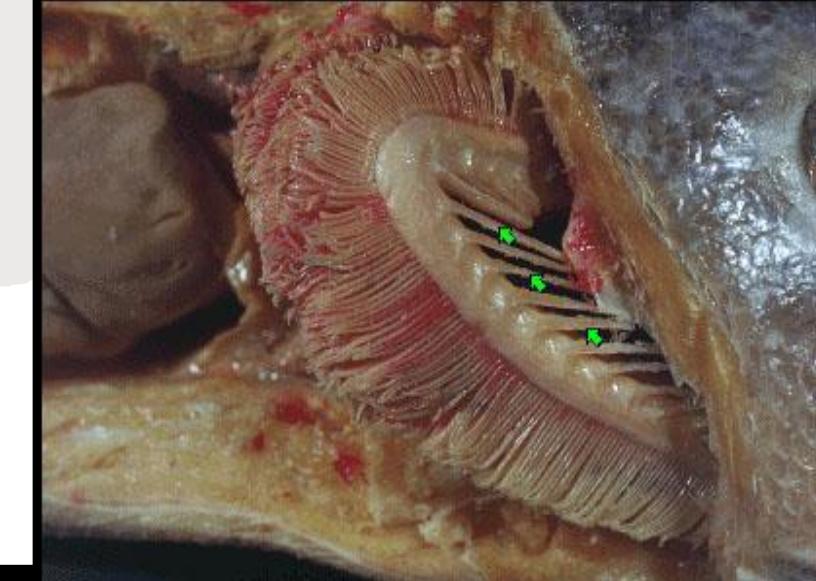


Figura 2.3 – Esquema dos órgãos respiratórios. O pulmão é caracterizado por invaginações, e as brânquias por evaginações da membrana que realiza as trocas gasosas. (Adaptado de: <<http://t0.gstatic.com>>; <<http://diversityofanimalsystems.wikispaces.com>>).



Animais terrestres:
invaginação - pulmões



Animais aquáticos:
evaginação - brânquias

Qualidade de água

Avaliação

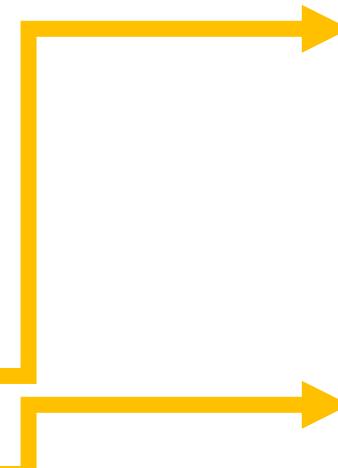
🎯 Oxigênio dissolvido

ATIVA



Unidirecional

Fluxo de captura e a perda de gás



Concorrente

Contracorrente

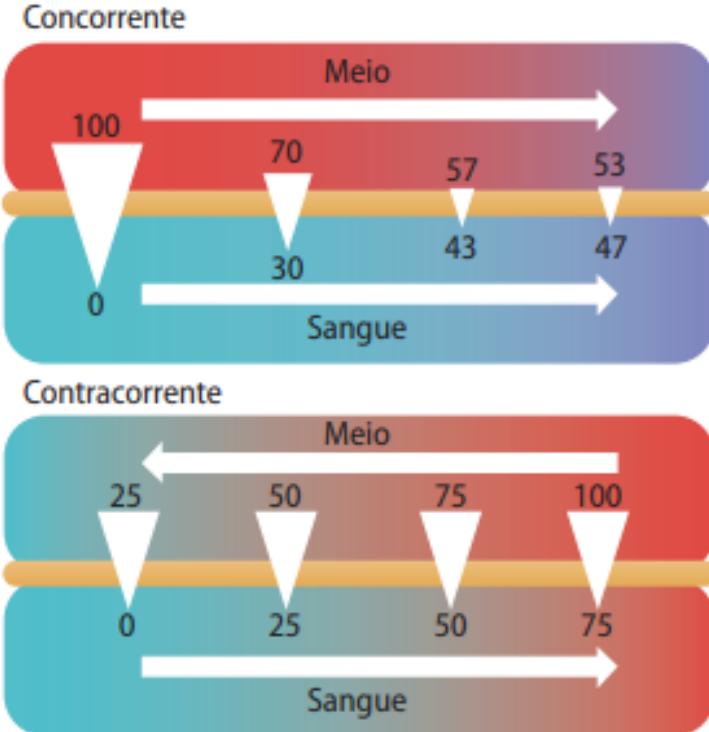


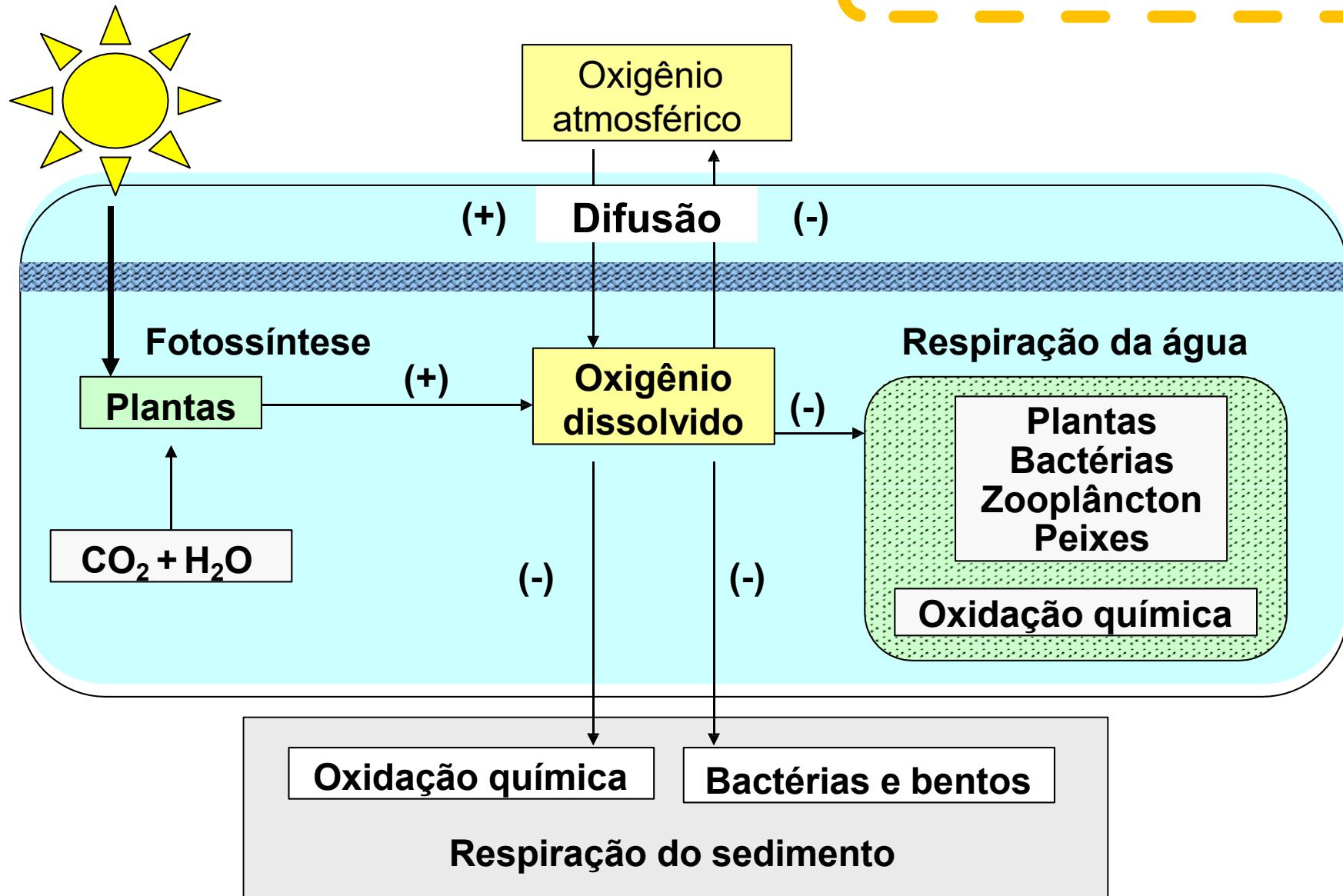
Figura 2.6 – Esquema de troca de gás unidirecional concorrente e contracorrente. Os números indicam as pressões parciais de oxigênio, e o tamanho dos triângulos representa a taxa de troca gasosa entre meio e sangue.

No sistema **contracorrente**, o meio e o sangue fluem em direções opostas, o que torna a captação de **oxigênio 90% mais eficiente!**

Qualidade de água

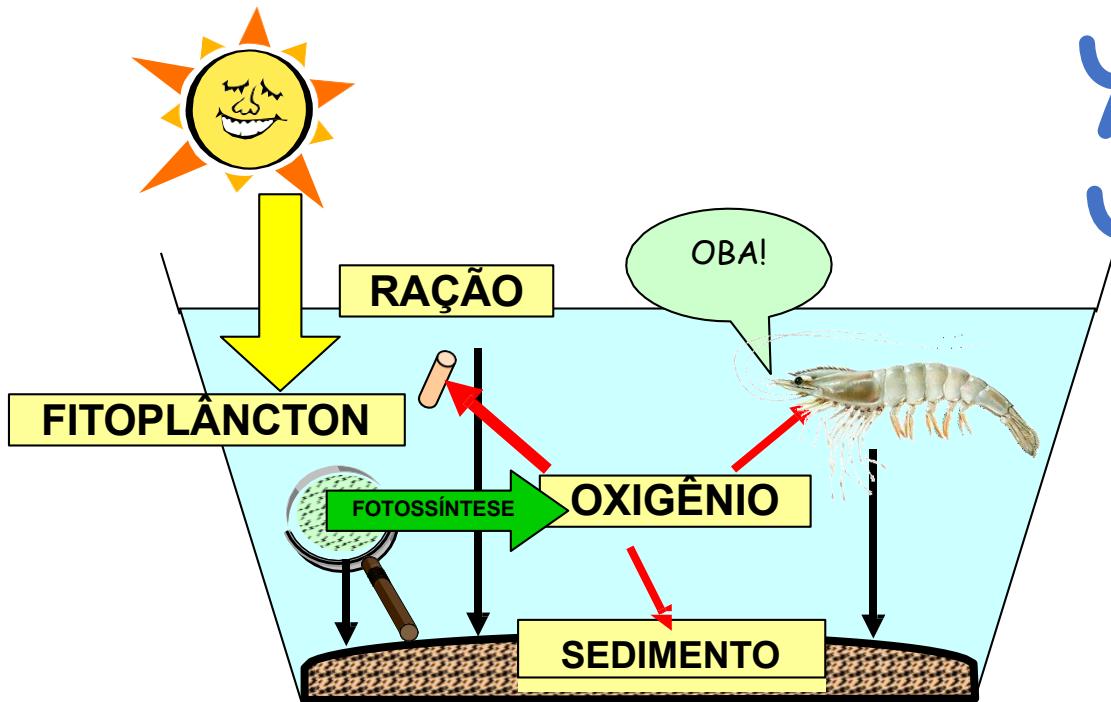
Avaliação

Oxigênio dissolvido

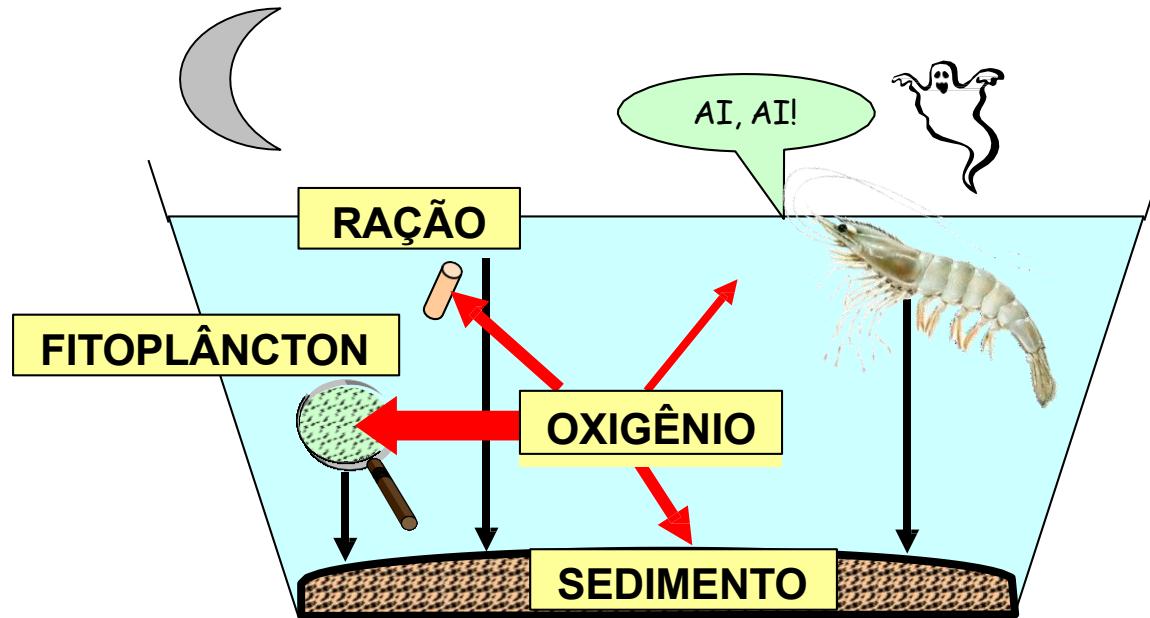


Qualidade de água

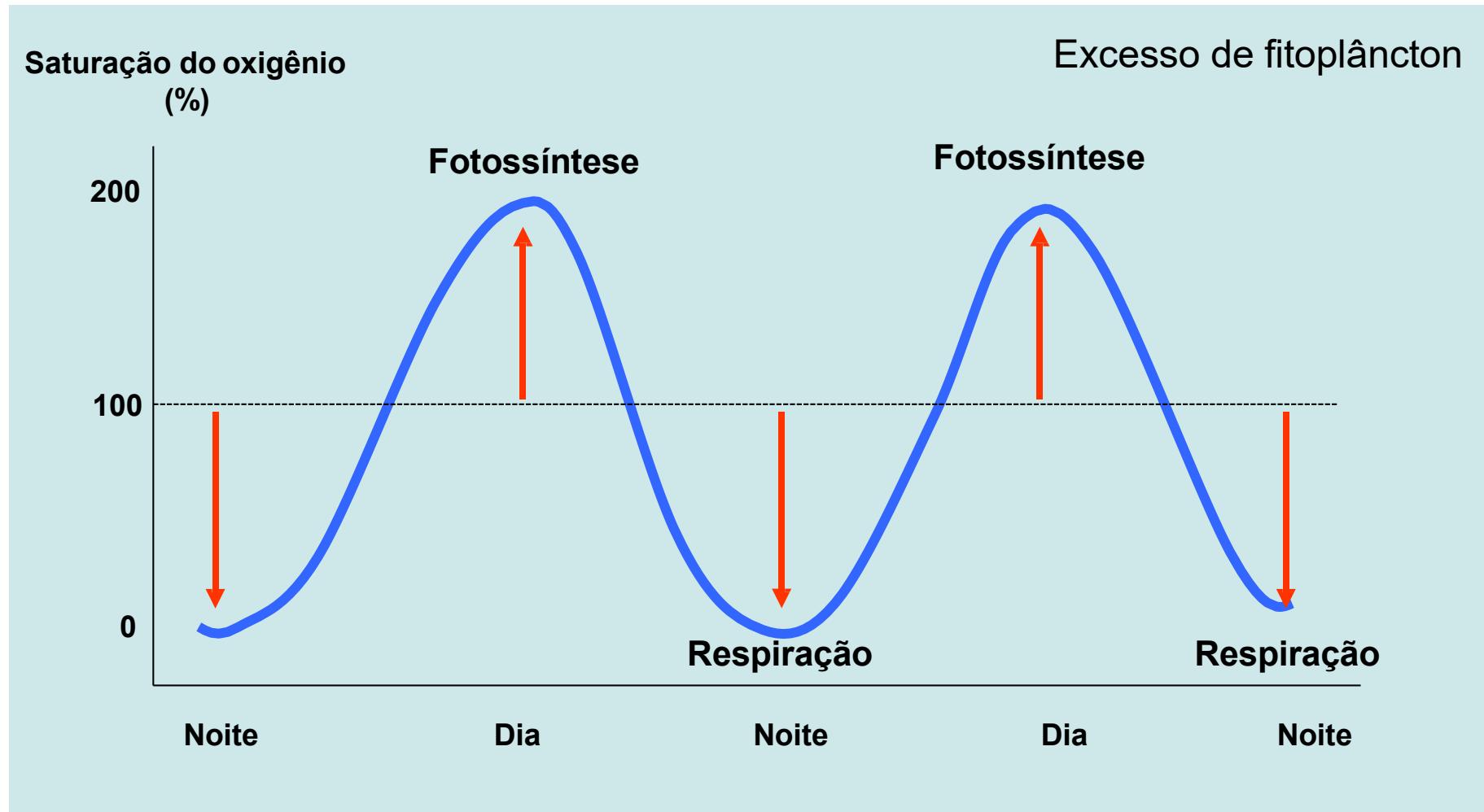
Avaliação



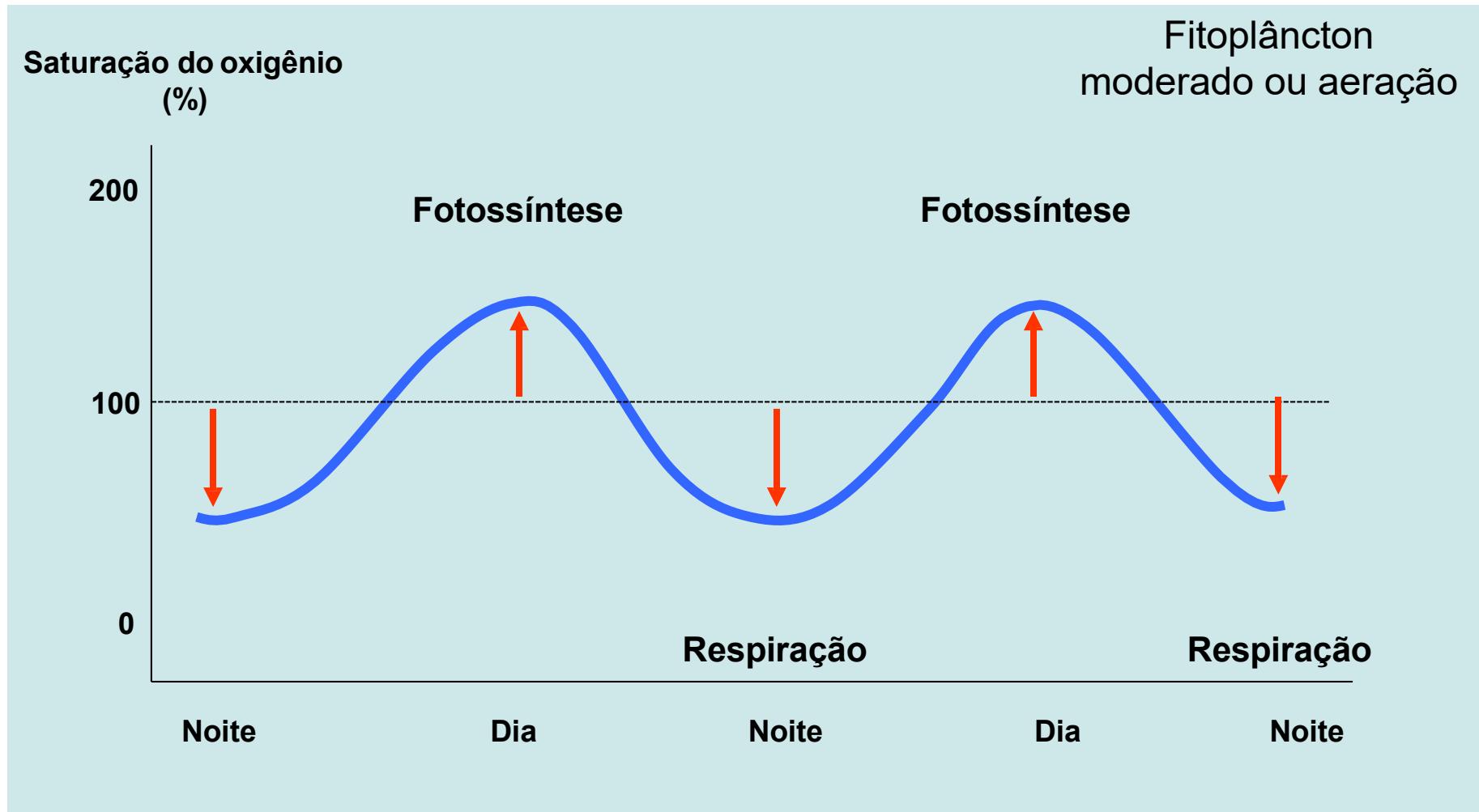
Oxigênio dissolvido



Oscilação diurna e noturna do oxigênio dissolvido em viveiros de cultivo devido à fotossíntese e respiração



Não é interessante manter essa condição em uma unidade de cultivo, porque a **supersaturação e a subsaturação** do oxigênio provocam uma série de problemas ao animais cultivados



Evitar que a concentração de saturação do oxigênio caia a **menos de 50%** e não ultrapassem os **200%**.

Qualidade de água Avaliação

🎯 Oxigênio dissolvido



⌚ Iodometria, colorimetria, métodos eletroanalíticos, e luminescência.

Como Medir? Polarográfico/Galvanico/Luminescência

Oxímetro



REDUÇÃO (-)

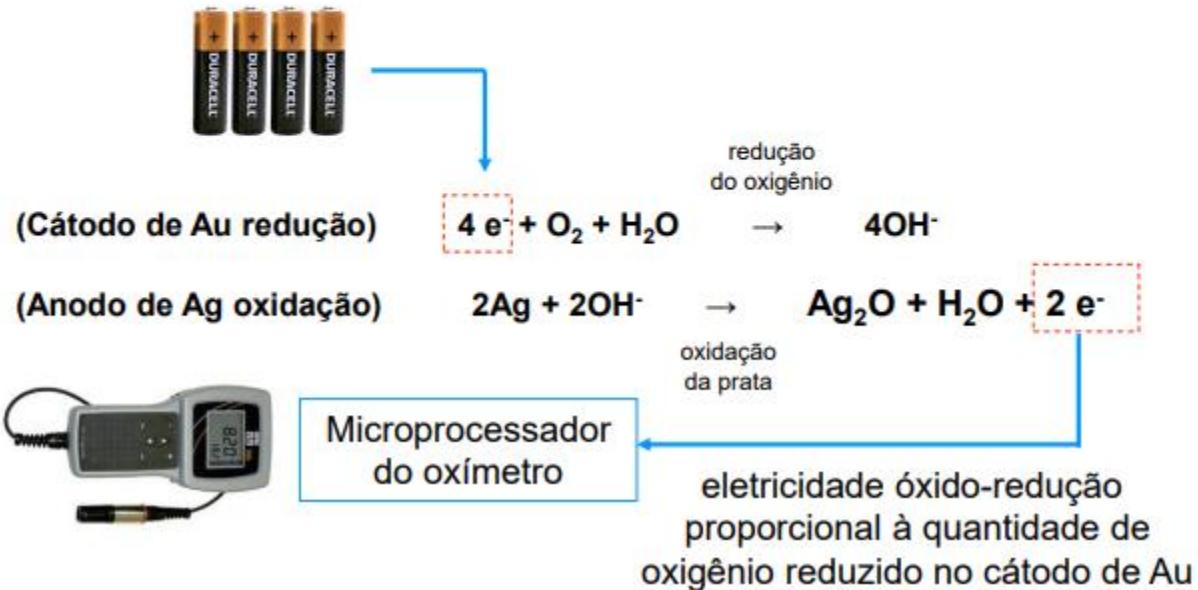
OXIDAÇÃO (+)

Membrana
de teflon

Au (cátodo)

Ag (anodo)

KCl 3M



Qualidade de água

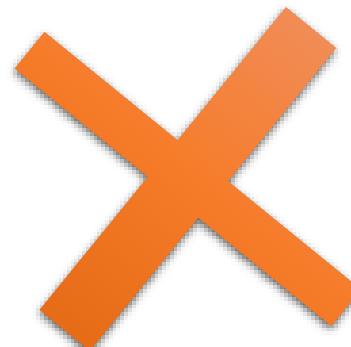
Avaliação

Como Medir?

🎯 Oxigênio dissolvido



Concentração
mg/L



Saturação
%

Concentração do oxigênio (mg/L) em função da temperatura e da salinidade (Boyd, 1989).

$$\% = \frac{\text{O}_2 \text{ medido}}{\text{O}_2 \text{ tabelado}} \times 100$$



Temp. - (°C)	Salinidade (%)								
	0	05	10	15	20	25	30	35	40
21	8,9	8,6	8,3	8,1	7,9	7,6	7,4	7,2	7,0
22	8,7	8,4	8,2	8,0	7,7	7,5	7,3	7,1	6,9
23	8,5	8,3	8,0	7,8	7,6	7,4	7,2	6,9	6,7
24	8,4	8,1	7,9	7,7	7,4	7,2	7,0	6,8	6,6
25	8,2	8,0	7,7	7,5	7,3	7,1	6,9	6,7	6,5
26	8,0	7,8	7,6	7,4	7,2	7,0	6,8	6,6	6,4
27	7,9	7,7	7,5	7,3	7,1	6,9	6,7	6,5	6,3
28	7,8	7,5	7,3	7,1	6,9	6,7	6,6	6,4	6,2
29	7,6	7,4	7,2	7,0	6,8	6,6	6,5	6,3	6,1
30	7,5	7,3	7,1	6,9	6,7	6,5	6,3	6,2	6,0
31	7,4	7,2	7,0	6,8	6,6	6,4	6,2	6,1	5,9
32	7,2	7,0	6,9	6,7	6,5	6,3	6,1	6,0	5,8
33	7,1	6,9	6,7	6,6	6,4	6,2	6,1	5,9	5,7
34	7,0	6,8	6,6	6,5	6,3	6,1	6,0	5,8	5,6
35	6,9	6,7	6,5	6,4	6,2	6,0	5,9	5,7	5,6
36	6,8	6,6	6,4	6,3	6,1	5,9	5,8	5,6	5,5
37	6,7	6,5	6,3	6,2	6,0	5,8	5,7	5,5	5,4
38	6,6	6,4	6,2	6,1	5,9	5,8	5,6	5,5	5,3
39	6,5	6,3	6,1	6,0	5,8	5,7	5,5	5,4	5,3
40	6,4	6,2	6,0	5,9	5,7	5,6	5,5	5,3	5,2

Qualidade de água

Avaliação

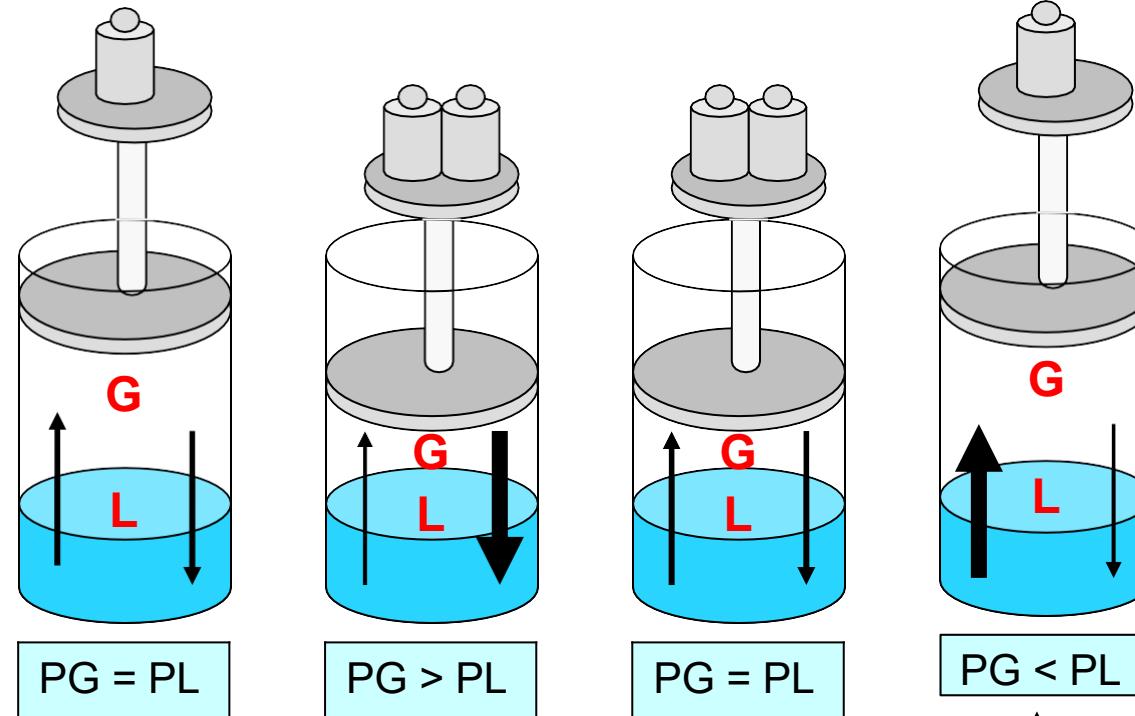
🎯 Oxigênio dissolvido



Supersaturação

Lei de Henry: a solubilidade de um gás dissolvido num líquido é proporcional à pressão parcial que o gás tem sobre o líquido.

Descompressão.

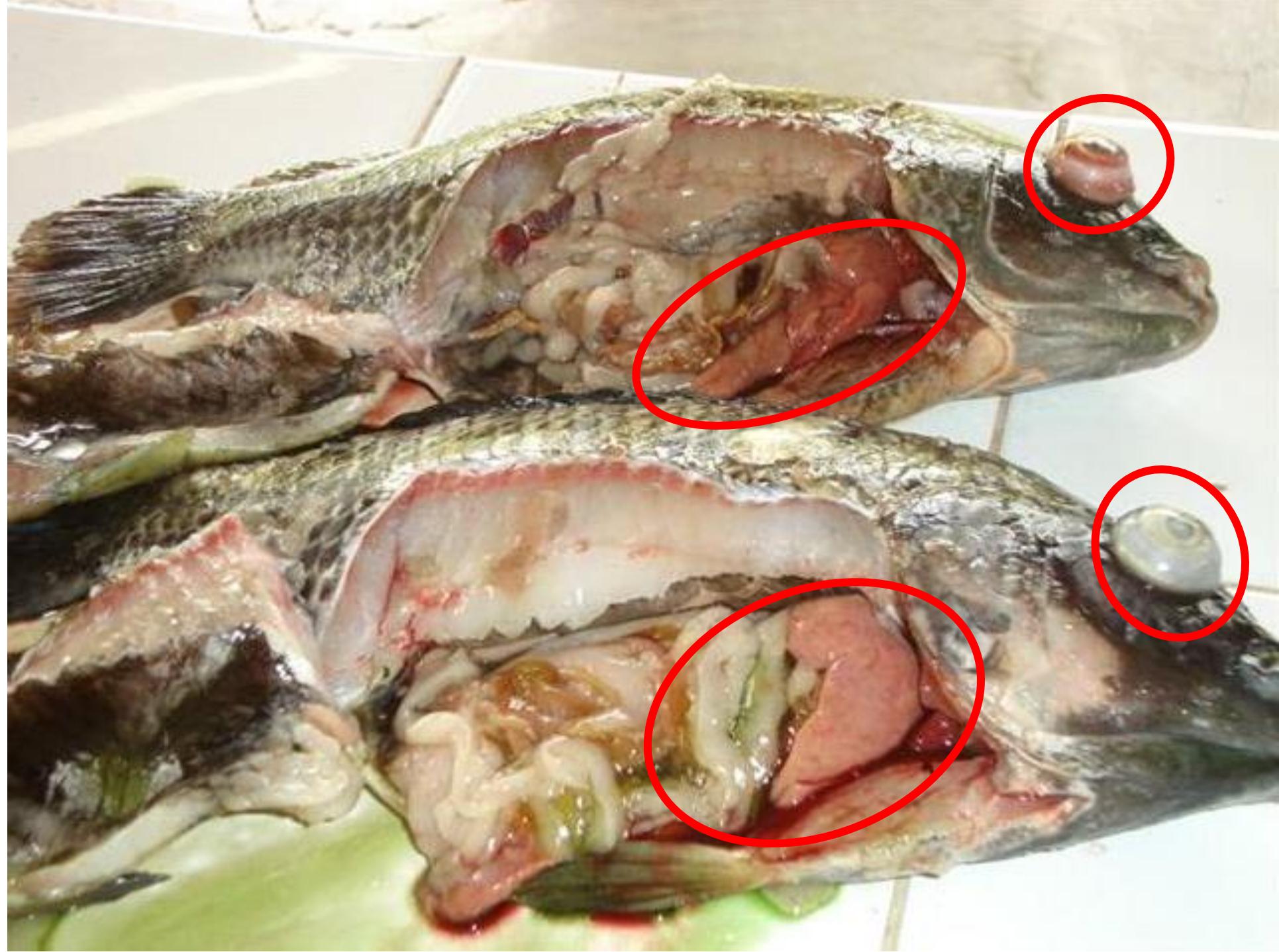


Quando a diferença de pressão dos gases dissolvidos na água (L) é maior que a pressão barométrica (G), se produz a “doença das borbulhas”.

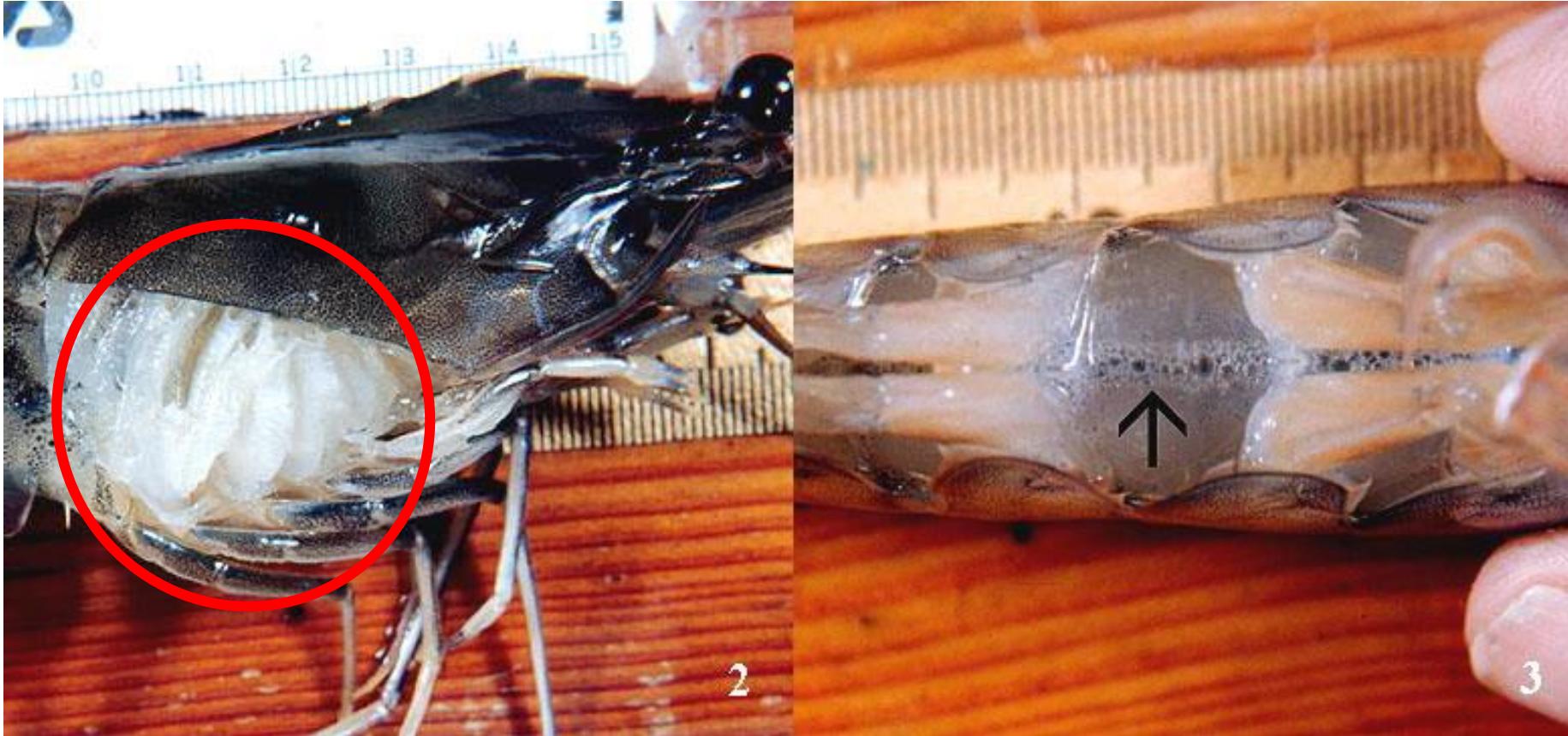








Submetidos ao um ambiente de **supersaturação de gases** o qual provocou uma **descompressão brusca** fazendo com que estes gases passem da fase liquida para a fase gasosa dentro do tecido o qual acaba sendo fatal para os animais.



FONTE: Lightner (2000)

Termos de saturação

Níveis de segurança

$50\% \geq O_2 < 200\%$

$N_2 < 108\%$

Qualidade de água Avaliação

🎯 Oxigênio dissolvido

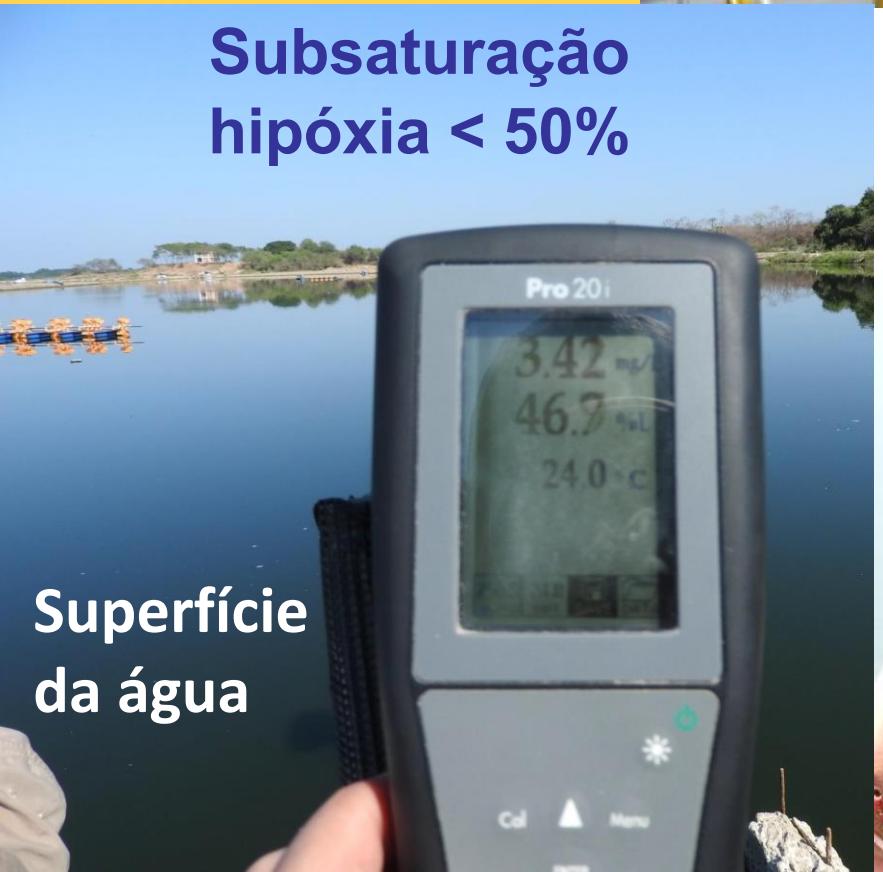


Fazenda de camarão (Honduras), hipernutrição = supersaturação

Qualidade de água Avaliação

Oxigênio dissolvido

Subsaturação
hipóxia < 50%



Superfície
da água



Subsaturação = Hipóxia < 50%

Hipóxia = Falta de O₂
Anóxia = Ausência de O₂



Fundo da
água (1,80m)



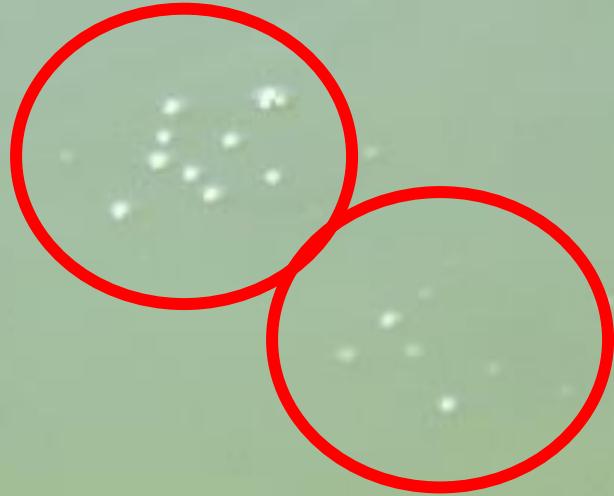
Qualidade de água Avaliação

🎯 Oxigênio dissolvido

Falta de oxigênio no fundo provoca outro problema:
sedimento permanece de forma anaeróbia



Falta de oxigênio no fundo provoca outro problema:



Qualidade de água Avaliação

- 🎯 Oxigênio dissolvido

Qualidade de água Avaliação

🎯 Oxigênio dissolvido

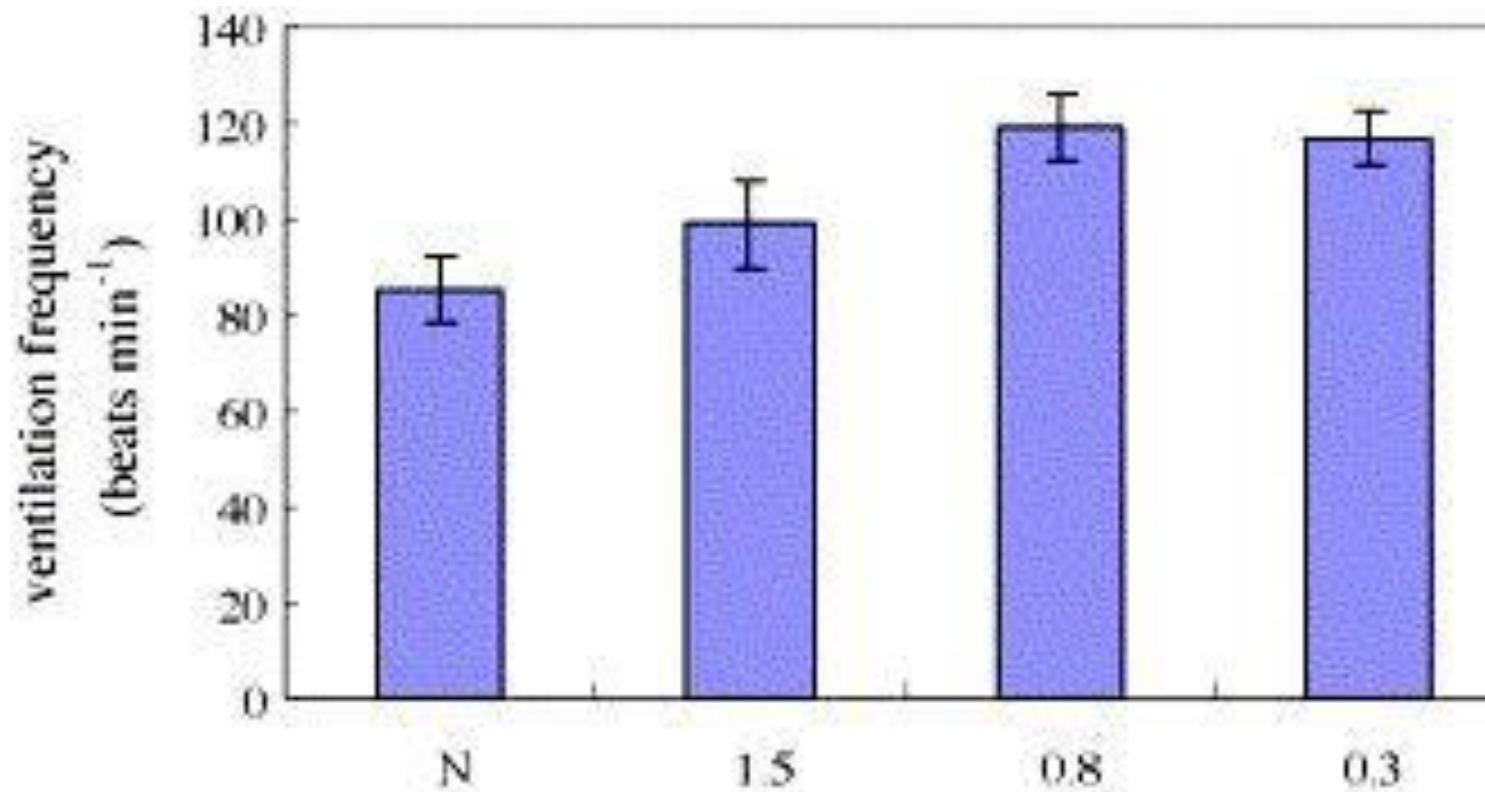
Qual é a transparência?



Qualidade de água Avaliação



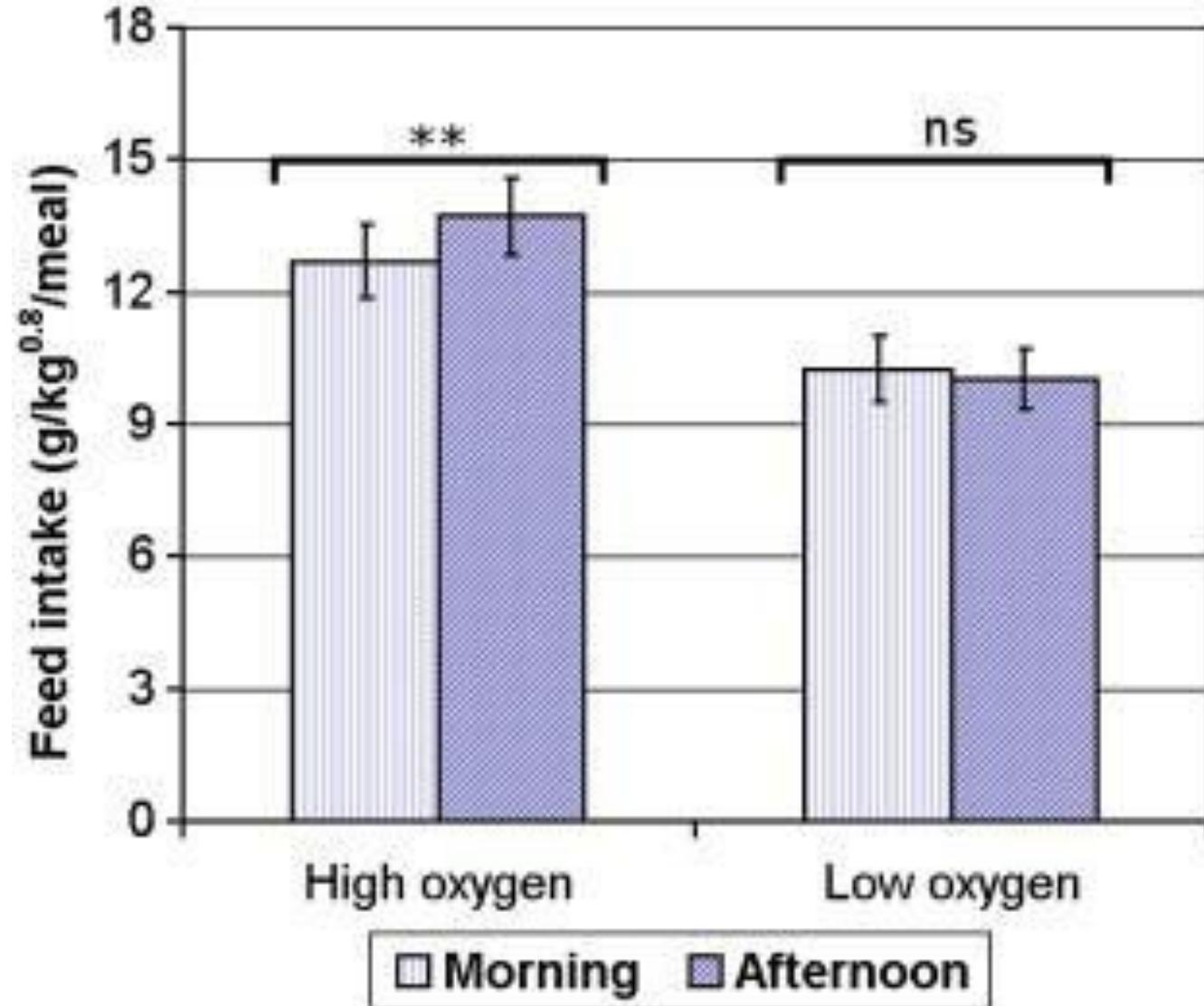
🎯 Oxigênio dissolvido



Xu et al. (2006). Behavioral responses of tilapia (*Oreochromis niloticus*) to acute fluctuations in dissolved oxygen levels as monitored by computer visión. *Aquacultural Engineering*, 35 (3): 207-217.

Qualidade de água Avaliação

🎯 Oxigênio
dissolvido





Physiological and Respiratory Responses of the Mozambique Tilapia (*Oreochromis mossambicus*) to Salinity Acclimation

John D. Morgan,¹ Tatsuya Sakamoto,^{*,†} E. Gordon Grau,¹ and George K. Iwama

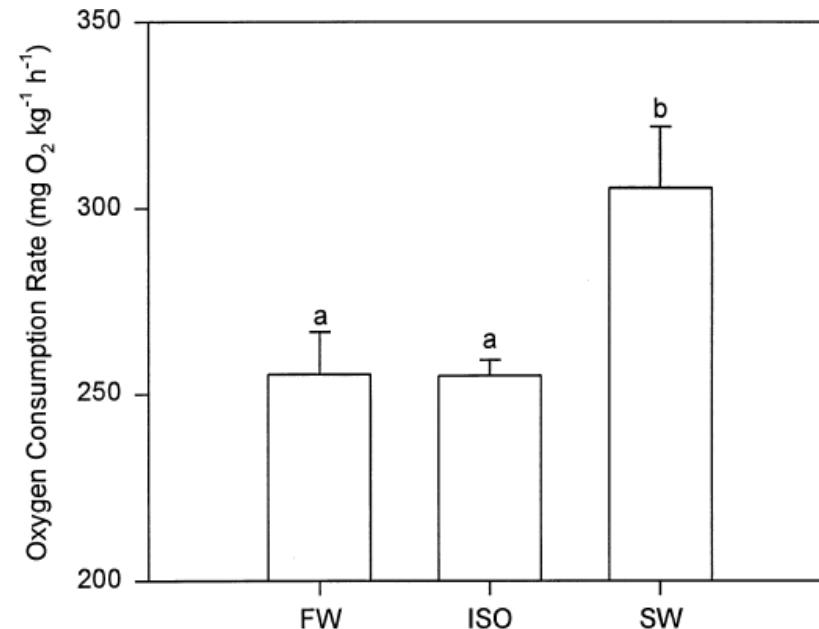


FIG. 5. Oxygen consumption rates of tilapia (*Oreochromis mossambicus*) in fresh water (FW), isosmotic water (ISO) and 75% seawater (SW) 4 days after transfer from FW. Data are presented as means \pm SE ($n = 6$). Means with different letters are significantly different ($P < 0.05$, one-way ANOVA).

🎯 Oxigênio dissolvido

Como solucionar esse problema?

OXIGENAÇÃO = incorporação de oxigênio puro dentro da água.

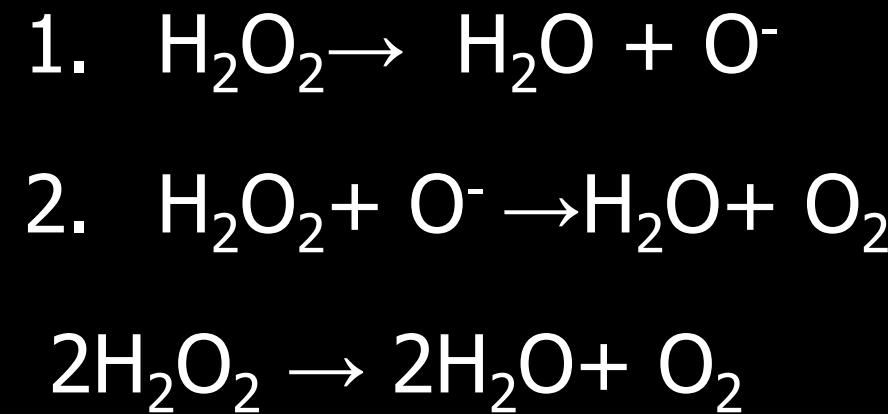
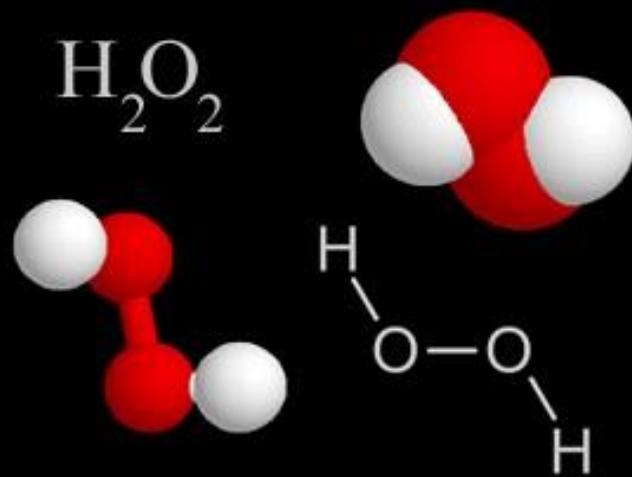


AERAÇÃO = dissolução de oxigênio atmosférico dentro da água.



Oxigenação de emergência

Como isso ocorre? Como liberar o O₂?



5 a 7 ppm

Oxigenação de emergência



Qualidade de água Avaliação

🎯 Oxigênio dissolvido

Oxigenação de emergência



Oxigenação de emergência

<http://dx.doi.org/10.4322/pap.2012.013>

Utilização de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) no incremento de oxigênio dissolvido em cultivo de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)

*Hydrogen peroxide (H_2O_2) utilization for the increment of dissolved oxygen in *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) culture*

João Paulo Viana de Lima^{1*}, Luis Otávio Brito², Weruska Melo Costa³, Wanessa de Melo Costa³, Alfredo Olivera Gálvez³

Acréscimos de até 1,2 mg de O_2/L

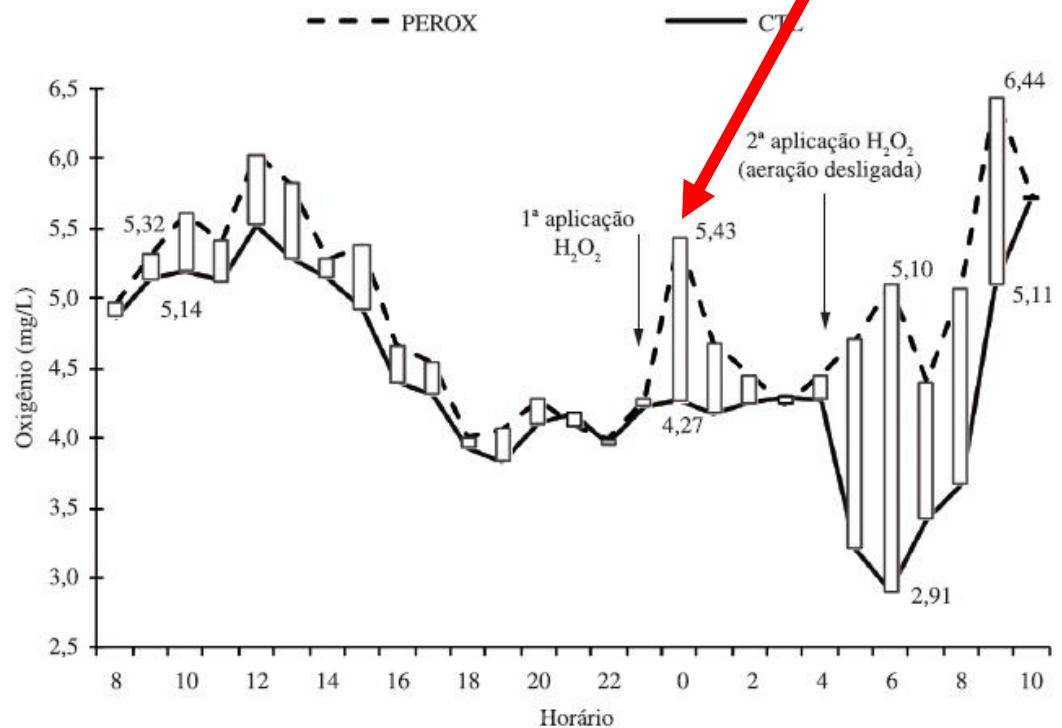


Figura 1. Variação nictemeral da concentração média de oxigênio dissolvido em tanques de cultivo experimental de *L. vannamei* (~30 camarões/m²) com e sem aplicação de peróxido de hidrogênio. PEROX – Aplicação de peróxido de hidrogênio a 5 ppm (50% H_2O_2 m/v); CTL (controle) – Sem aplicação de peróxido de hidrogênio.

Capítulo 14

Indicadores fisiológicos de estresse em peixes expostos ao peróxido de hidrogênio (H_2O_2)

Elizabeth Affonso, Flávia Pinheiro de Barros, Elenice Martins Brasil,
Marcos Tavares-Dias & Eduardo Akifumi Ono

Tabela 1. Avaliação da mortalidade e tempo de sobrevivência de juvenis de *C. macropomum* expostos a diferentes concentrações de H_2O_2 .

Concentração de H_2O_2	Mortalidade	Tempo de sobrevivência
0 mg/L	0%	85 min
84 mg/L	0%	85 min
126 mg/L	0%	85 min
168 mg/L	100%	85 min
336 mg/L	100%	20 min

Avaliação da toxicidade do H_2O_2



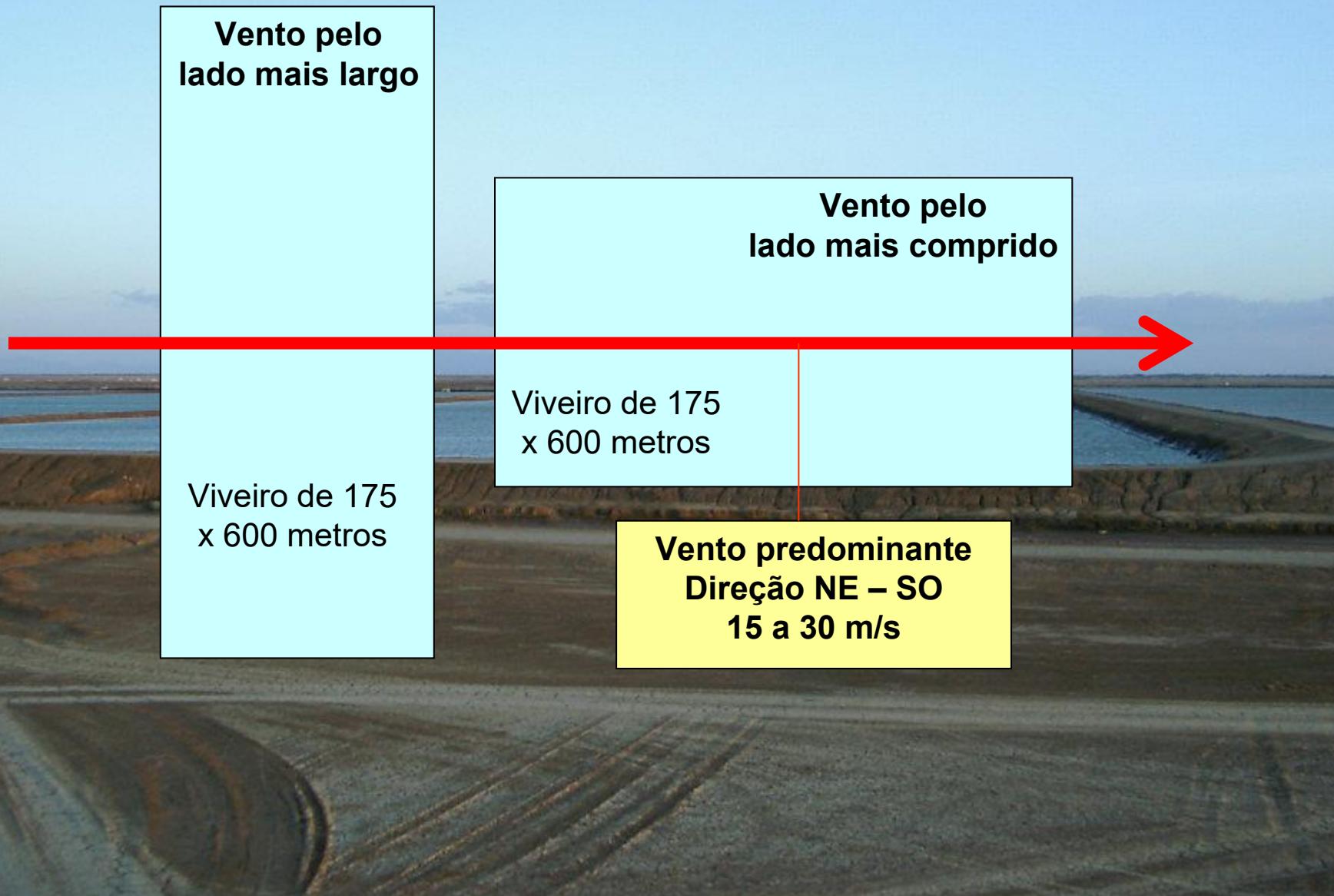
Qualidade de água
Avaliação

🎯 Oxigênio dissolvido

Oxigenação

Qualidade de água Avaliação

Fazenda “Sealand”
Falcon, Venezuela



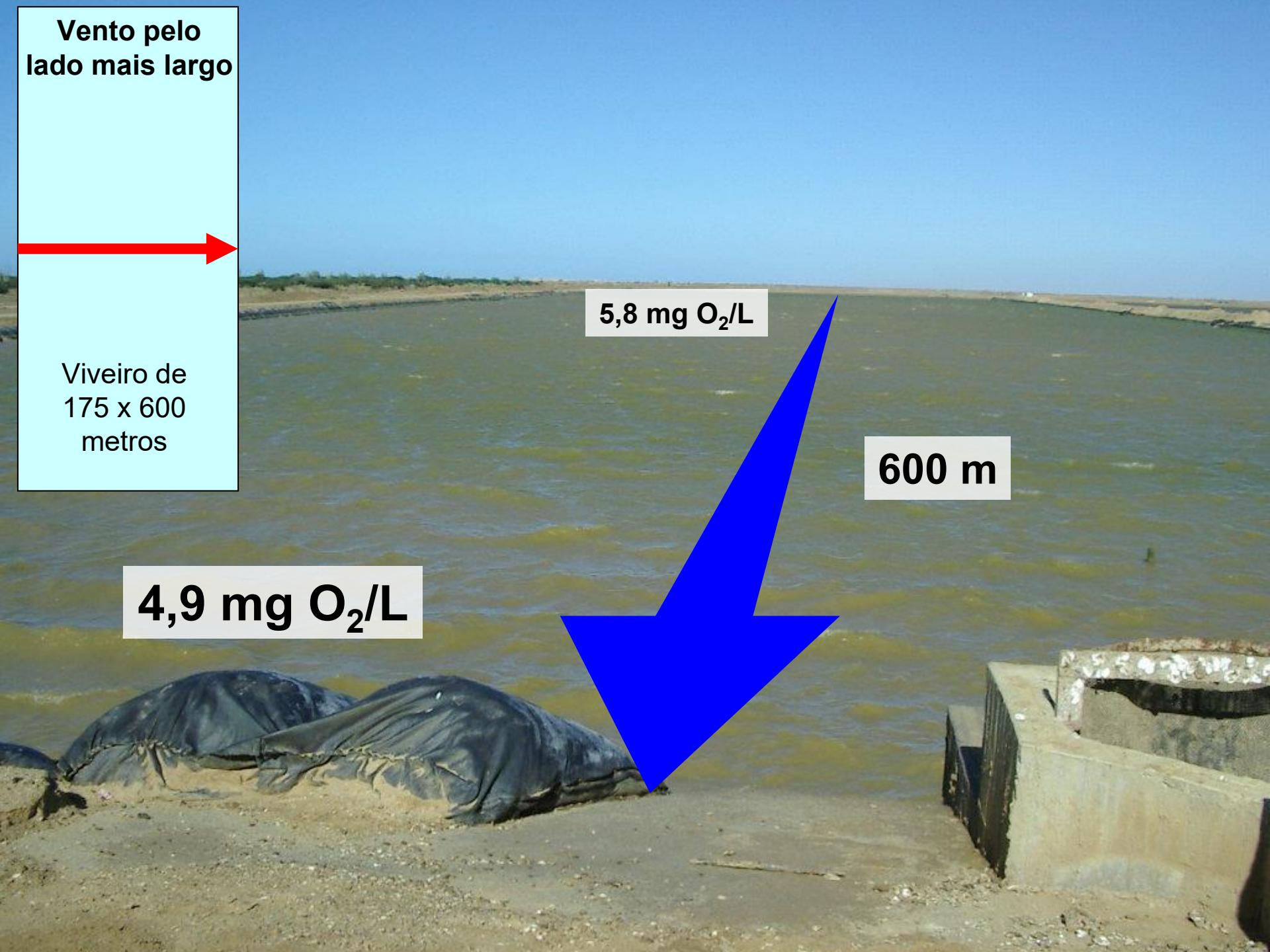
🎯 Oxigênio dissolvido

Aeração

Qualidade de água Avaliação

🎯 Oxigênio dissolvido

Aeração



Vento pelo
lado mais comprido

Viveiro de 175
x 600 metros



Qualidade de água
Avaliação

🎯 Oxigênio
dissolvido

Aeração

Qualidade de água Avaliação

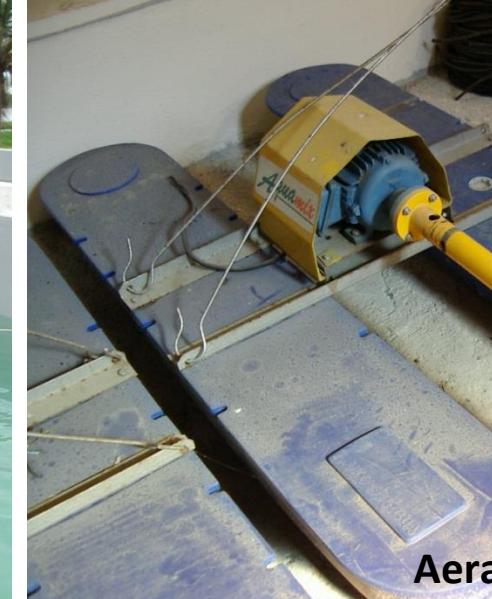
🎯 Oxigênio dissolvido

Aeração

AERADORES MECÂNICOS



Aerador de caneleta (paddle-wheel)



Aerador de turbina



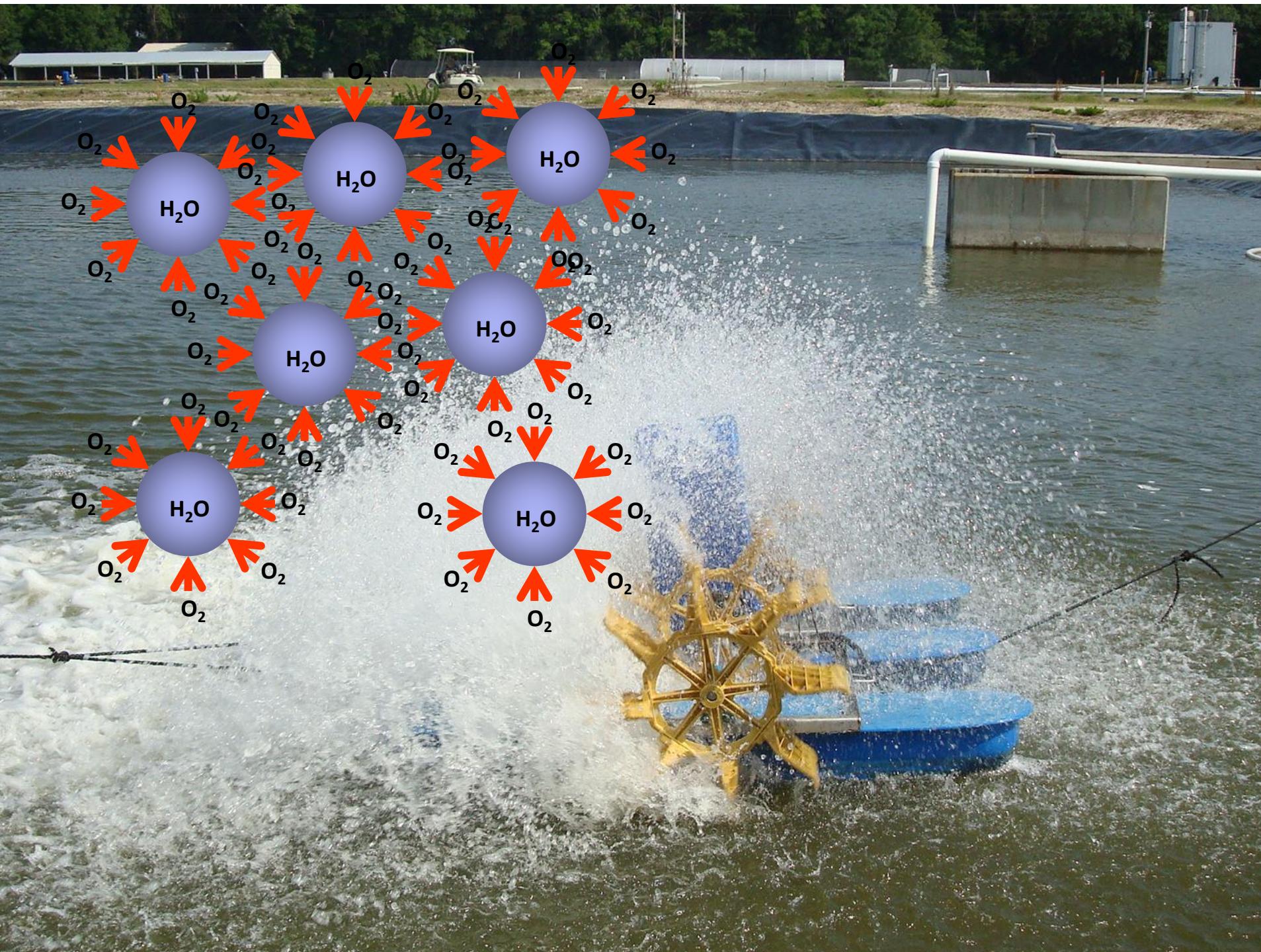
Aerador tipo chafariz

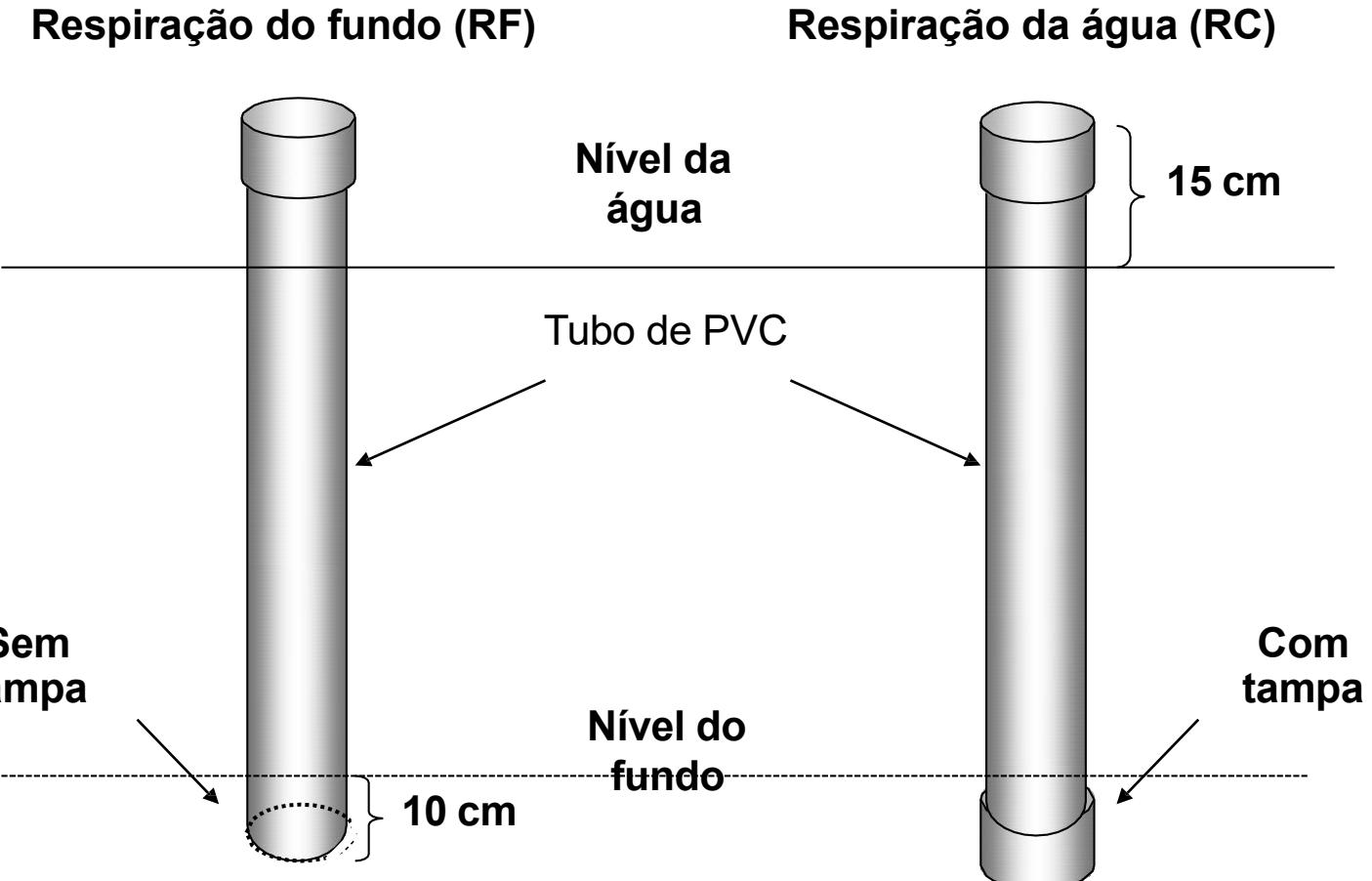


Qualidade de água Avaliação

🎯 Oxigênio
dissolvido

Aeração





Colunas de respiração para a determinação do consumo de oxigênio da água e do fundo (adaptado de Boyd, 1995).

Qualidade de água

Avaliação

⌚ Oxigênio dissolvido



Respiração da
coluna de água
RC (mg O₂/L/h)

Tubo com duas tampas

$$= \frac{\text{Oxigênio inicial} - \text{Oxigênio final}}{\text{Tempo (h)}}$$

Respiração do
sedimento (fundo) = $\frac{\text{Respiração do fundo}}{\text{Tempo (h)}} = \frac{(\text{Oxigênio inicial} - \text{Oxigênio final}) - \text{RC}}{\text{Tempo (h)}}$



Qualidade de água Avaliação

🎯 Oxigênio dissolvido

Aeração

Demanda total de O₂ do viveiro = (CO + RF + RC) x V x 10⁻³

45%

45%



Qualidade de água

Avaliação

- ◎ Oxigênio dissolvido
- ◎ Produtividade primária
- ◎ Temperatura
- ◎ pH, Alcalinidade
- ◎ Amônia, Nitrito e Nitrato
- ◎ Salinidade

Parâmetros mais importantes:



Qualidade de água Avaliação

Métodos de determinação da produtividade aquática

- Fotossíntese (garrafas)
- Transparência (Disco de Secchi)
- Espectofotômetro

⌚ Produtividade primária



Disco de Secchi

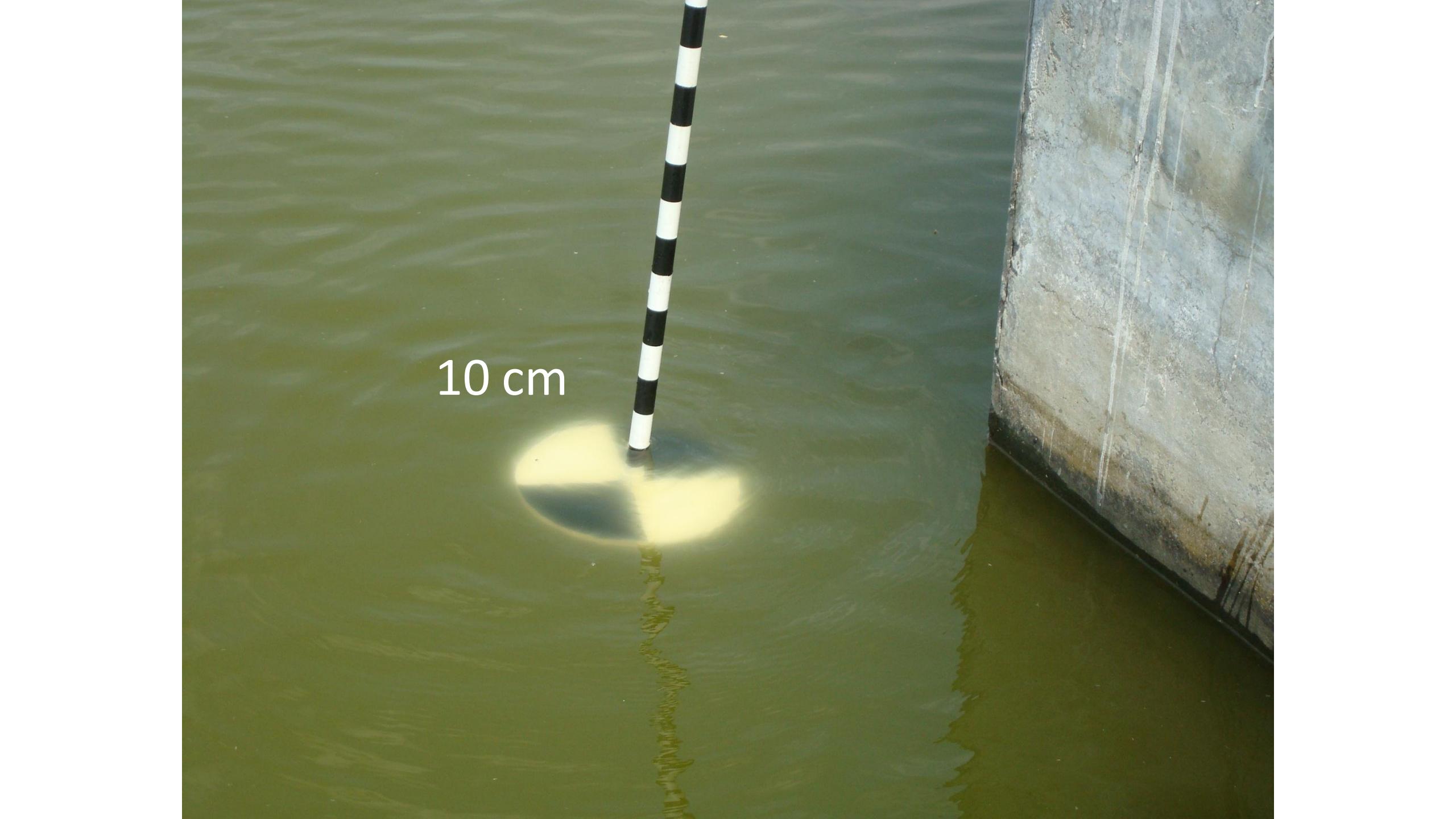


07:00 → 09:00h

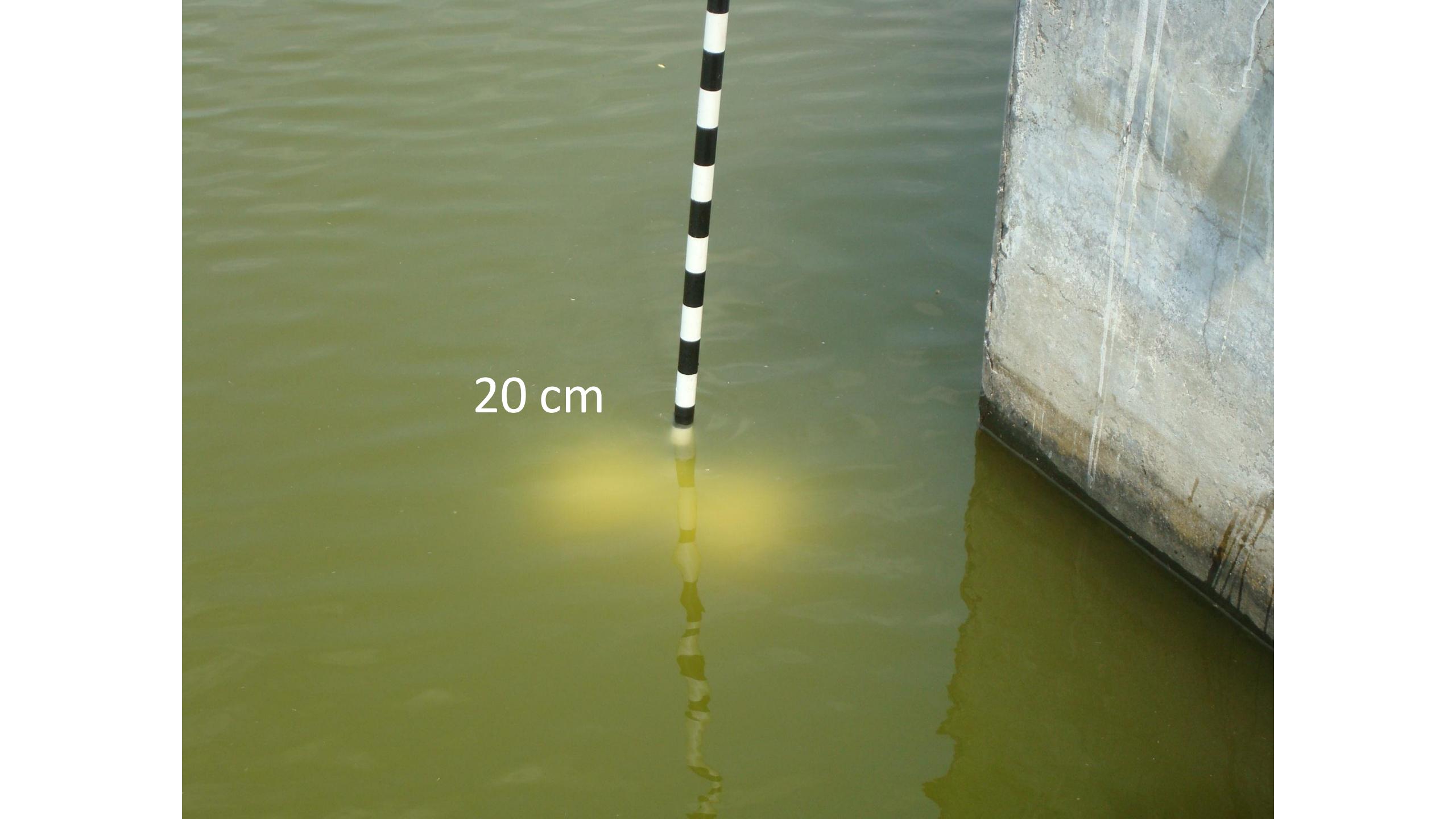


Disco de Secchi

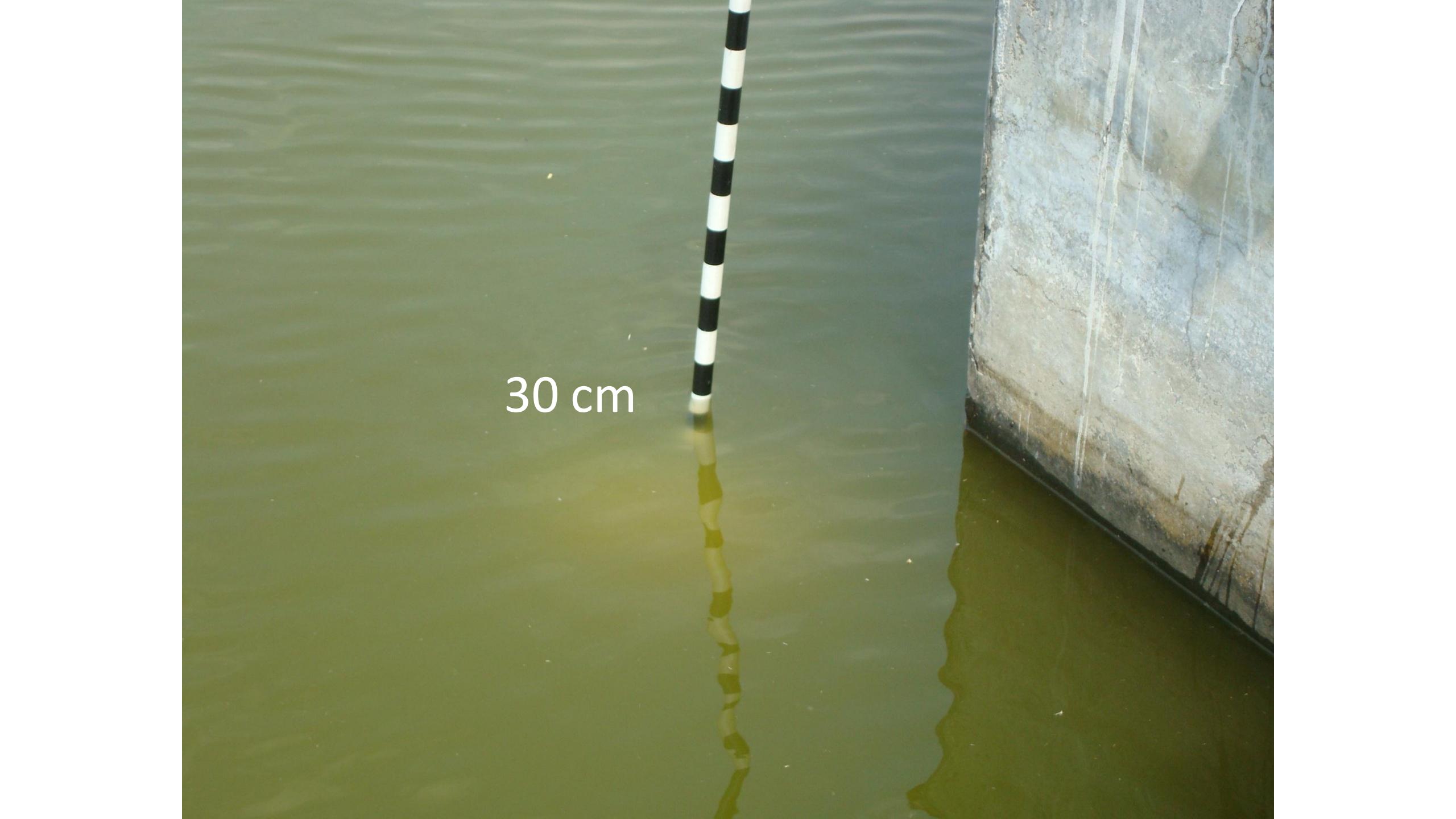




10 cm



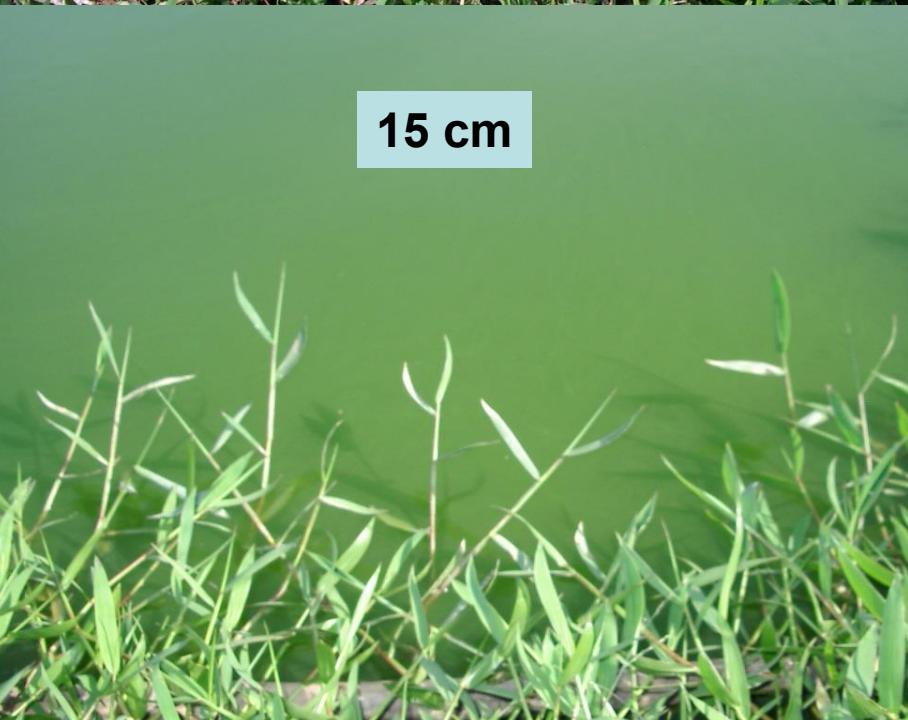
20 cm



30 cm

Qualidade de água Avaliação

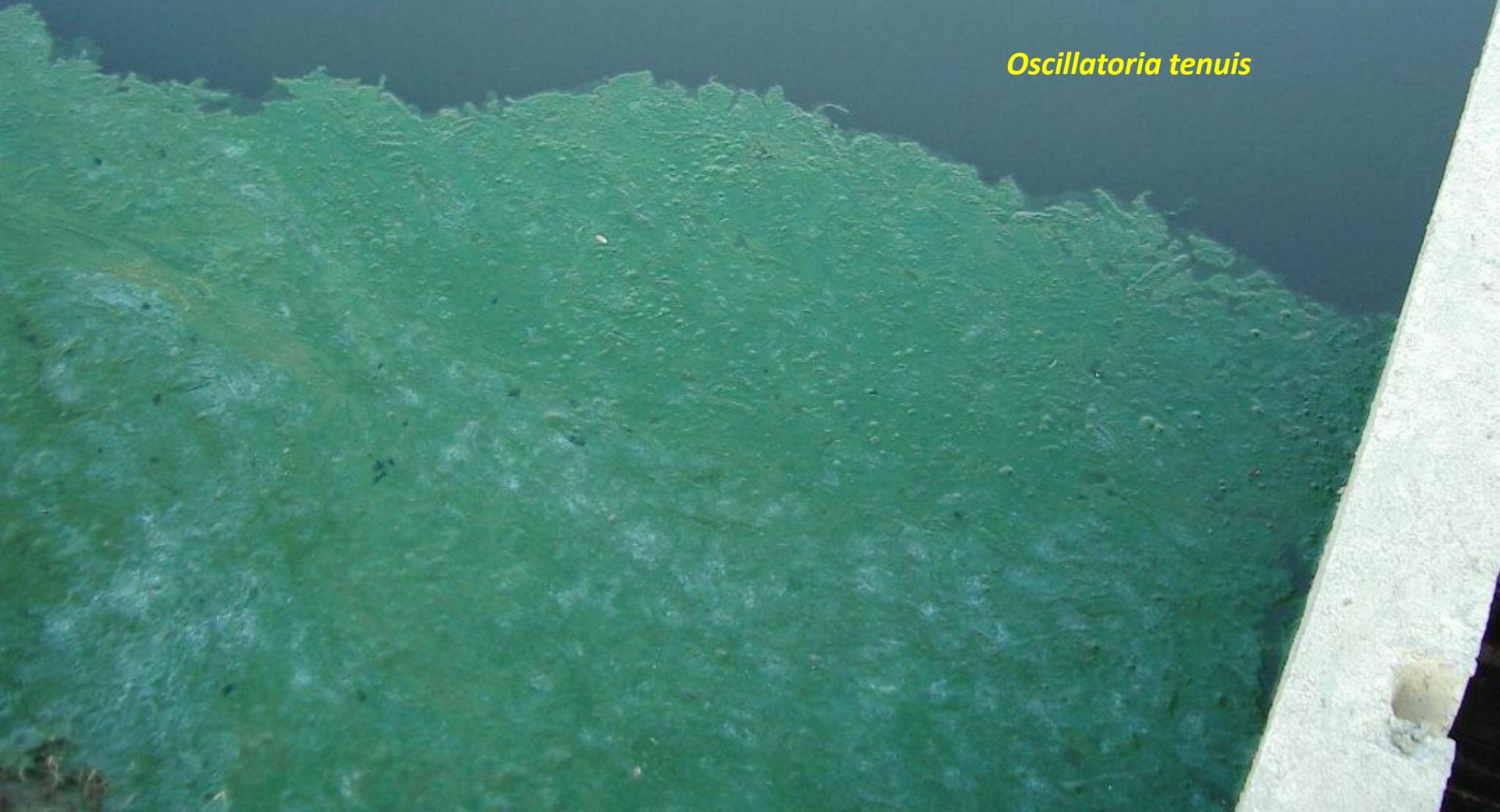
◎ Produtividade primária



Bloom de cianobactérias



Oscillatoria tenuis

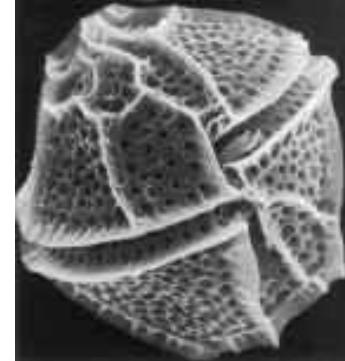




Bloom de cianobacterias



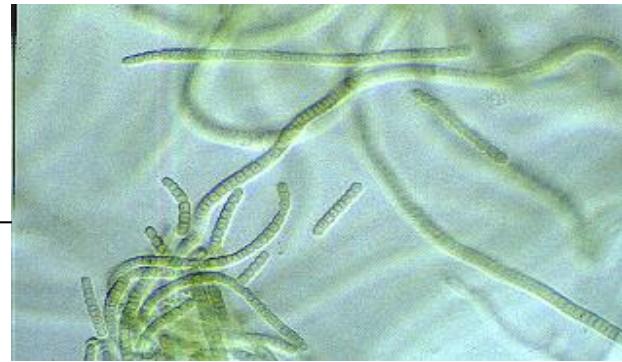
Off-flavor



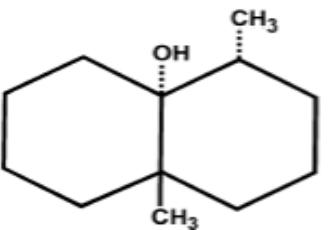
Gonyaulax sp.



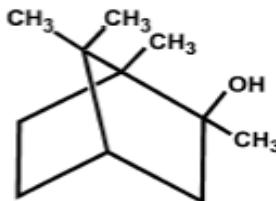
Gymnodinium sp.



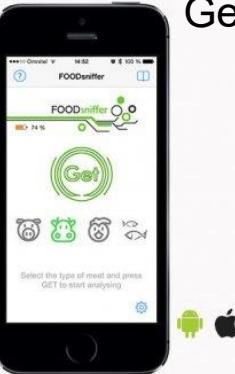
Oscillatoria tenuis



Geosmin



2-metil-isobormeo



Geosmin

Dinoflagelados
“Maré vermelha”

Cianobactérias
“Off-flavor”

GEOSMIN

MIB
(Metil-isso-bormeo)
Actinomicetos



Symploca muscorum

Qualidade de água

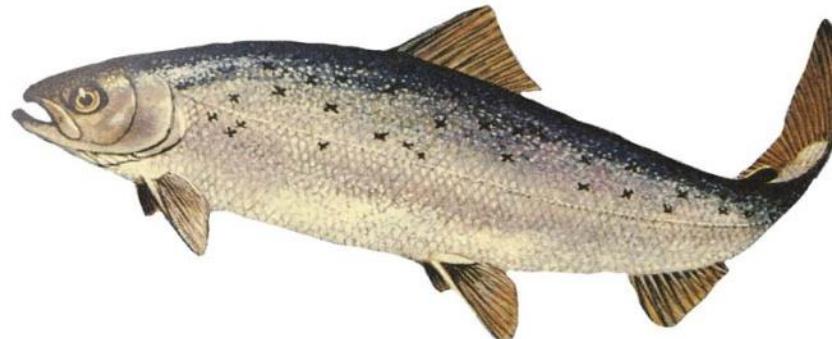
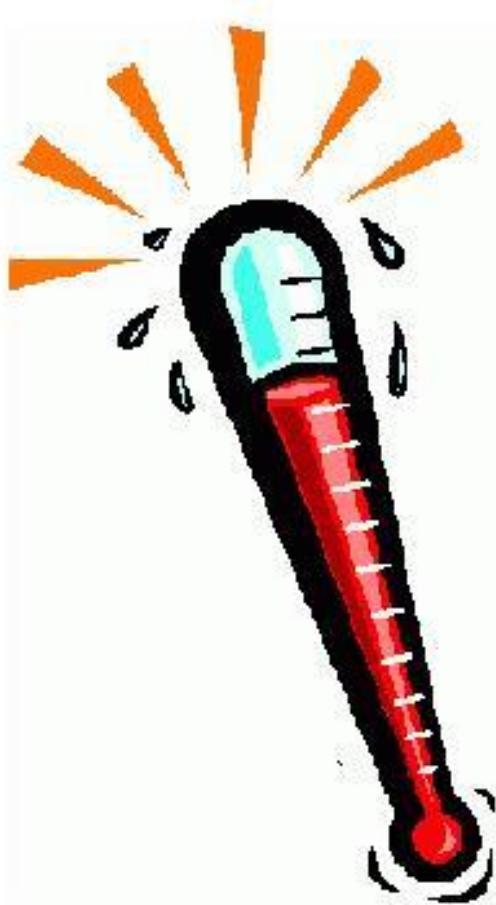
Avaliação

- ◎ Oxigênio dissolvido
- ◎ Produtividade primária
- ◎ Temperatura
- ◎ pH, Alcalinidade
- ◎ Amônia, Nitrito e Nitrato
- ◎ Salinidade

Parâmetros mais importantes:



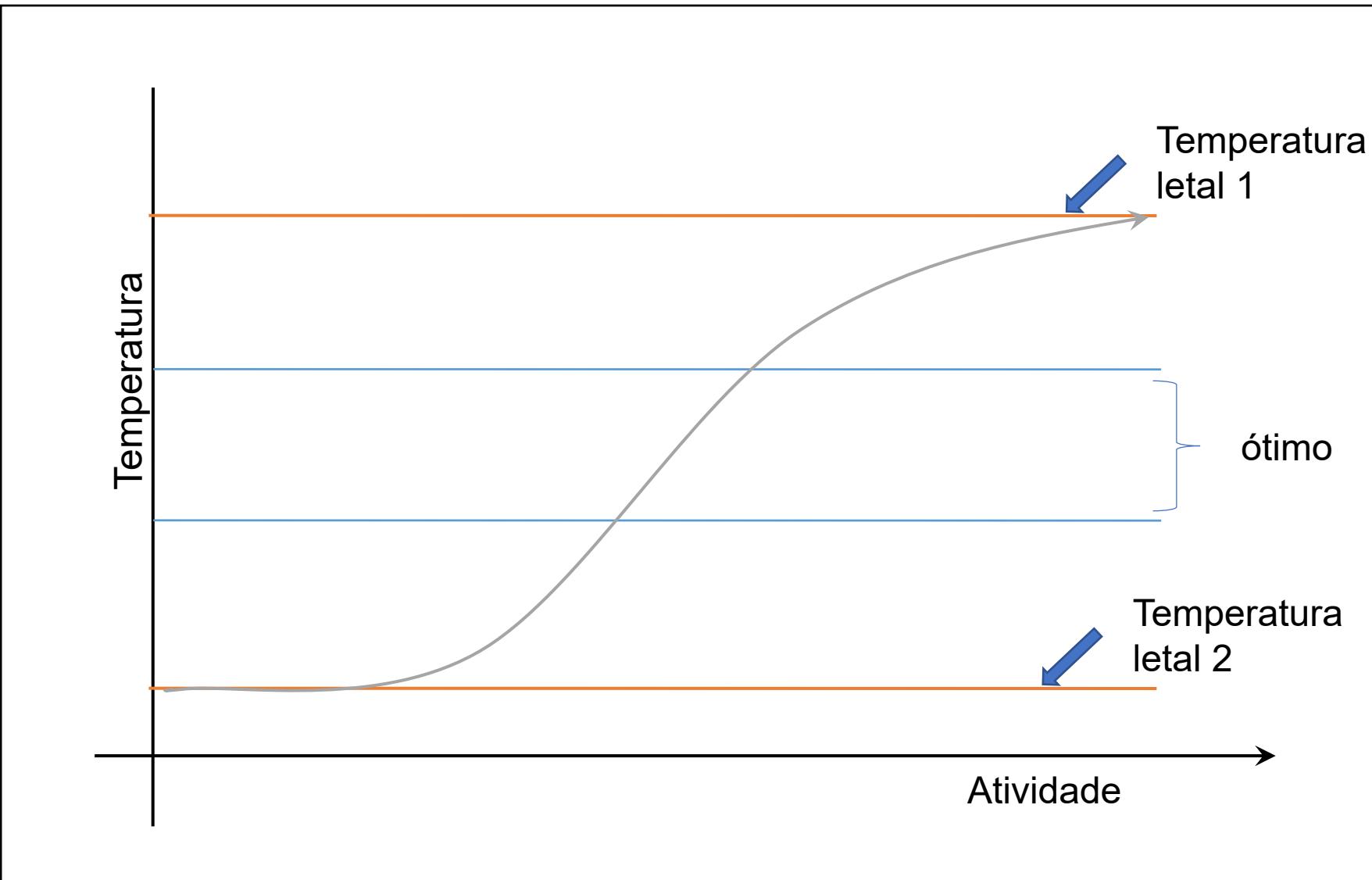
A água e a temperatura



Como medir?

A água e a temperatura

Atividade dos organismos



A água e a temperatura

Atividade dos organismos

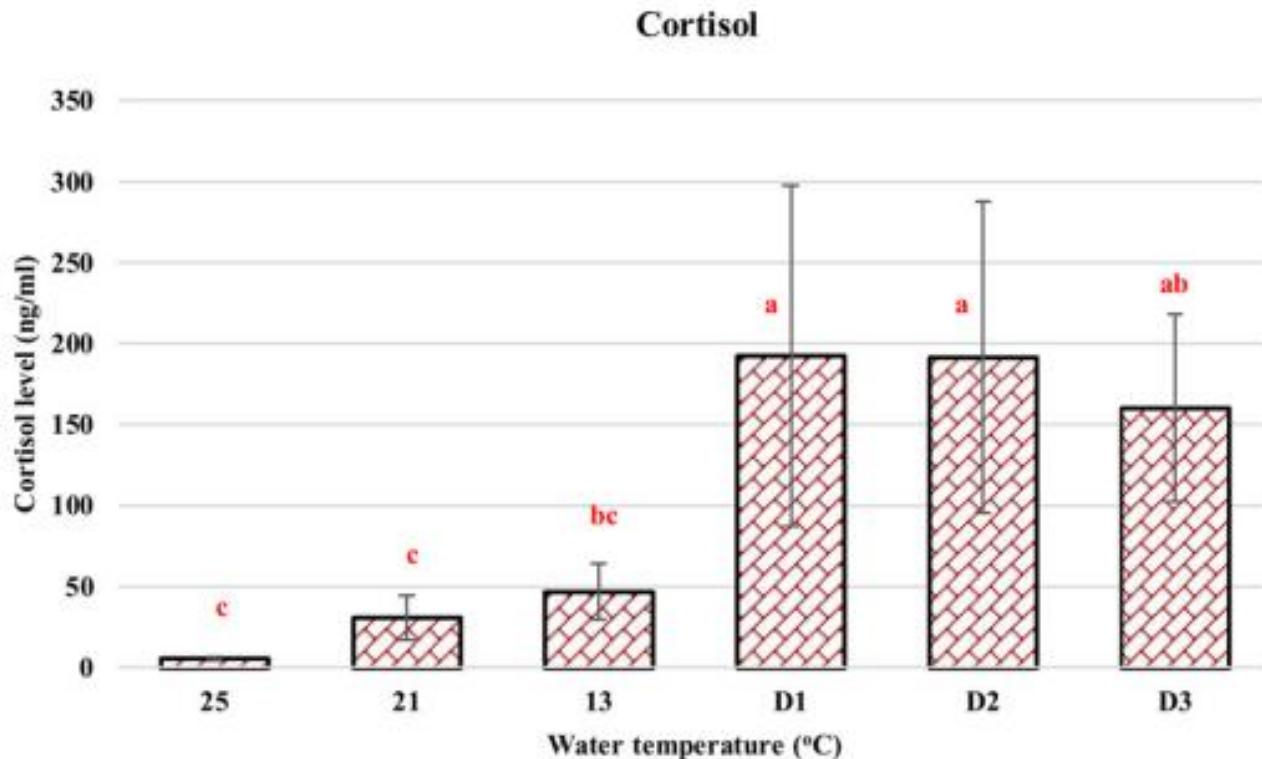


Fig. 4. Effect of a rapid decrease in water temperature from 25 $^{\circ}\text{C}$ to 13 $^{\circ}\text{C}$ within 4 h and continually constant at 13 $^{\circ}\text{C}$ for 24 h (D1), 48 h (D2) and 72 h (D3) on serum cortisol level of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Values are mean \pm SD and different letters indicated significant difference ($p < 0.05$).

A água e a temperatura

Atividade dos organismos

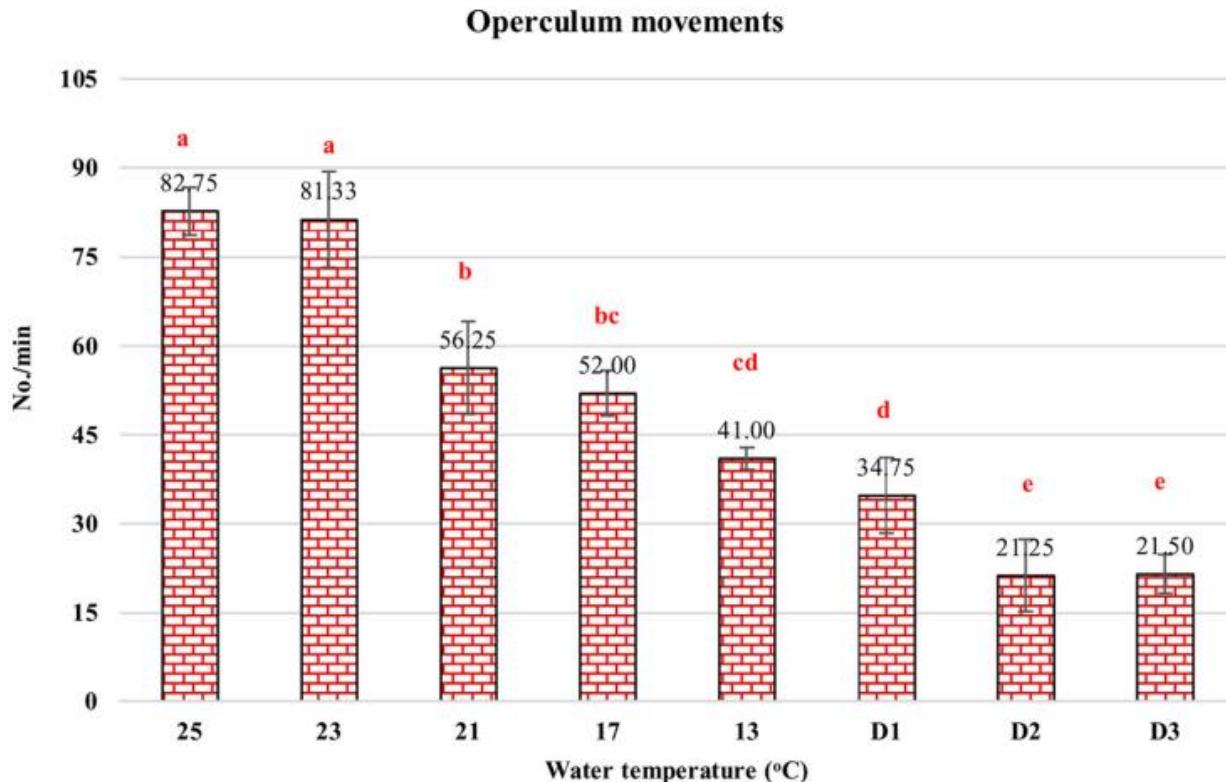


Fig. 5. Effect of a rapid decrease in water temperature from 25 °C to 13 °C within 4 h and continually constant at 13 °C for 24 h (D1), 48 h (D2) and 72 h (D3) on operculum movement (No. per min) of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Values are mean \pm SD and different letters indicated significant difference ($p < 0.05$).

Qualidade de água

Avaliação

- 🎯 Oxigênio dissolvido
- 🎯 Produtividade primária
- 🎯 Temperatura
- 🎯 pH, Alcalinidade
- 🎯 Amônia
- 🎯 Nitrito e Nitrato
- 🎯 Salinidade

Parâmetros mais importantes:



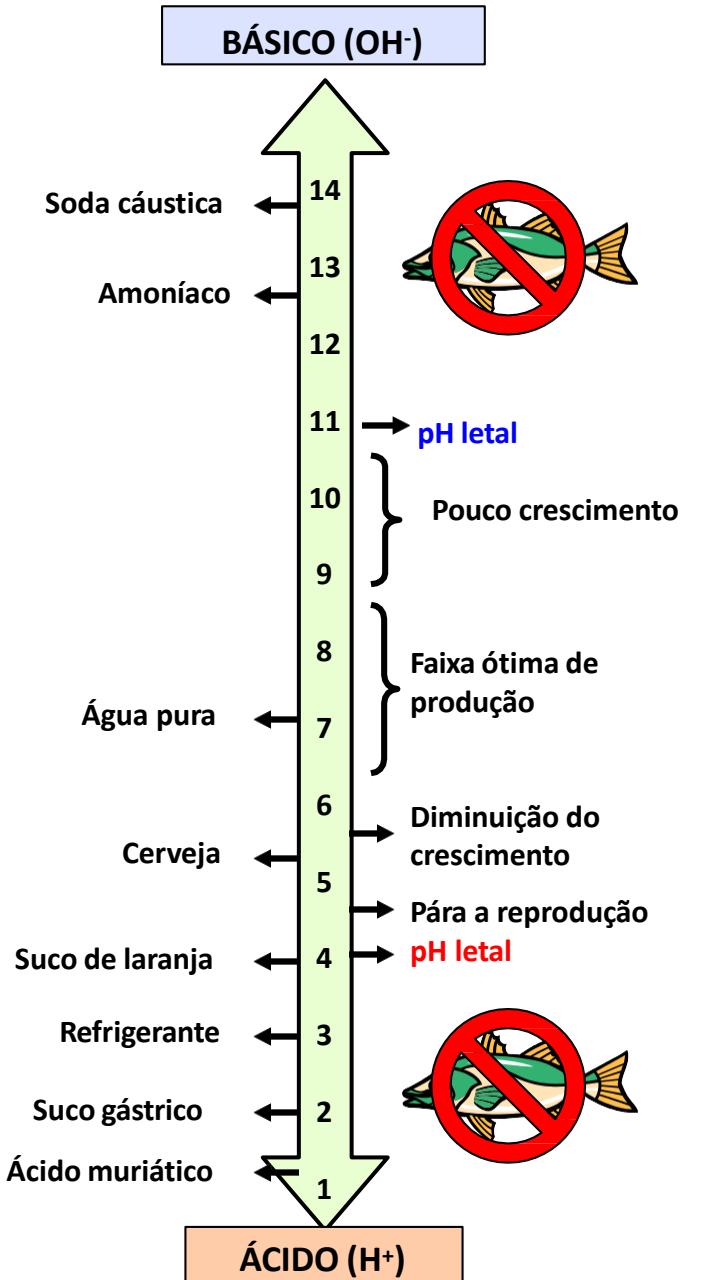
pH e a água

“pH é logaritmo negativo da concentração de H⁻ pelo qual se expressa o grau da acidez ou alcalinidade de um líquido”

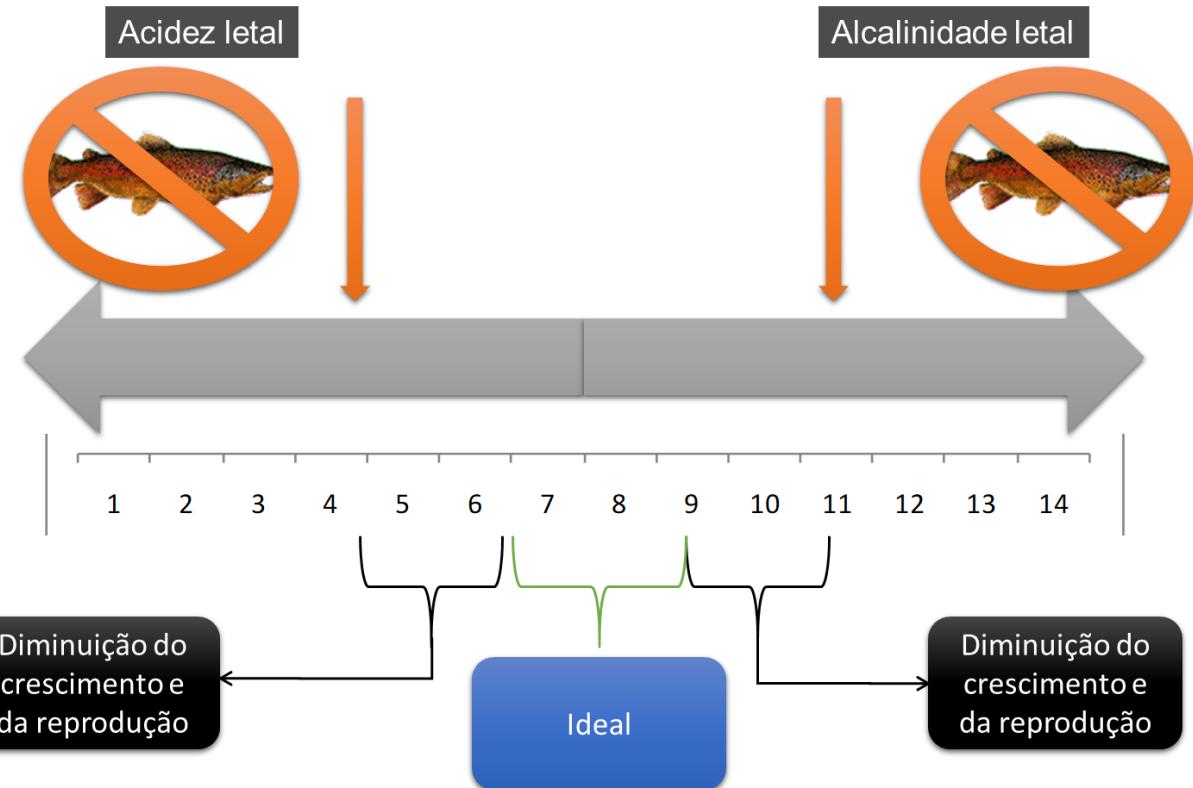
Vile, 1967

$$\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$$

pH, CO₂, ALCALINIDADE E DUREZA



pH



pH e a água

⌚ Como medir?



Papel tornassol

Mostra apenas se a solução é ácida ou básica



Veja a coloração que os principais indicadores podem adquirir ao entrar em contato com um ácido ou uma base:

INDICADOR	ÁCIDO	BASE	NEUTRO
FENOLFTALEÍNA	INCOLOR	ROSA	INCOLOR
TORNASSOL	ROSA	AZUL	-



Fenolftaleína em meio básico

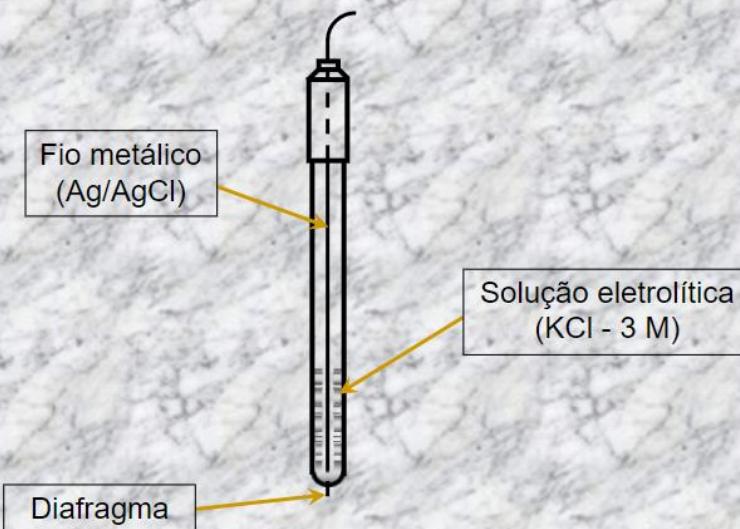


São utilizados diversos **indicadores ácido-base** (substâncias orgânicas que mudam de cor em contato com substância ácida e básica), como a *fenolftaleína*, *azul de bromotimol* e *alaranjado de metila*.

pH e a água

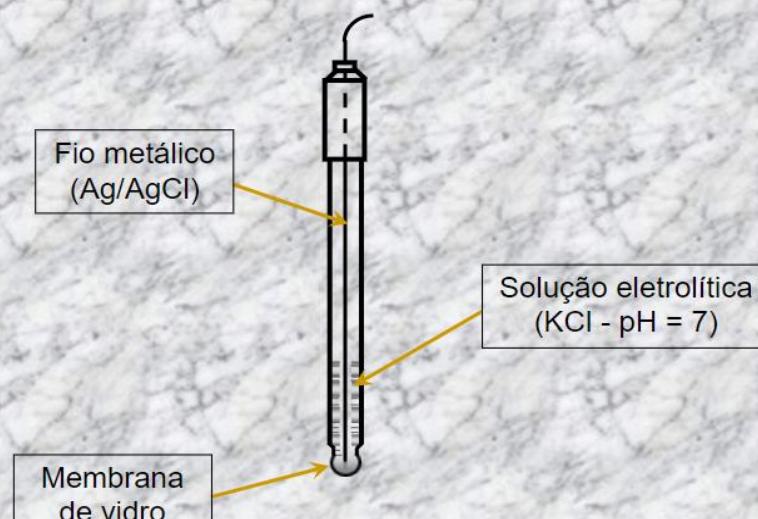
➊ Como medir?

Eletrodo de referencia

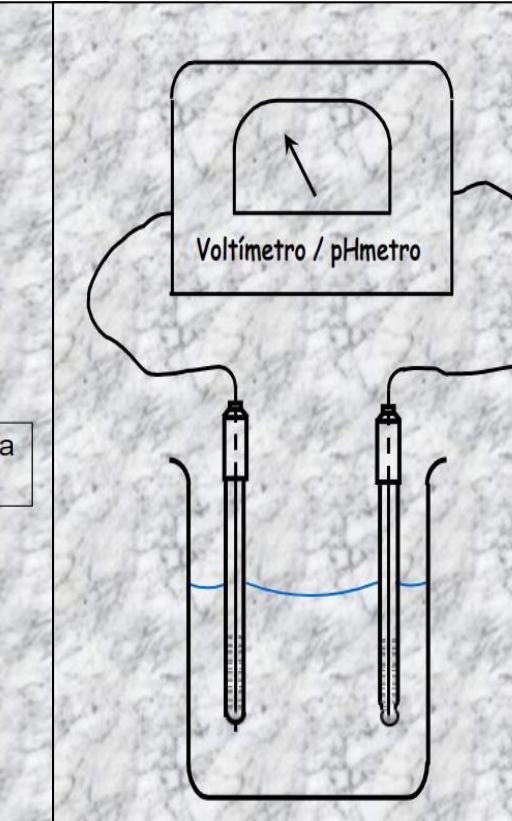


O eletrodo de referencia deve ter um potencial estável, definido e independente da solução.

Eletrodo de medida



A membrana de vidro é permeável aos íons H^+ .



Medida de pH
Diferença de voltagem entre o eletrodo de medida e o de referência.

25°C	pH 0 = +414.12 mV
	pH 4 = +177.480 mV
	pH 7 = 0.000 mV
	pH 10 = -177.480 mV
	pH 14 = -414.120 mV

Alcalinidade e a água

A alcalinidade de um líquido corresponde ao somatório das bases tituláveis presentes, capazes de neutralizar os cátions de hidrogênio.

A alcalinidade total de um determinado líquido depende da presença de bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}), amoníaco (NH_4^+), hidroxilas (OH^-), fosfatos e silicatos. Porém, na maioria dos casos os carbonatos e bicarbonatos são os responsáveis pela alcalinidade da água.

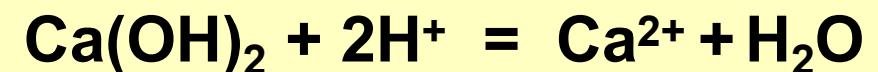
Os níveis de alcalinidade variam de 5 a 500 mg/l de CaCO_3 . A alcalinidade de um líquido determina seu poder “buffer”.

Alcalinidade X acidez

Capacidade de neutralizar ácidos



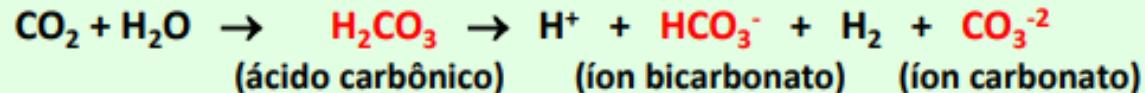
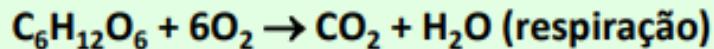
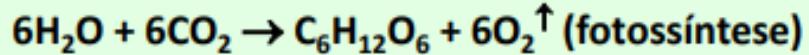
Reações de neutralização de ácidos



Concentração de ácidos tituláveis



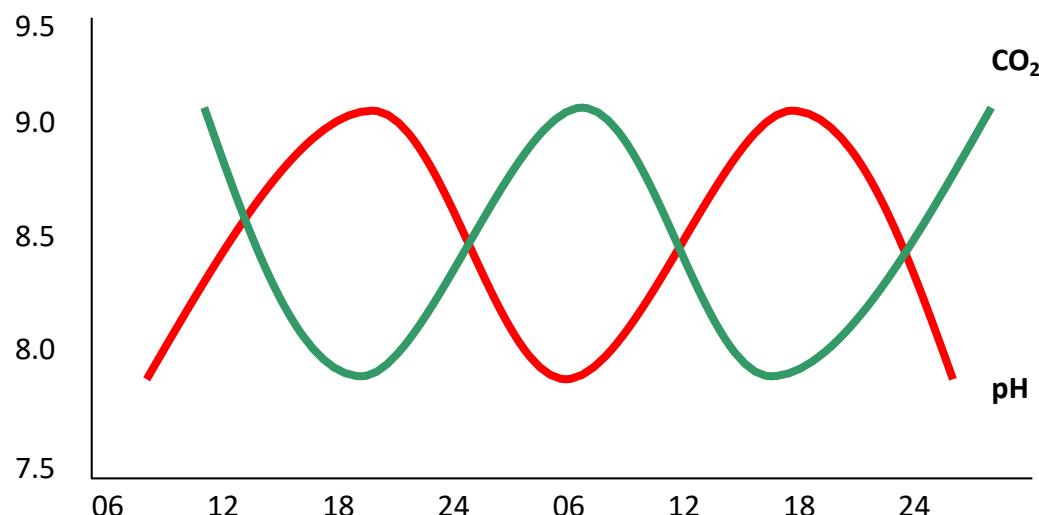
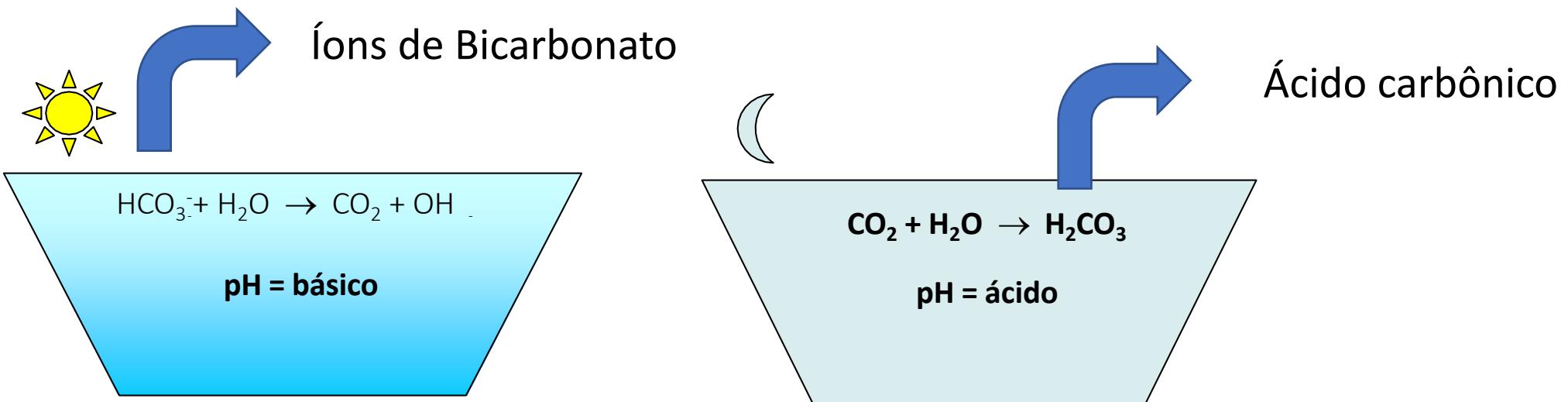
Alcalinidade X acidez



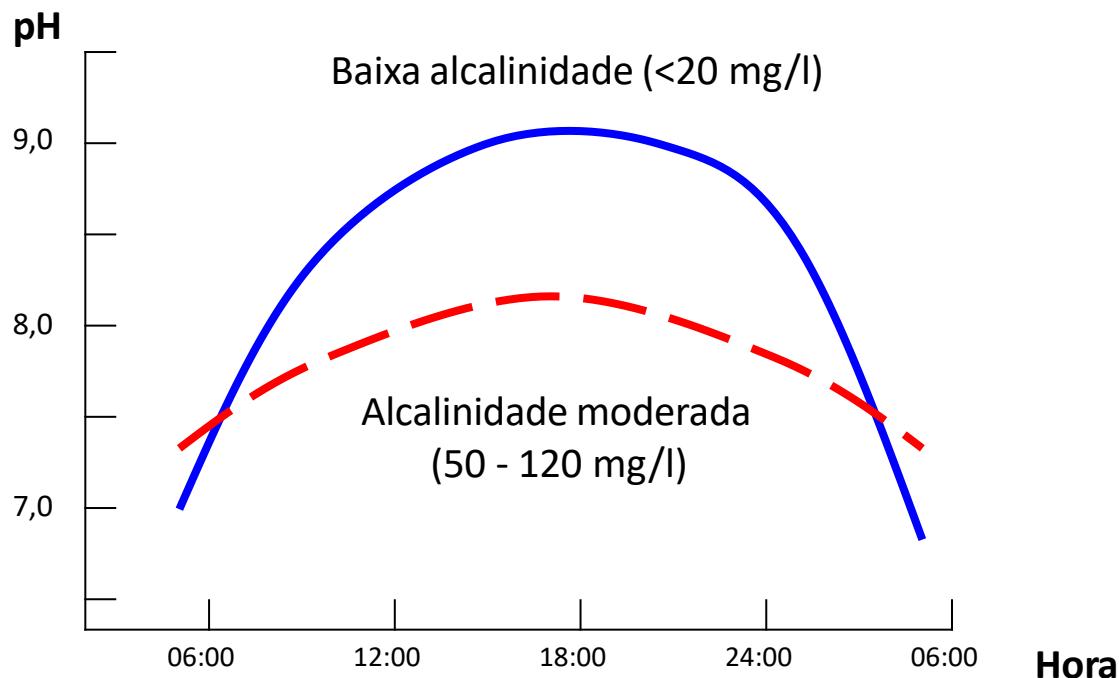
Proporções (%) de CO_2 , HCO_3^- e CO_3^{2-} da água em função de diferentes valores de pH (Fonte: Wetzel, 1975)

pH	CO_2 total livre	HCO_3^- (bicarbonato)	CO_3^{2-} (carbonato)
4	0,996	0,004	$1,25 \times 10^{-9}$
5	0,962	0,038	$1,20 \times 10^{-7}$
6	0,725	0,275	$0,91 \times 10^{-5}$
7	0,208	0,792	$2,60 \times 10^{-4}$
8	0,005	0,972	$3,20 \times 10^{-3}$
9	0,001	0,966	0,031
10	0,0002	0,757	0,243

Variação pH e CO₂

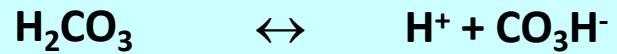


Efeito tampão



Oscilações do pH em viveiros de cultivo em função da alcalinidade da água (Boyd, 1995).

Ácido carbônico



doador de H^+

Bicarbonatos

receptor de OH^- e H^+

Qualidade de água

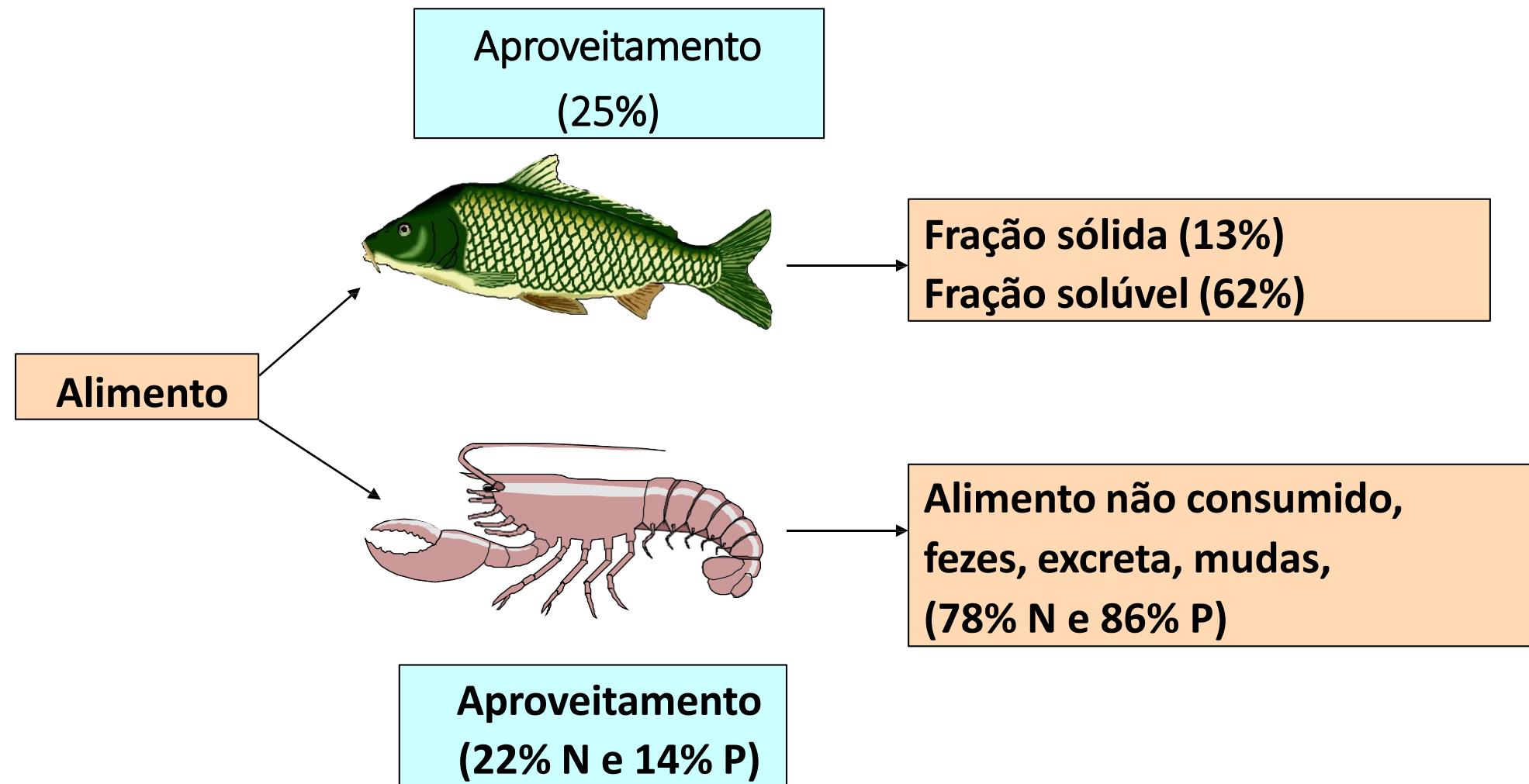
Avaliação

- ◎ Oxigênio dissolvido
- ◎ Produtividade primária
- ◎ Temperatura
- ◎ pH, Alcalinidade
- ◎ Amônia, Nitrito e Nitrato
- ◎ Salinidade

Parâmetros mais importantes:



Compostos nitrogenados



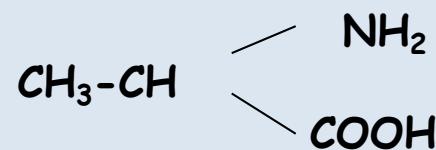
Compostos nitrogenados

Amônia (NH_3)

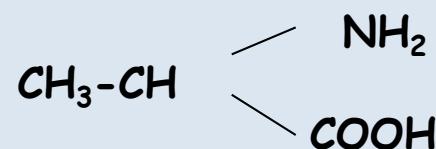
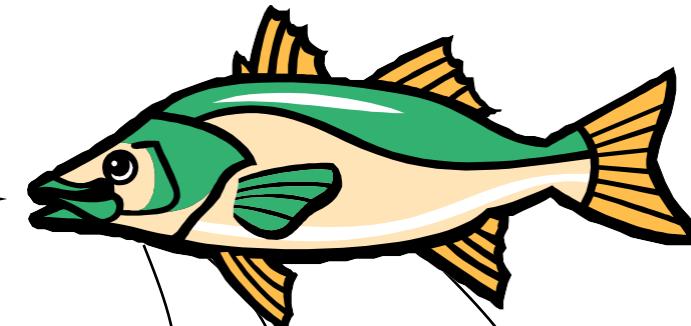
Ração

Proteínas

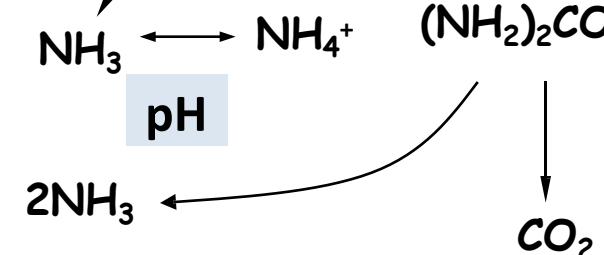
Aminoácidos



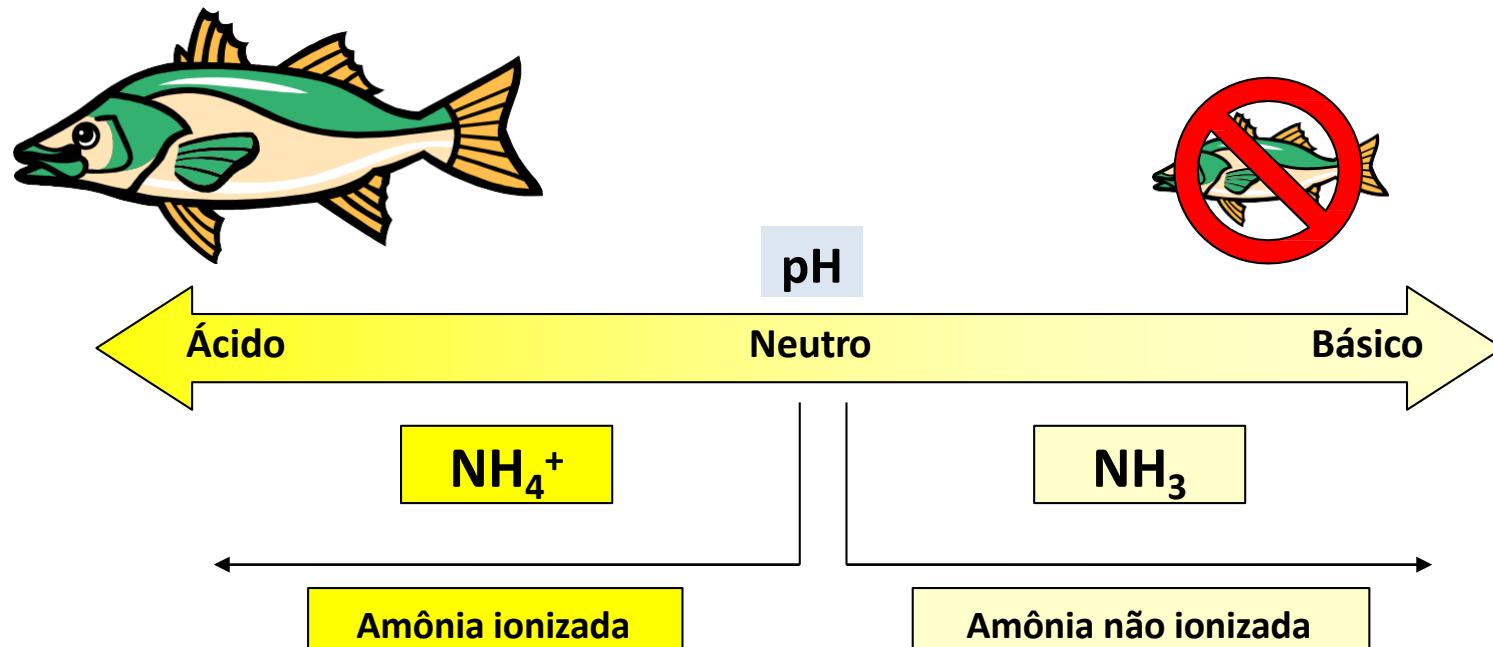
Desaminação



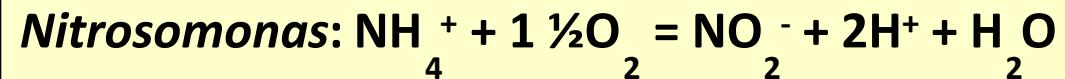
Amonificação



Compostos nitrogenados



Nitrificação



Compostos nitrogenados



LabconTEST

Amônia Tóxica

Água doce

→ Escala de leitura
de Amônia Total.

Obs.: Após esta leitura, siga para a tabela
de leitura de Amônia Tóxica.

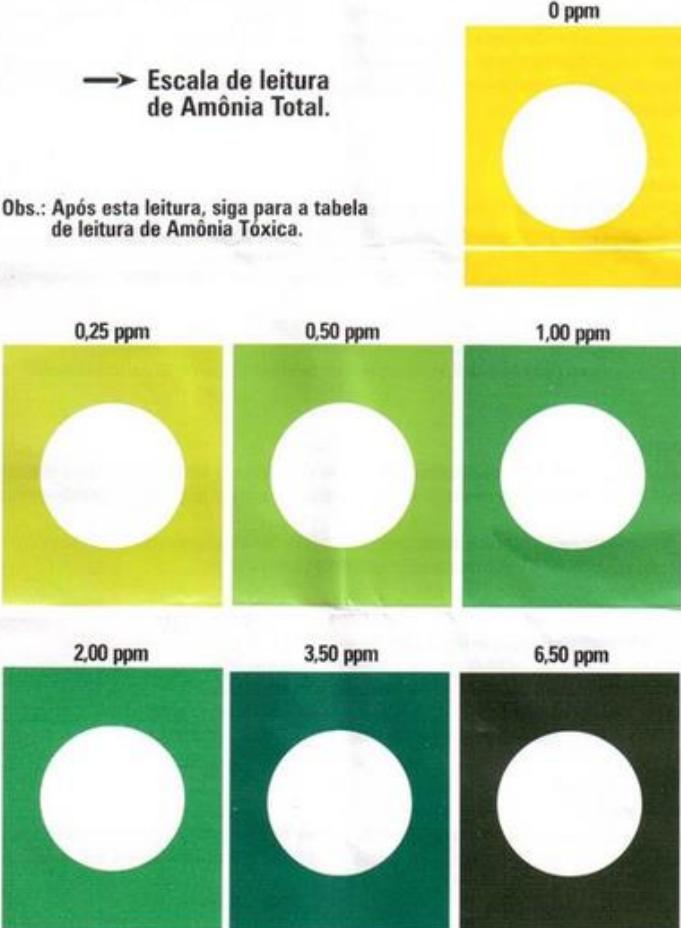


Tabela de leitura do teor de NH₃ (amônia tóxica)

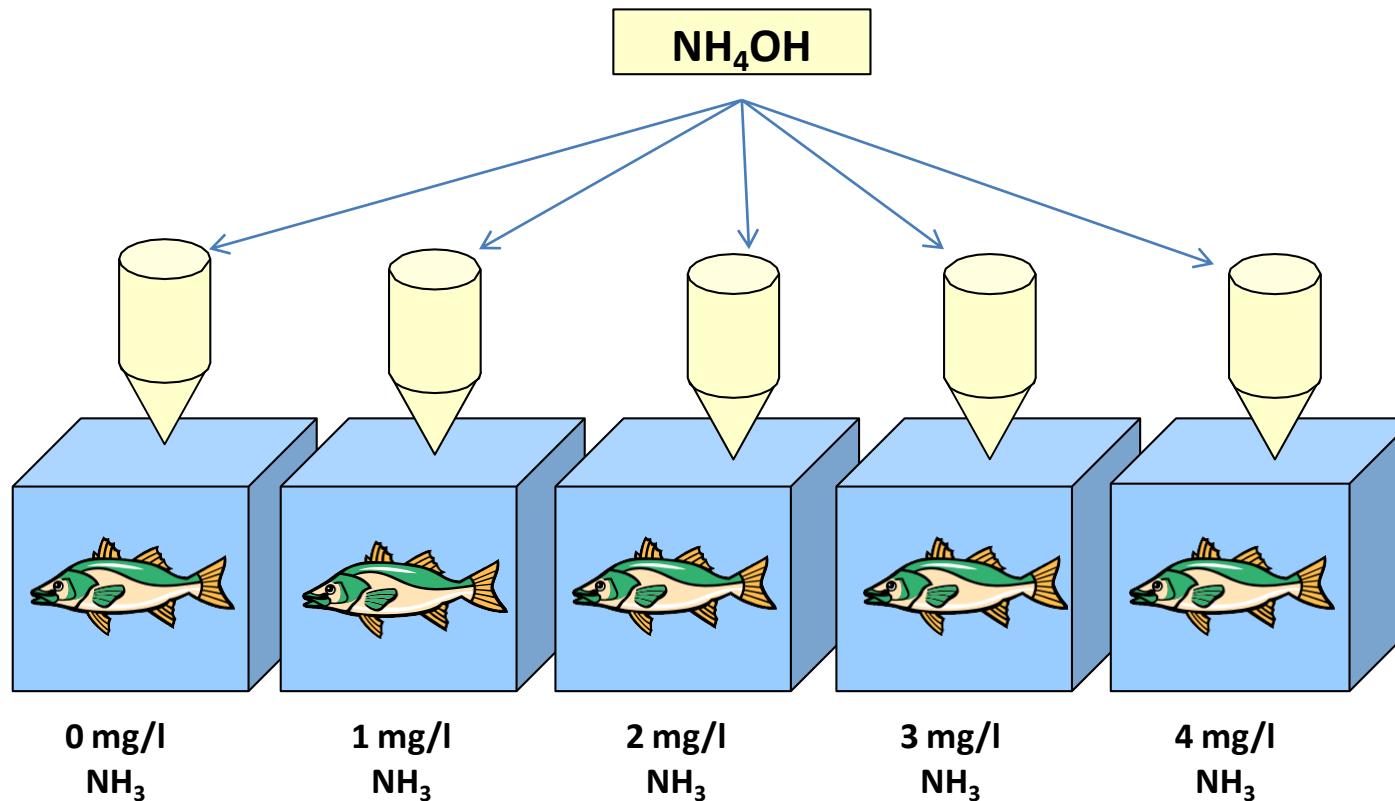
pH	Temp. °C	Concentração de Amônia Total em ppm.					
		0,25	0,50	1,00	2,00	3,50	6,50
6,6	22	0,001	0,001	0,002	0,004	0,006	0,012
	25	0,001	0,001	0,002	0,005	0,008	0,014
	28	0,001	0,001	0,003	0,006	0,011	0,020
6,8	22	0,001	0,001	0,003	0,006	0,011	0,020
	25	0,001	0,002	0,004	0,007	0,013	0,023
	28	0,001	0,002	0,005	0,009	0,016	0,029
7,0	22	0,001	0,002	0,005	0,009	0,016	0,029
	25	0,001	0,003	0,006	0,011	0,020	0,037
	28	0,002	0,003	0,007	0,014	0,025	0,044
7,2	22	0,002	0,004	0,007	0,014	0,025	0,047
	25	0,002	0,004	0,009	0,018	0,032	0,059
	28	0,003	0,006	0,011	0,022	0,039	0,073
7,4	22	0,003	0,006	0,011	0,023	0,040	0,074
	25	0,004	0,007	0,014	0,028	0,049	0,092
	28	0,004	0,009	0,017	0,034	0,060	0,112
7,6	22	0,004	0,009	0,018	0,036	0,062	0,116
	25	0,006	0,011	0,022	0,045	0,078	0,145
	28	0,007	0,014	0,027	0,054	0,095	0,176
7,9	22	0,009	0,018	0,036	0,072	0,127	0,234
	25	0,011	0,022	0,044	0,090	0,156	0,289
	28	0,014	0,028	0,055	0,109	0,191	0,353
8,1	22	0,014	0,028	0,056	0,111	0,194	0,362
	25	0,017	0,034	0,068	0,136	0,238	0,441
	28	0,021	0,042	0,083	0,166	0,289	0,538
8,3	22	0,022	0,043	0,085	0,170	0,298	0,552
	25	0,026	0,052	0,104	0,208	0,363	0,674
	28	0,032	0,063	0,126	0,252	0,440	0,817
8,5	22	0,032	0,064	0,128	0,256	0,448	0,830
	25	0,039	0,077	0,155	0,309	0,540	1,005
	28	0,047	0,092	0,185	0,370	0,647	1,201
8,7	22	0,047	0,094	0,187	0,374	0,654	1,213
	25	0,056	0,110	0,222	0,439	0,769	1,440
	28	0,066	0,129	0,260	0,520	0,909	1,688

A concentração de amônia na água está diretamente relacionada com a temperatura e o pH: quanto maior o pH, maior a concentração de amônia não ionizada (tóxica) disponível no ambiente, que passa ativamente para os tecidos do peixe, provocando intoxicações.

Compostos nitrogenados

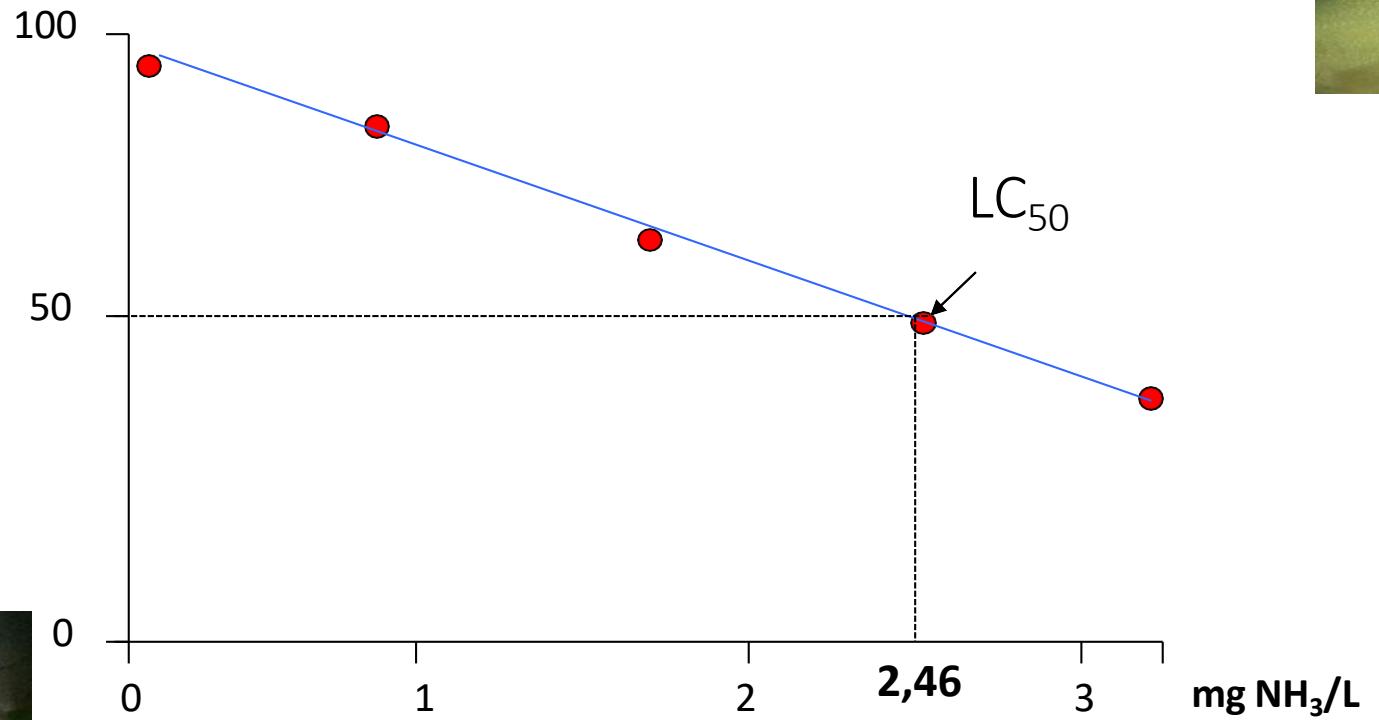
Toxidez aguda (LC_{50})

Concentração de uma sustância tóxica capaz de matar 50% da população que se encontra exposta a ela.



Compostos nitrogenados

Sobrevivência (%)



Compostos nitrogenados

Nível de segurança (Sprague, 1971)

Concentrações de amônia equivalentes ao 10% do LC₅₀ podem ser seguras para a maioria dos organismos de cultivo.

Se o LC₅₀ de NH₃ para tilápia é 2,46 mg/L,

então o nível de segurança (10% de 2,46) será 0,24 mg/L



Compostos nitrogenados

Toxidez crônica

Concentração de uma substância tóxica capaz de afetar, sem matar, parte ou a totalidade da população exposta a ela,

Qualquer concentração de amônia tem efeitos sub-letais, o principal de eles é a redução da taxa de crescimento,

Socorro!



Compostos nitrogenados

Efeitos de amônia sobre os animais

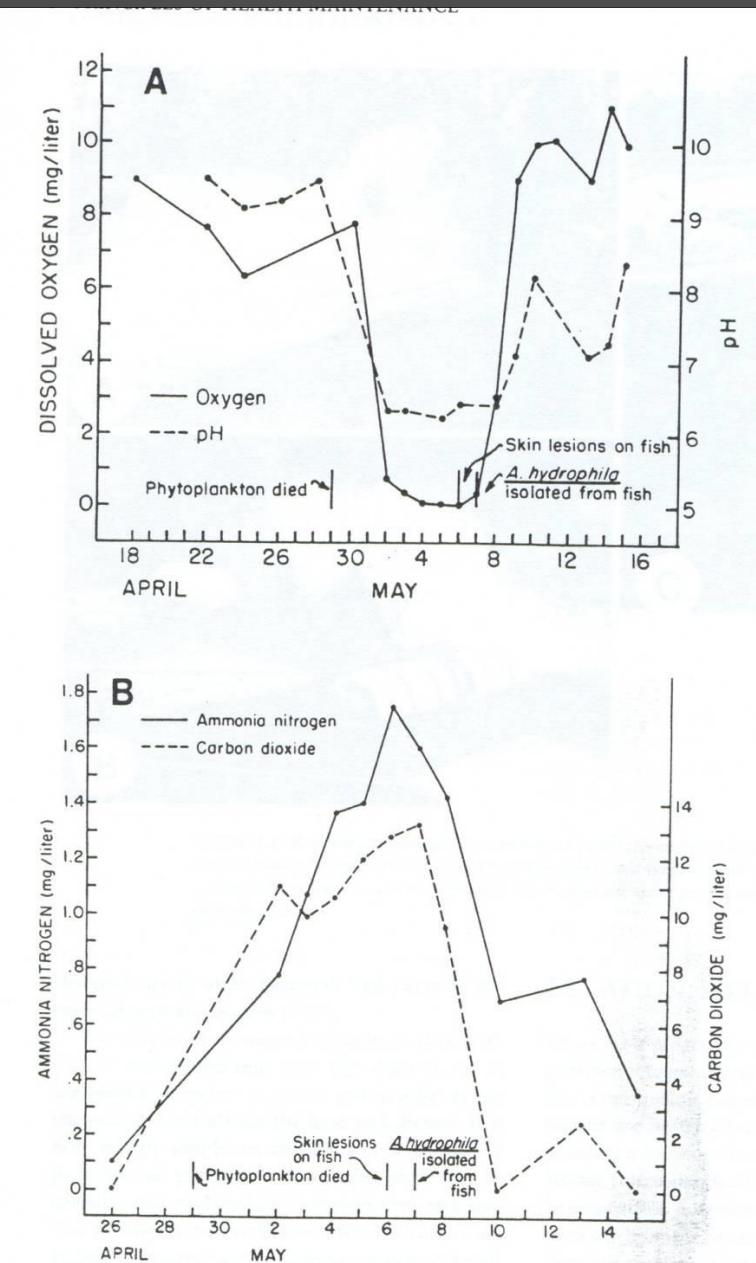
- ◎ **Elevação do pH do sangue**
- ◎ **Redução no número de eritrócitos**
- ◎ **Aumento da permeabilidade vascular**
- ◎ **Aumento no consumo de oxigênio pelos tecidos**
- ◎ **Alterações histológicas**
- ◎ **Suscetibilidade à doenças**

Compostos nitrogenados

Relação de qualidade de água
com infecção por
Aeromonas hydrophila em
Ictalurus punctatus

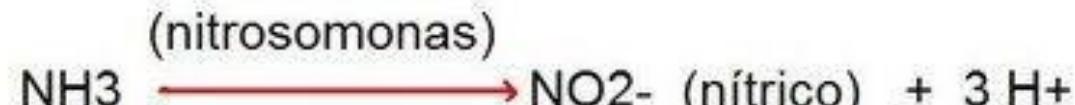


Plumb (1999)



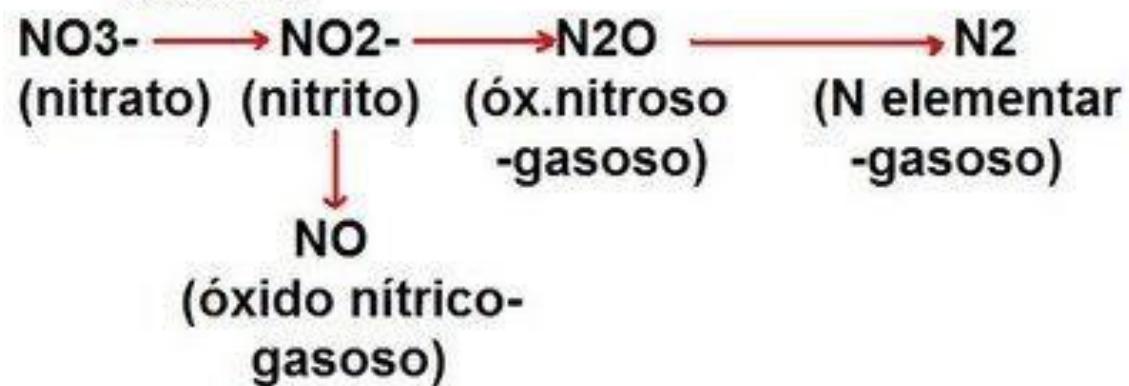
Compostos nitrogenados

Processo de Nitrificação



Processo de denitrificação

bactéria



Nitrificação/Desnitrificação/ANAMMOX

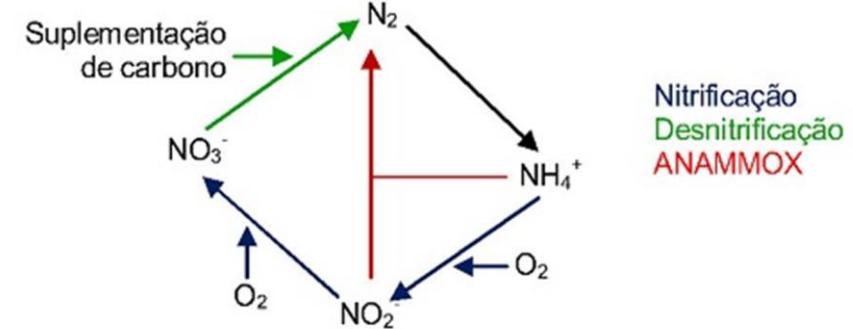
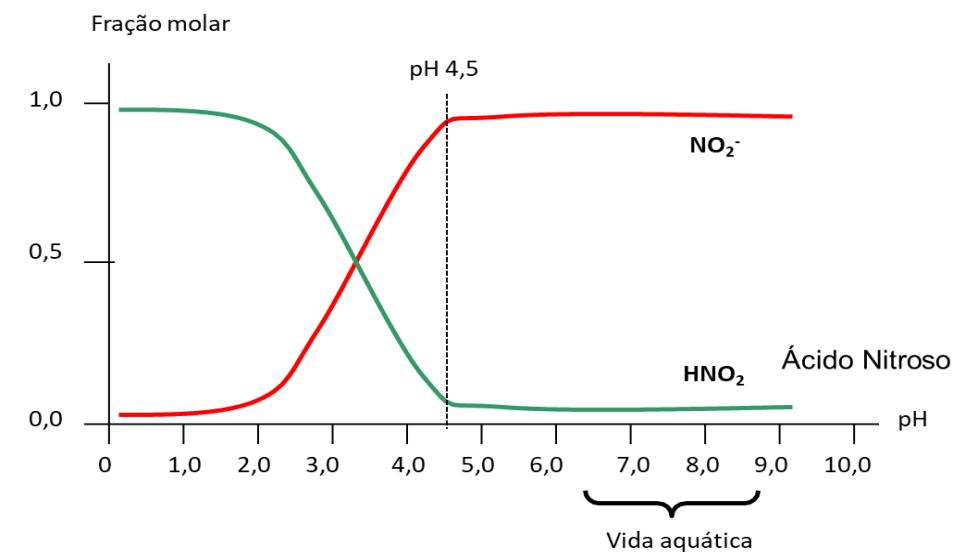


Figura 2. Ciclo simplificado do nitrogênio (Nitrificação, Desnitrificação e ANAMMOX)

$$\text{Nitrificação} = \text{NH}_3 \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$$

$$\text{HNO}_2 = \text{H}^+ + \text{NO}_2^- \rightarrow \text{Tóxico}$$

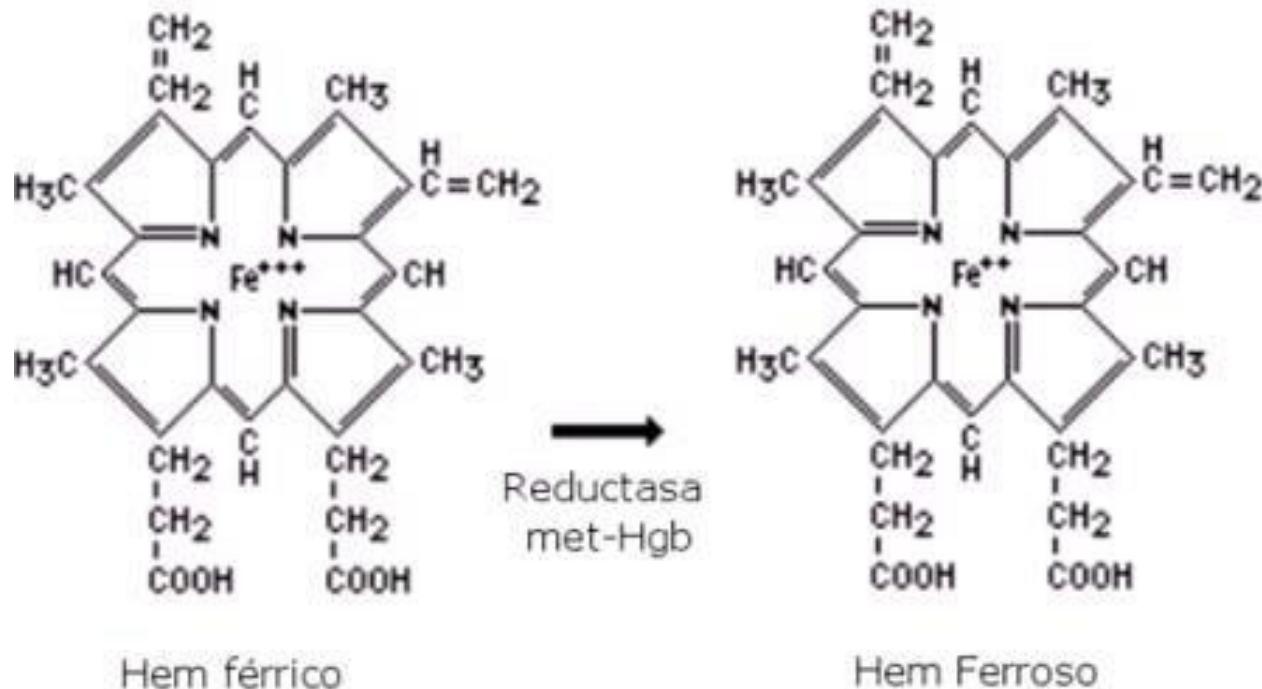


Compostos nitrogenados

Toxidez do nitrito → oxidação da hemoglobina



- A metahemoglobina é incapaz de transportar oxigênio
- Os peixes ficam cianóticos e morrem por hipoxia
- O sangue adota coloração marrom (metahemoglobonemia)



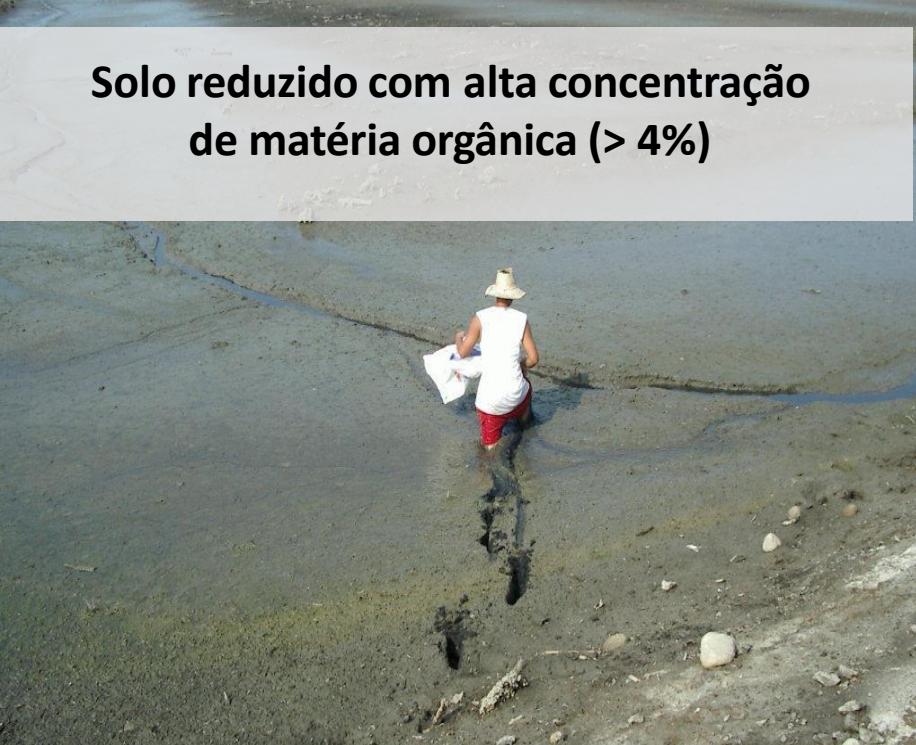
Compostos nitrogenados



Mortalidade e porcentagem de metahemoglobina em alevinos de *Oncorhynchus tschawytscha* submetidos a diferentes concentrações de nitrito em dois médios de cultivo (Crawford y Allen, 1977),

Concentração de NO ₂ - (mg/l)	Tempo (h)	Médio aquático	Mortalidade (%)	Metahemoglobina (%)
19	48	Água doce	50	--
27	48	Água doce	70	44

**Solo reduzido com alta concentração
de matéria orgânica (> 4%)**



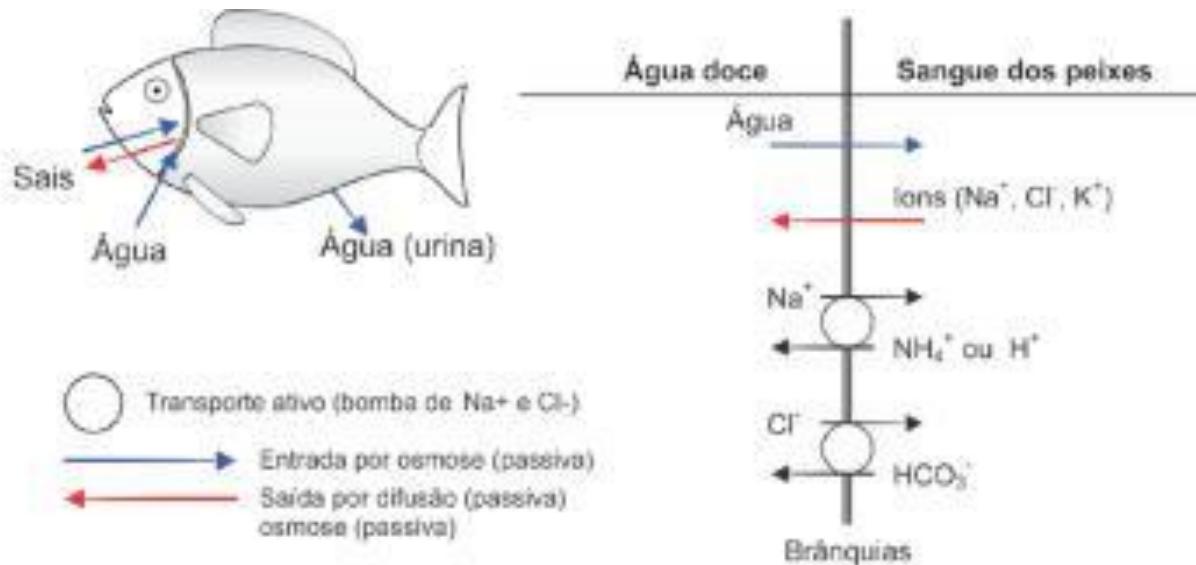
TOXIDEZ DA AMÔNIA NÃO IONIZADA (NH_3)

Uso de NaCl:

A **presença de íons sódio (Na^+)** na água favorece o mecanismo de **transporte ativo do íon amônio do sangue dos peixes para a água**.

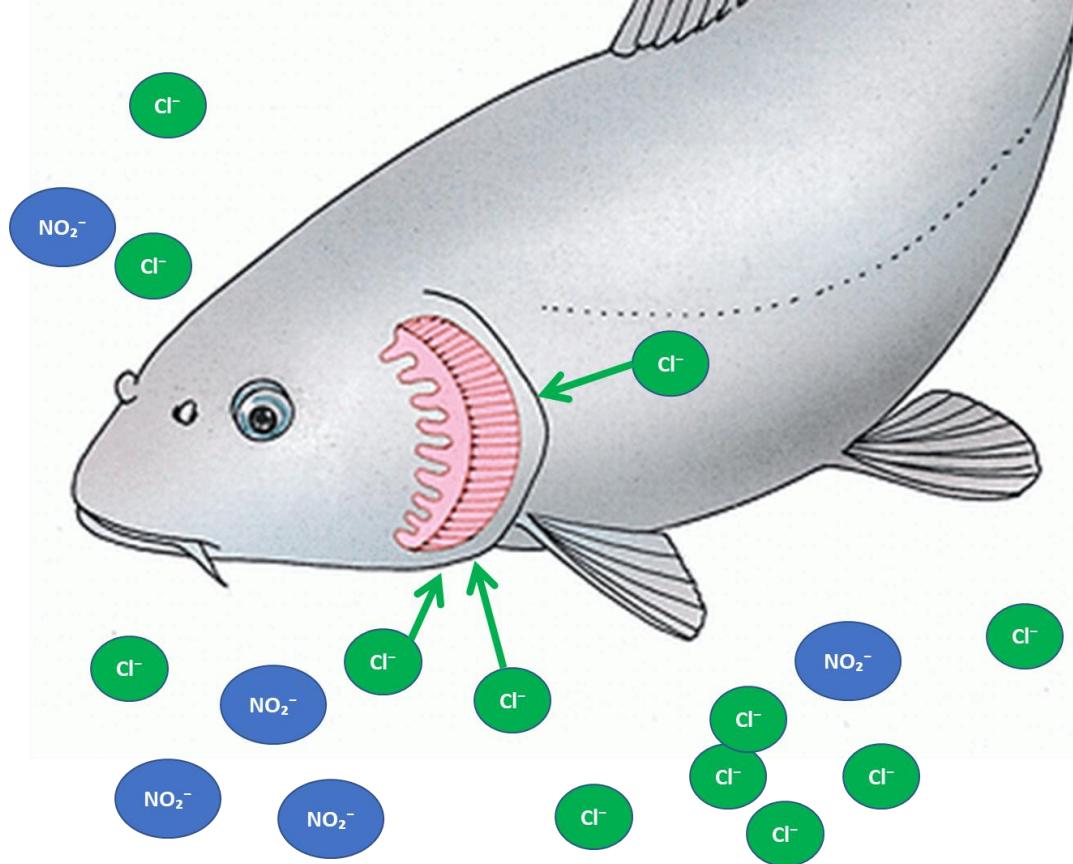
No transporte ativo ocorre a **entrada de um íon sódio e a saída de um íon amônio**, favorecendo a eliminação da amônia mesmo **sob um gradiente negativo** de concentração de amônia entre o sangue e a água.

Isso é particularmente importante nos transportes de alevinos em sacos plásticos onde, sob cargas otimizadas, a concentração de amônia total na água ao final do transporte atinge valores elevados, geralmente acima de 40mg/l.



Toxicidade do nitrito

- O nitrito é **ativamente transportado** pelas **brânquias** e pode ser rapidamente absorvido.
- Aparentemente, as **células que regulam o transporte de cloreto** não fazem distinção entre **cloreto e nitrito**.
- Portanto, a **taxa de absorção** é **regulada** pela **relação nitrito:cloreto** do meio externo, e a **quantidade de nitrito tolerada** pelo peixes está relacionada com a **quantidade de cloreto da água**.



Qualidade de água

Avaliação

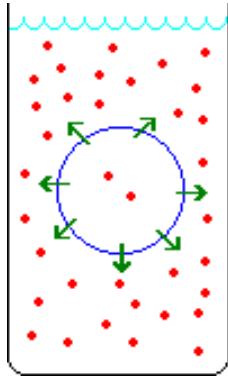
- ◎ Oxigênio dissolvido
- ◎ Produtividade primária
- ◎ Temperatura
- ◎ pH, Alcalinidade
- ◎ Amônia, Nitrito e Nitrato
- ◎ Salinidade

Parâmetros mais importantes:

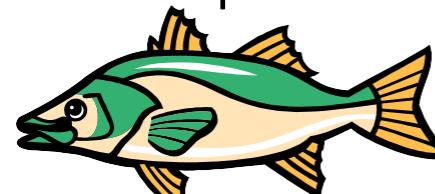


Salinidade

O processo de osmorregulação...



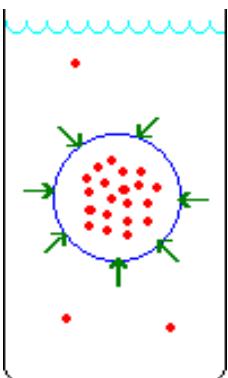
Médio Hipertônico $S > 24,7 \%$



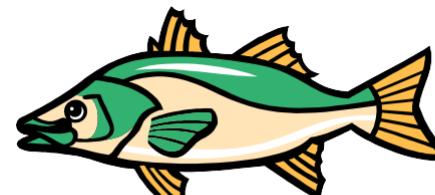
Perde grande quantidade de água e excreta sal

Toma grande quantidade de água

Regulação hiposmótica (para baixar a osmolaridade do sangue),



Médio Hipotônico $S < 24,7 \%$



Absorve grande quantidade de água e transporta sal

Toma pouca quantidade de água

Regulação hiperosmótica (para subir a osmolaridade do sangue)

Avaliação da qualidade da água e manejo sanitário em piscicultura

Qualidade de água

- Descrição
- Avaliação
- Demonstração

Manejo sanitário

- Determinação da condição sanitária do sistema produtivo/criação
- Monitoramento da mortalidade e limiar para intervenção
- Tratamentos terapêuticos
- Profilaxia
- Limpeza e desinfecção de equipamentos, estruturas e tanques
- Introdução de animais no sistema produtivo (quarentena e avaliação sanitária)
- Programas de biosseguridade

Determinação da condição sanitária do sistema produtivo de criação

CONCEITUAÇÃO

Sanidade

Conjunto de condições que conduzem ao **bem-estar** e à **saúde; higiene** e **salubridade** [sanity, hygiene].

Manejo sanitário

Conjunto de medidas cuja finalidade é proporcionar aos animais ótimas condições de saúde. Busca **evitar, eliminar, reduzir** ou **prevenir** a entrada e a disseminação de **doenças** em animais aquáticos, para melhor aproveitamento do material genético e aumento na produção e produtividade [sistemas de biossegurança].

Determinação da condição sanitária do sistema produtivo de criação



- ◎ O objetivo do presente manual é apresentar o funcionamento prático do Programa “Aquicultura com Sanidade”, orientando assim as atividades dos produtores, funcionários e colaboradores das aquiculturas nacionais

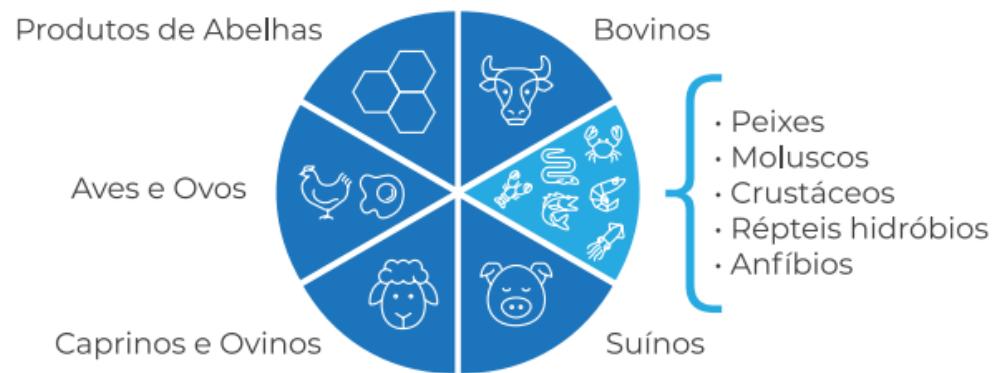
- ◎ Instrução Normativa MPA nº 04/2015, atualizada pela IN MAPA nº 04/2019, apontou as diretrizes sanitárias para os produtores e criou diversas ferramentas para o Serviço Veterinário Oficial – SVO



Escanear

Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação

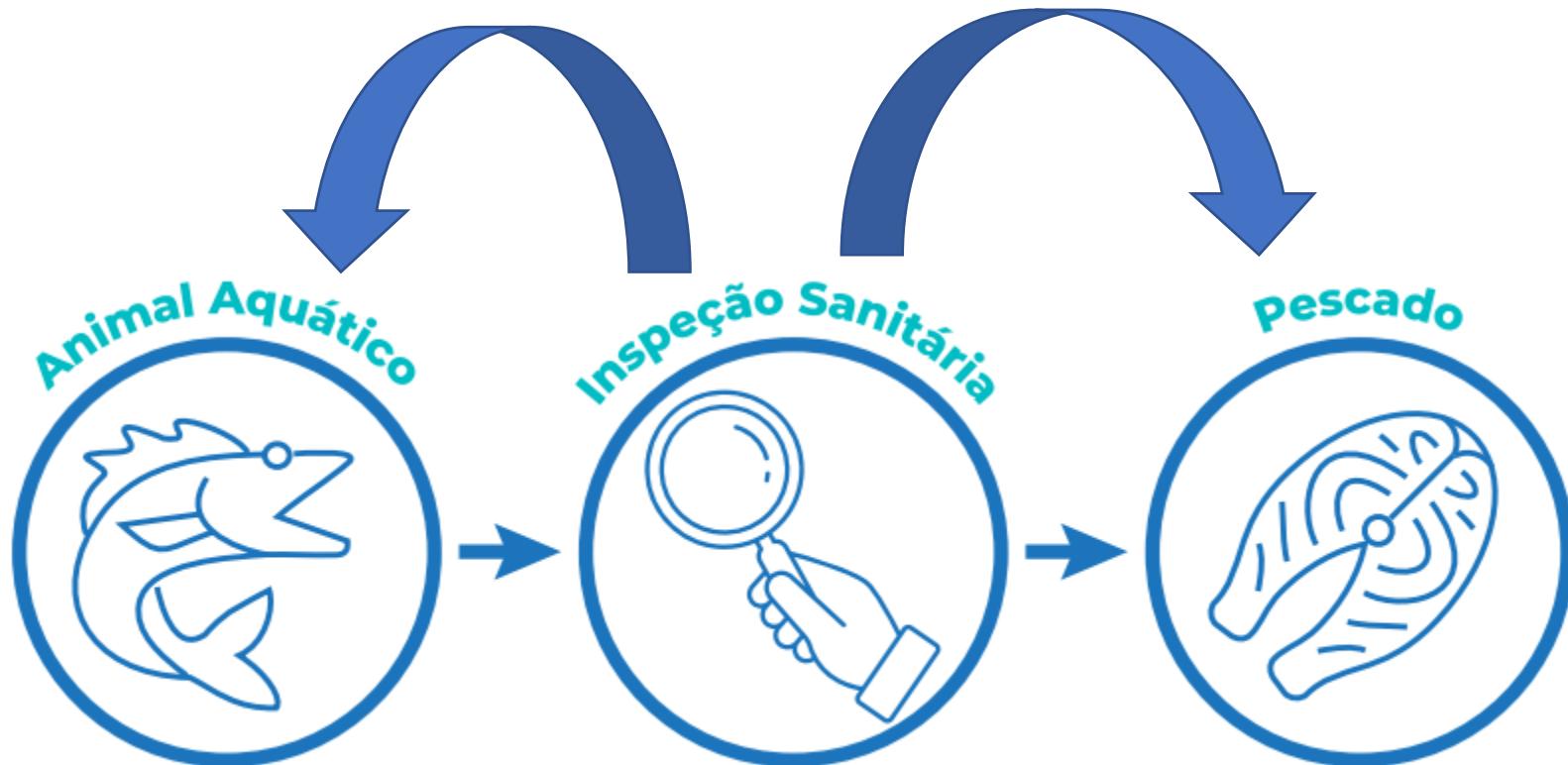
É nesse contexto que surge a SANIDADE AQUÍCOLA, que nada mais é que uma parte da DEFESA SANITÁRIA ANIMAL voltada para a proteção da saúde e dos produtos dos animais aquáticos.



O pescado proveniente da fonte produtora **não** pode ser **destinado à venda direta ao consumidor sem que haja previa fiscalização**, sob o ponto de vista industrial e sanitário. (Crime-Leis nº 8.137/1990 e 8.078/1990)

◎ O objetivo da DEFESA SANITÁRIA ANIMAL é garantir que o animal cultivado **não seja portador de nenhuma doença ou patógeno** que possam prejudicar a **saúde humana ou animal**, além de **verificar** se os animais **são cultivados** e transportados segundo as recomendações de **bem-estar animal** e em cumprimento as normativas vigentes.

Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação



- Cadastro dos produtores;
- Avaliação da fazenda e saúde dos animais;
- Verificação dos procedimentos de abates e transporte.

Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação

- Cadastro dos produtores;
- Avaliação da fazenda e saúde dos animais;
- Verificação dos procedimentos de abates e transporte.

- ◎ Diagnóstico de toda a estrutura física da propriedade;
- ◎ Locais de entrada e saída de água do sistema;
- ◎ Estruturas para armazenamento de insumos;
- ◎ Características dos viveiros, tanques, tanques -redes, hapas e seus acessórios;
- ◎ Todo o fluxo de produção.

Por meio deste levantamento, pode-se identificar alguns **pontos críticos** e a **condição sanitária do cultivo** para posteriormente serem organizadas as estratégias de controle.

Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação

- Cadastro dos produtores;
- Avaliação da fazenda e saúde dos animais;
- Verificação dos procedimentos de abates e transporte.

◎ As inconformidades mais comuns nessa etapa são:

- ◎ Incorreto armazenamento dos insumos (ração, suplemento, fertilizantes medicamento, etc);
- ◎ Estruturas e utensílios carentes de procedimentos rotineiros para limpeza e desinfecção;
- ◎ Desorganização de equipamentos e equipes ineficientes/inexperientes;
- ◎ Ausência do tratamento da água de entrada e saída (resíduo líquido), etc.

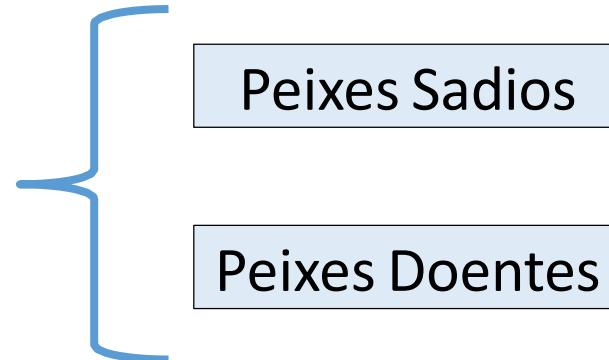
Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação

→ Avaliação da fazenda e saúde dos animais

→ Monitoramento dos Peixes

Rotina de monitoramento

Rotina de coleta



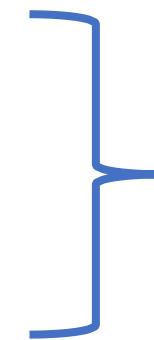
Peixes de mesmo peso, recebendo mesma ração, unidades semelhantes, lote

O que monitorar???

Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação

- Avaliação da fazenda e saúde dos animais
 - Monitoramento dos Peixes

Redução no consumo alimentar
Qualidade de água
Aparecimento de “doenças”



Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação

- Avaliação da fazenda e saúde dos animais
 - Monitoramento dos Peixes



Isolamento

Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação

- Avaliação da fazenda e saúde dos animais
 - Monitoramento dos Peixes

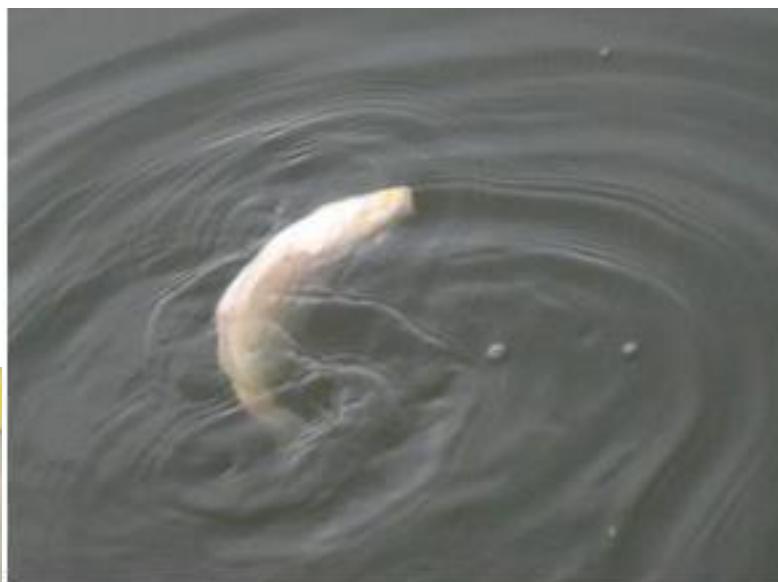


Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação

- Avaliação da fazenda e saúde dos animais
 - Monitoramento dos Peixes



Natação errática



Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação

- Avaliação da fazenda e saúde dos animais
 - Monitoramento dos Peixes



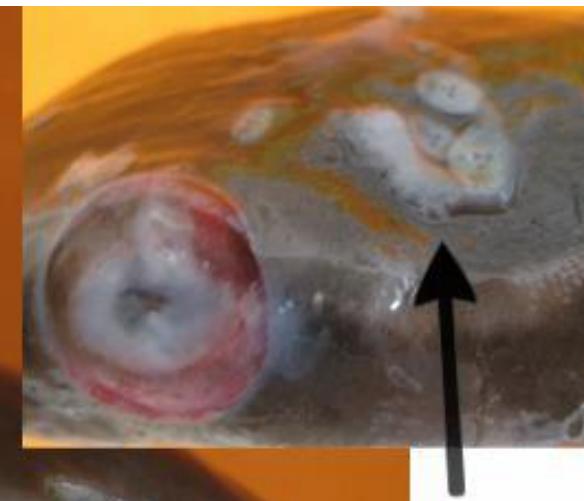
Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação

- Avaliação da fazenda e saúde dos animais
 - Monitoramento dos Peixes



Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação

- Avaliação da fazenda e saúde dos animais
 - Monitoramento dos Peixes



Neobenedenia



Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação

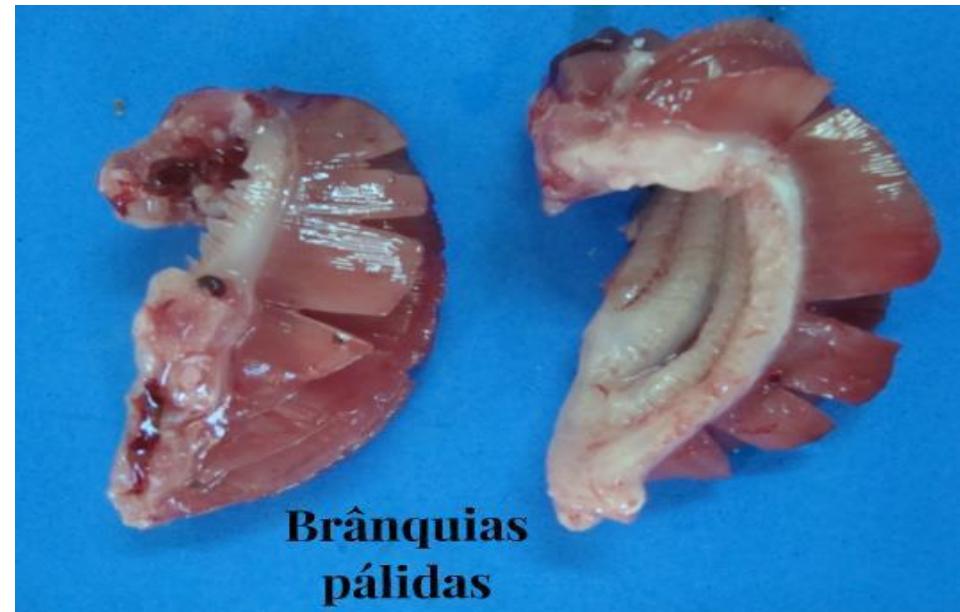
- Avaliação da saúde dos animais
 - Monitoramento dos Peixes



Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação

- Avaliação da saúde dos animais
 - Monitoramento dos Peixes

Alteração internas



Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação

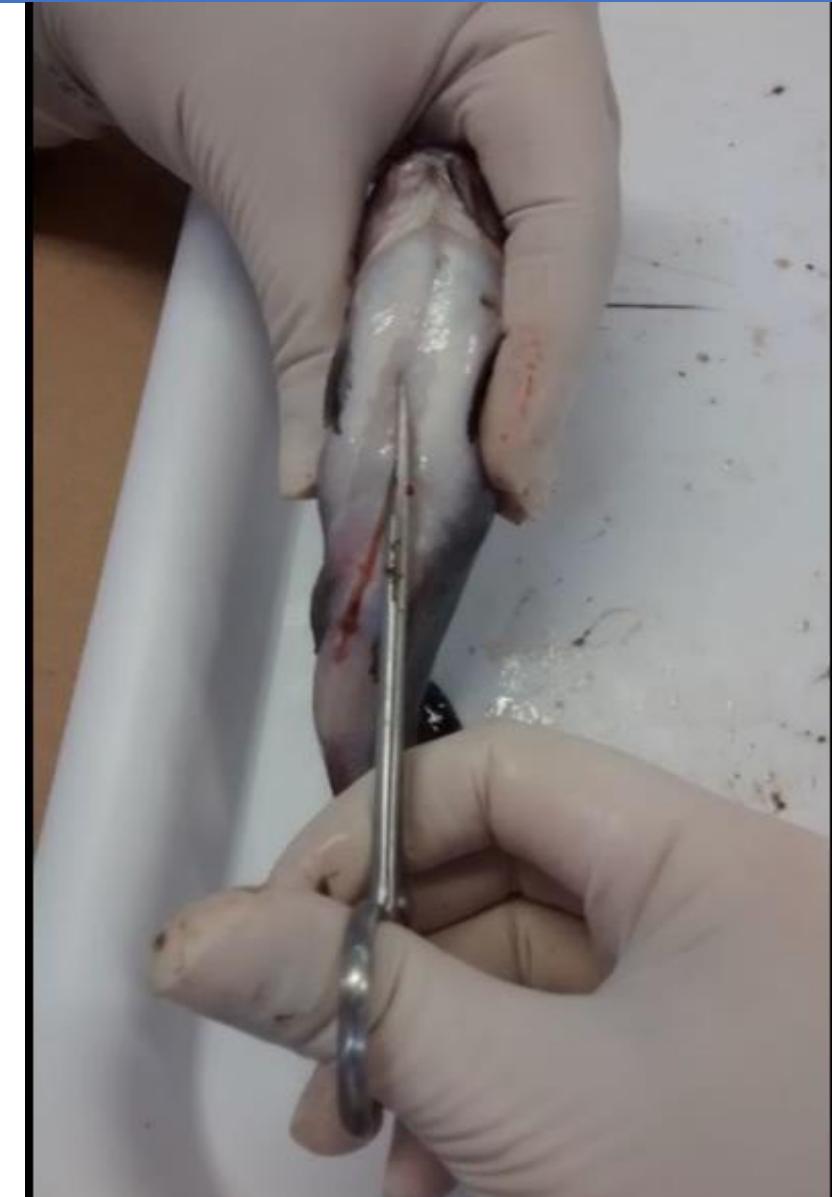
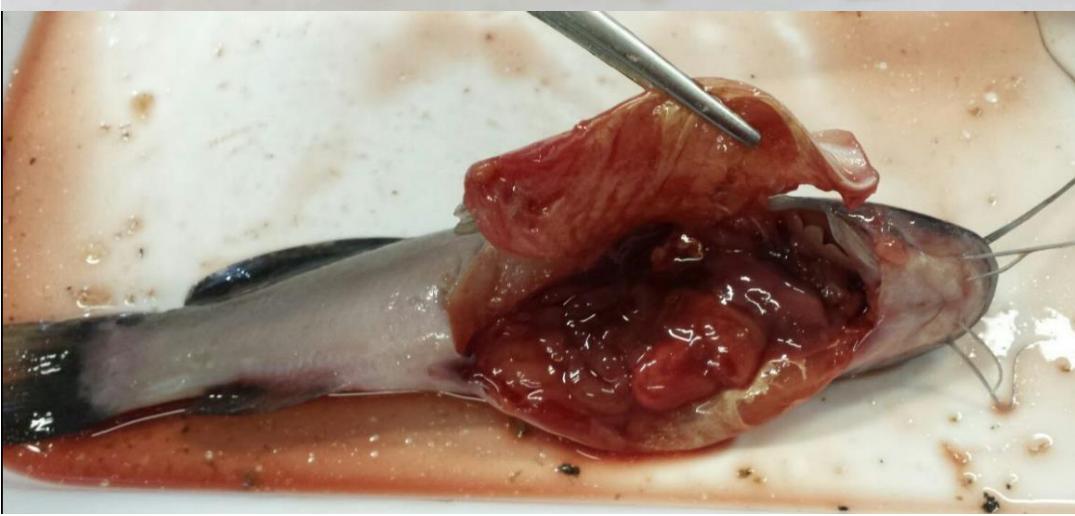
- Avaliação da saúde dos animais
 - Monitoramento dos Peixes

Alteração internas



Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação

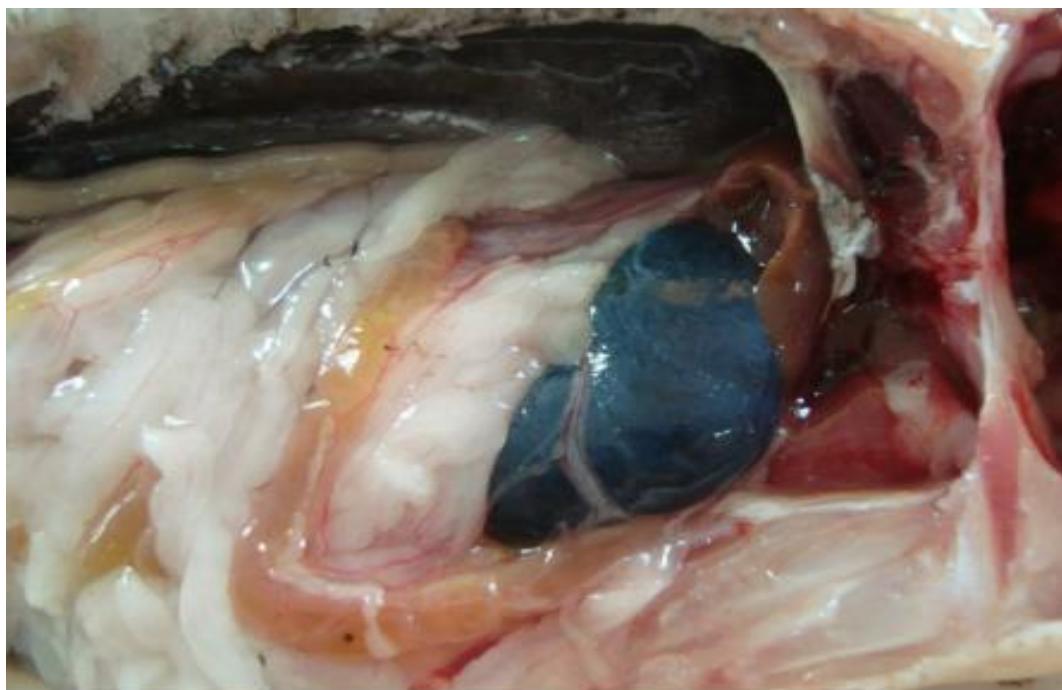
- Avaliação da saúde dos animais
 - Monitoramento dos Peixes
- Alteração internas**



Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação

- Avaliação da saúde dos animais
 - Monitoramento dos Peixes

Alteração internas-Viceras



Acúmulo de
gordura visceral



Intestino

Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação

- Avaliação da saúde dos animais
 - Monitoramento dos Peixes

Alteração internas-Viceras



Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação

- Avaliação da saúde dos animais
 - Monitoramento dos Peixes

Alteração internas-Viceras



Fígado Normal



Fígado Pálido

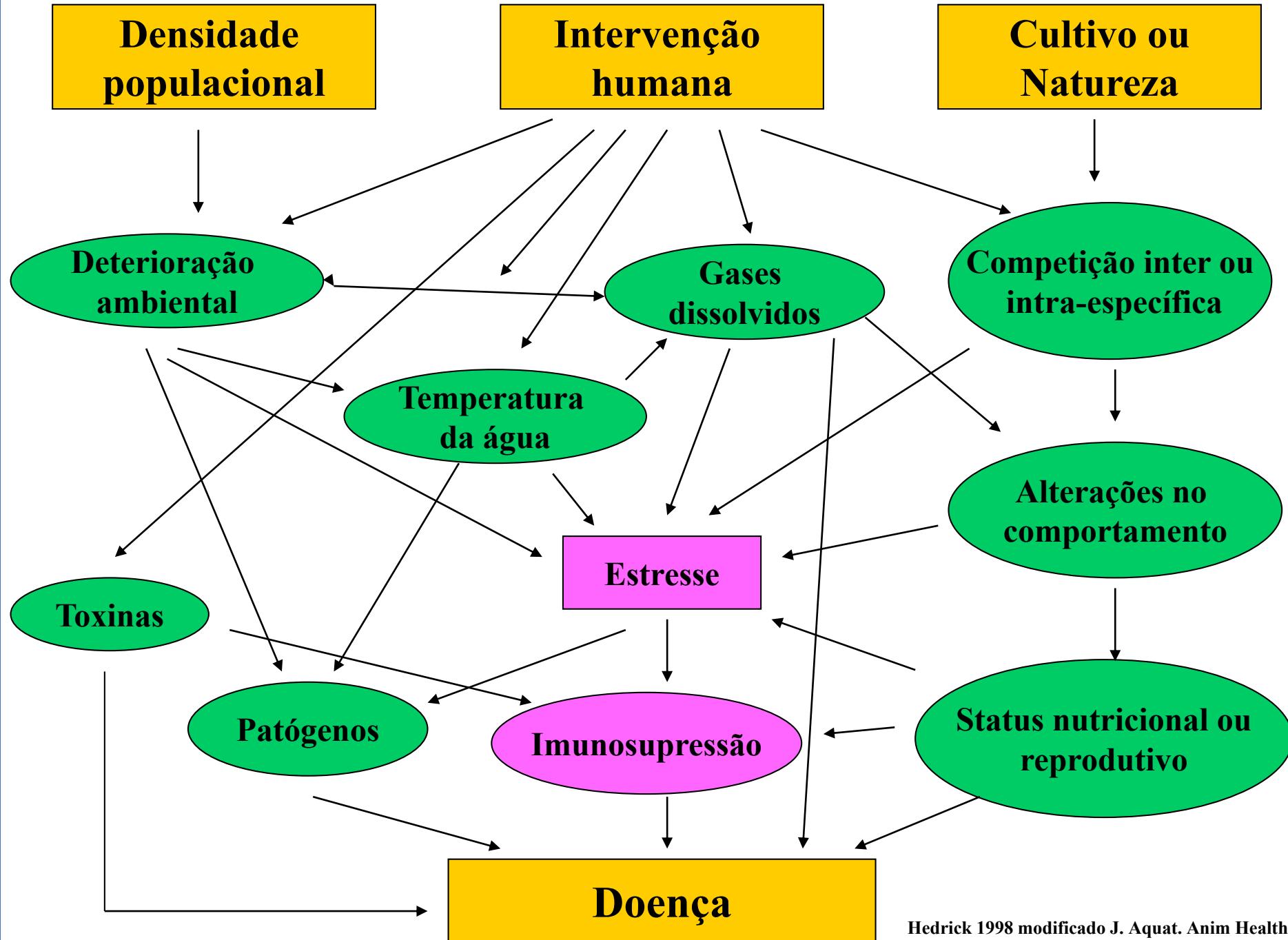


Fígado
Degenerado

Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação

Sinais clínicos	
1.	Hemorragias (olhos, tronco, nadadeira, boca, abdômen, ânus)
2.	Lesões corporais (necroses, úlceras, petéquias hemorrágicas)
3.	Alteração de cor, manchas, despigmentação
4.	Perda de escamas
5.	Ascite, abdômen comprimido.
6.	Exoftalmia, endoftalmia, córnea opaca
7.	Excessiva produção ou ausência de muco no corpo e nas brânquias]
8.	Anemia (Palidez de brânquias)
9.	Presença de necroses no corpo
10.	Deformidades corporais
11.	Pontos brancos, amarelos ou pretos no corpo e brânquias; aspecto de algodão
12.	Erosão e/ou necrose de nadadeiras
14.	Desnutrição
Alteração de comportamento	
1.	Perda de apetite
2.	Letargia (natação vagarosa ou ausência de movimento)
3.	Natação errática
4.	Boquejamento na superfície
5.	Peixes raspando o corpo no fundo ou lateral do tanque
6.	Taxa respiratória, batimento opercular alterado (Hipo ou hiperatividade)
7.	Interações sociais (dominância, briga, submissão)

Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação



Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação

Doenças de notificação obrigatória em peixes		
Doença	Referência para obrigatoriedade de notificação	Exemplos de animais suscetíveis
Anemia infecciosa do salmão (ISA) - vírus HPR0 ou com supressão de HPR	OIE, Portaria MPA nº 19/2015	Salmonídeos (família <i>Salmonidae</i>). Ex.: trutas e salmões
Doença renal bacteriana dos salmonídeos (BKD) – Infecção por <i>Renibacterium salmoninarum</i>	Portaria MPA nº 19/2015	Salmonídeos (família <i>Salmonidae</i>). Ex.: trutas e salmões
Herpesvírus da carpa Koi (KHVD)	OIE, Portaria MPA nº 19/2015	Carpa-comum (<i>Cyprinus carpio</i>) e seus híbridos. Ex.: <i>Cyprinus carpio</i> × <i>Carassius auratus</i>
Infecção por iridovírus do pargo-japonês	OIE	Pargos, badejos, garoupas, robalos, percas, tainhas, cavais, atuns e várias outras espécies A principal espécie suscetível é o pargo-japonês (<i>Pagrus major</i>)
Infecção por vírus <i>Oncorhynchus masou</i>	Portaria MPA nº 19/2015	Salmonídeos (família <i>Salmonidae</i>). Ex.: trutas e salmões
Infecção por alphavirus salmonídeo (SA)	OIE, Portaria MPA nº 19/2015	Salmonídeos (família <i>Salmonidae</i>). Ex.: trutas e salmões Solha-comum ou linguado (<i>Limanda limanda</i>)
Infecção por <i>Francisella noatunensis</i> subsp. <i>orientalis</i>	Portaria MPA nº 19/2015	Tilápias e seus híbridos (<i>Oreochromis spp.</i> , <i>Tilapia spp.</i> , <i>Sarotherodon spp.</i>)
Infecção por <i>Gyrodactylus salaris</i>	OIE, Portaria MPA nº 19/2015	Salmonídeos (família <i>Salmonidae</i>). Ex.: trutas e salmões
Infecção por <i>Piscirickettsia salmonis</i>	Portaria MPA nº 19/2015	Salmonídeos (família <i>Salmonidae</i>). Ex.: trutas e salmões
Necrose hematopoiética epizoótica (EHN)	OIE, Portaria MPA nº 19/2015	Perca europeia (<i>Perca fluviatilis</i>) Truta-arco-iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)
Necrose hematopoiética infecciosa (IHN)	OIE, Portaria MPA nº 19/2015	Salmonídeos (família <i>Salmonidae</i>). Ex.: trutas e salmões Lúcio (<i>Esox lucius</i>)
Necrose pancreática infecciosa (IPN)	Portaria MPA nº 19/2015	Salmonídeos (família <i>Salmonidae</i>). Ex.: trutas e salmões A espécie suscetível de maior importância epidemiológica é o salmão do Atlântico (<i>Salmo salar</i>)
Septicemia entérica do Bagre (ESC) – Infecção por <i>Edwardsiella ictaluri</i>	Portaria MPA nº 19/2015	Bagres. Ex.: bagre do canal (<i>Ictalurus punctatus</i>), bagre azul (<i>Ictalurus furcatus</i>), peixe-panga (<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>) Salmonídeos (ordem <i>Salmonidae</i>). Ex.: trutas e salmões
Septicemia hemorrágica viral (VHS)	OIE, Portaria MPA nº 19/2015	Salmonídeos (família <i>Salmonidae</i>). Ex.: trutas e salmões Lúcios, arenques, bacalhaus, merluzas, solhas (linguados), percas, Alguns ciprinídeos (família <i>Cyprinidae</i>). Ex.: peixe-japones ou kinguio (<i>Carassius auratus</i>) e peixe-zebra (<i>Danio rerio</i>)

Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação

Doenças de notificação obrigatória em peixes

Doença	Referência para obrigatoriedade de notificação	Exemplos de animais suscetíveis
Síndrome ulcerante epizoótica (EUS) - Infecção por <i>Aphanomyces invadans</i>	OIE, Portaria MPA nº 19/2015	Tilápias e seus híbridos (<i>Oreochromis spp.</i> , <i>Tilapia spp.</i> , <i>Sarotherodon spp.</i>), com exceção da tilápia-do-Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), que é considerada resistente Truta-arco-íris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Peixes mugilídeos (família <i>Mugilidae</i>). Ex.: tainha (<i>Mugil spp.</i> ; <i>Liza spp.</i>) Peixe-japonês ou kinguio (<i>Carassius auratus</i>) Colisa lalia ou Gourami-anão (<i>Trichogaster lalius</i>) Várias espécies de peixes de aquicultura e pesca para alimentação ou ornamentação A carpa-comum (<i>Cyprinus carpio</i>) é considerada resistente
Tilápia Lake Vírus (TiLV)	Doença emergente Art. 93, §3º da IN nº 4/2015	Tilápias e seus híbridos (<i>Oreochromis spp.</i> , <i>Tilapia spp.</i> , <i>Sarotherodon spp.</i>)
Viremia primaveril da carpa (SVC)	OIE, Portaria MPA nº 19/2015	Ciprinídeos (família <i>Cyprinidae</i>). Ex.: carpa-comum (<i>Cyprinus carpio</i>), peixe-japonês ou kinguio (<i>Carassius auratus</i>)
Virus da Necrose Infecciosa do Baço e Rim (ISKNV)	Doença emergente	Tilápias, ciclídeos, poecilídeos, gouramis de água doce e alguns eurálios estuarinos, principalmente da Ordem Perciformes e Pleuronectiformes

Avaliação da qualidade da água e manejo sanitário em piscicultura

Qualidade de água

- Descrição
- Avaliação
- Demonstração

Manejo sanitário

- Determinação da condição sanitária do sistema produtivo/criação
- Monitoramento da mortalidade e limiar para intervenção
- Tratamentos terapêuticos
- Profilaxia
- Limpeza e desinfecção de equipamentos, estruturas e tanques
- Introdução de animais no sistema produtivo (quarentena e avaliação sanitária)
- Programas de biosseguridade

Monitoramento da mortalidade e limiar para intervenção

- ◎ Quando a mortalidade ultrapassar o número normal, que depende da espécie, fase de criação e tipo de cultivo.

EX: cultivo intensivo em tanques-rede, a margem de mortalidade normal deve ser maior se comparada à que ocorre em viveiros

- ◎ Quando observado comportamento ou aspectos anormais dos peixes.

- ◎ Deve-se iniciar imediatamente o tratamento.

- ◎ Quanto mais tarde a doença for diagnosticada, maior será o prejuízo.



Monitoramento da mortalidade e limiar para intervenção

- ⌚ Eliminar animais mortos, observando diariamente a criação, pois estes podem constituir o foco de proliferação e disseminação de patógenos.
- ⌚ Evitar transporte e manejo de animais em épocas frias, especialmente pacu, tambacu, tambaqui, piauçu e matrinxã.
- ⌚ Conscientização do pessoal que trabalha na criação e acompanhamento da saúde dos animais têm sido primordiais para o sucesso do empreendimento e aumento na produção.



**Se tiver que tratar o que devemos
observar ?
Como devemos realizar?**

Avaliação da qualidade da água e manejo sanitário em piscicultura

Qualidade de água

- Descrição
- Avaliação
- Demonstração

Manejo sanitário

- Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação
- Monitoramento da mortalidade e limiar para intervenção
- Tratamentos terapêuticos
- Profilaxia
- Limpeza e desinfecção de equipamentos, estruturas e tanques
- Introdução de animais no sistema produtivo (quarentena e avaliação sanitária)
- Programas de biosseguridade

Tratamentos terapêuticos

O tratamento de peixes doentes (infestação/infecção) deve ser realizado somente se estritamente necessário, uma vez que qualquer tipo de intervenção profilática ou terapêutica pode ocasionar estresse, o qual pode agravar ainda mais o estado de saúde desses animais, que muitas vezes podem estar bastante debilitados pela ação dos agentes etiológicos.

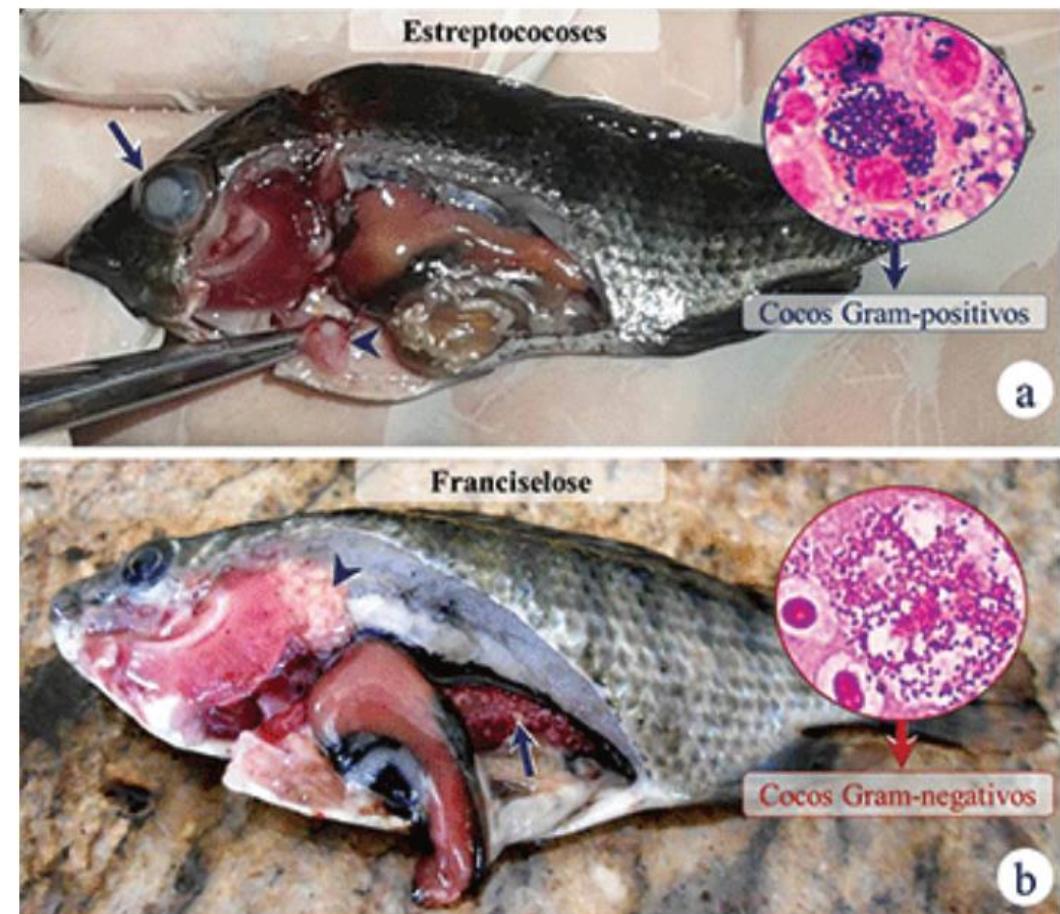
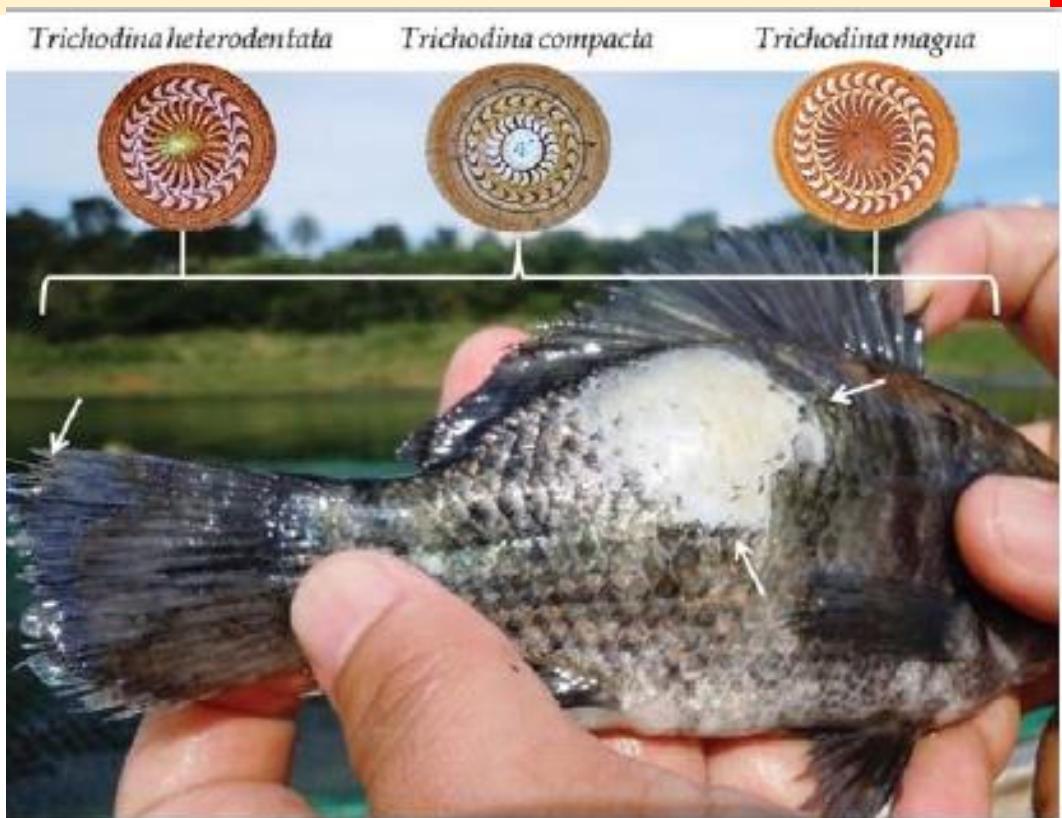


Figura 8. Tilápia do Nilo exibindo corrosão de nadadeiras, despigmentação da pele, erda de escamas e ulceração não hemorrágica sobre a pele associadas a altos níveis de infestação por *T. compacta*, *T. magna* e *T. heterodentata*

Tratamentos terapêuticos

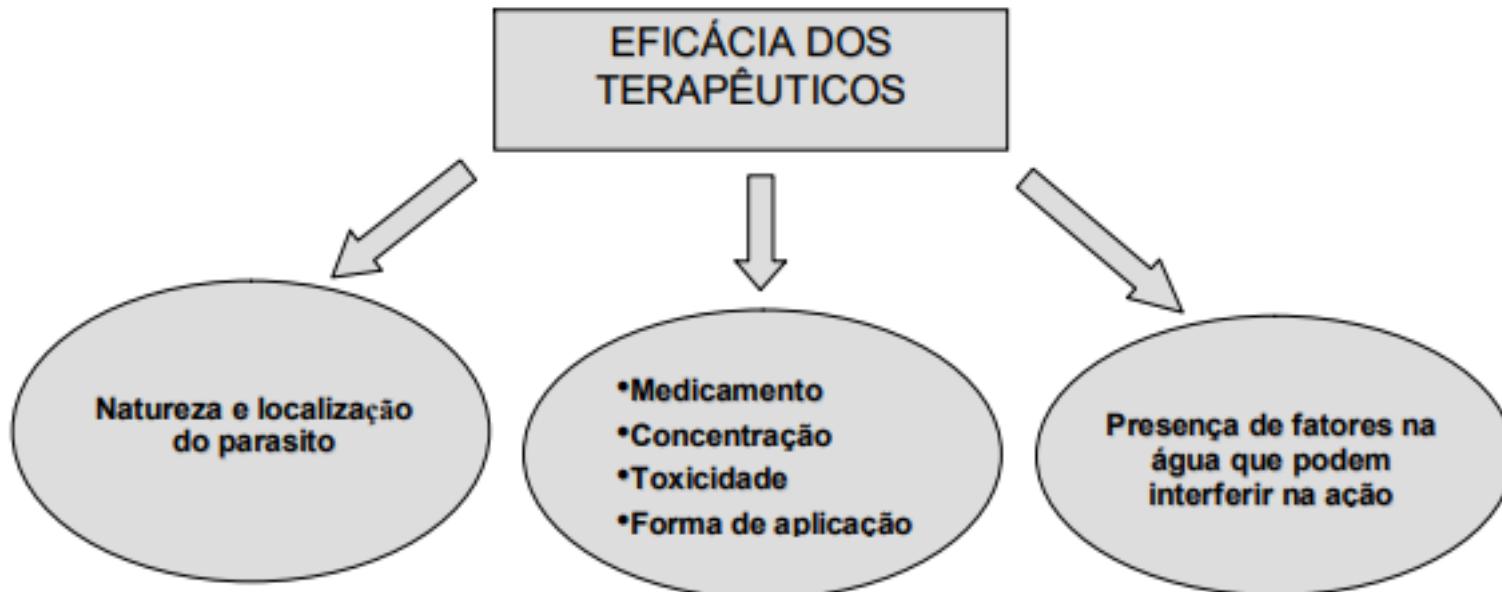


Figura 1. Importantes fatores a ser analisados antes do uso para controle e tratamentos parasitário em peixes na piscicultura.

Tratamentos terapêuticos

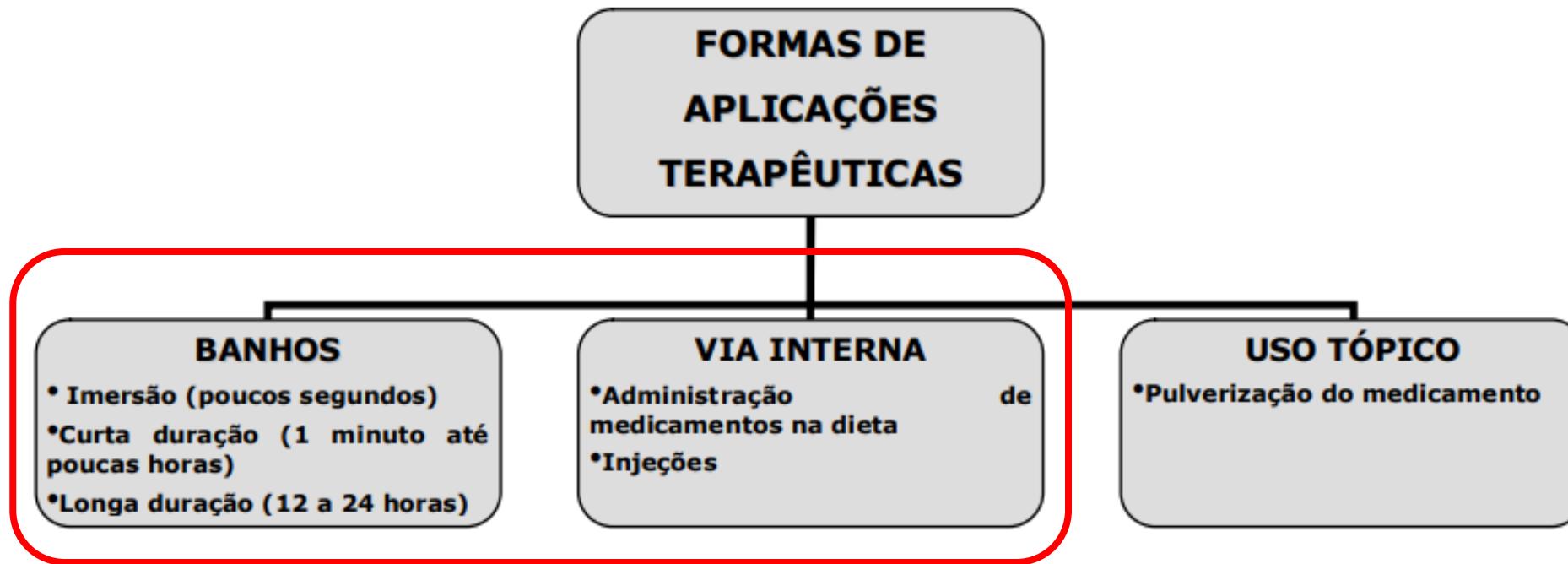


Figura 2. As diferentes formas de aplicação das substâncias terapêuticas em peixes.

Tratamentos terapêuticos

Tratamentos convencionais utilizados na criação de peixes empregam diversos produtos químicos



Potenciais poluentes do ambiente aquático



BOYD & MASSAUT 1999; MARTINS, 2004;
COIMBRA et al., 2006; FIGUEIREDO & LEAL, 2008; PAVANELLI et al., 2008; CHAKRABORTY & HANCZ, 2013

Tratamentos terapêuticos

Tabela 1. Antibióticos proibidos para uso em animais destinados ao consumo humano

Antibiótico	País	Razão
Espectinomicina	Estados Unidos	Desenvolve resistência bacteriana
Enrofloxacina	Estados Unidos	Desenvolve resistência bacteriana (quinolona)
Cloranfenicol	Argentina, Canadá, União Europeia, Japão, Estados Unidos, Brasil	Induz anemia aplástica em humanos
Rifampicina	Sem registro nos Estados Unidos ou Canadá para uso em animais	Tumorigenicidade e teratogenicidade em animais experimentais

Fonte: Adaptado de FAO (2005).

- Florfenicol é um anfenicol
- Oxitetraciclina é uma Tetraciclina

Tabela 3. Antibióticos usados na aquicultura em alguns países

País	Antibiótico	Indicação
Reino Unido	Oxitetraciclina, ácido oxolínico, amoxicilina, cotrimazina (trimetoprima-sulfadiazina)	Não mencionada
Noruega	Benzilpenicilina + diidroestreptomicina, florfenicol, flumequina, ácido oxolínico, oxitetraciclina, cotrimazina	Não mencionada
Estados Unidos (aprovados pelo FDA)	Sulfadimetoxina e ormetoprima	Controle de furunculose (<i>Aeromonas salmonicida</i>) em salmonídeos. Controle de septicemia entérica (<i>Edwadsielilla ictaluri</i>) em peixe-gato
Estados Unidos (aprovados pelo FDA)	Oxitetraciclina	Controle de furunculoses, septicemia hemorrágica bacterial e <i>Pseudomonas</i> em salmonídeos
México	Enrofloxacina, oxitetraciclina	Controle de septicemia hemorrágica bacteriana em peixe-gato
Brasil	Oxitetraciclina, florfenicol	Não mencionada

Fonte: Adaptado de FAO (2005).

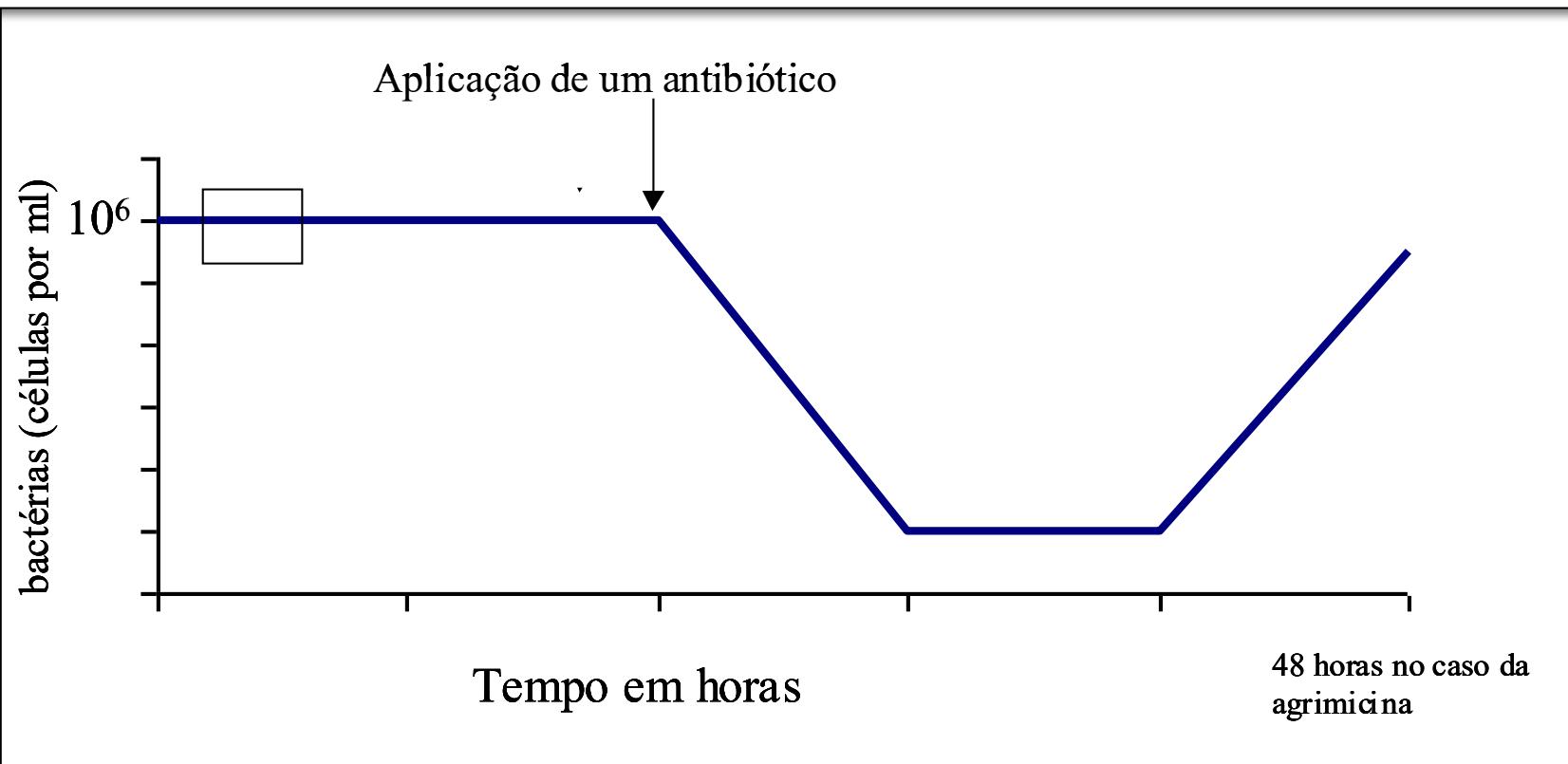
Tratamentos terapêuticos

Tabela 12. Limites Máximos de Resíduos (LMRs) estabelecidos para antimicrobianos em músculo de peixe pelo MAPA através do **Programa Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes em Pescado** (PNCRC) de pescado e os LMRs estabelecidos por outros órgãos internacionais

Classe	Analito	BRASIL (2015) ($\mu\text{g}.\text{kg}^{-1}$)	CODEX (2014) ($\mu\text{g}.\text{kg}^{-1}$)	EC (2010a) ($\mu\text{g}.\text{kg}^{-1}$)
Macrolídeos	Eritromicina	-	-	200
	Lincomicina	-	-	100
	Tilmicosina	-	-	50
	Tilosina	-	-	100
Anfenicóis	Cloranfenicol	0,30	-	Proibido
	Tianfenicol	50	-	50
	Florfenicol	1000	-	1000 (peixe de barbatana)
Tetraciclinas	Oxitetraciclina (a)	Soma igual a	Soma igual a	100
	Oxitetraciclina	200	200	100
	Tetraciclina (a)			-
Outros	Colistina	-	-	150
	Trimetopríma	-	-	50

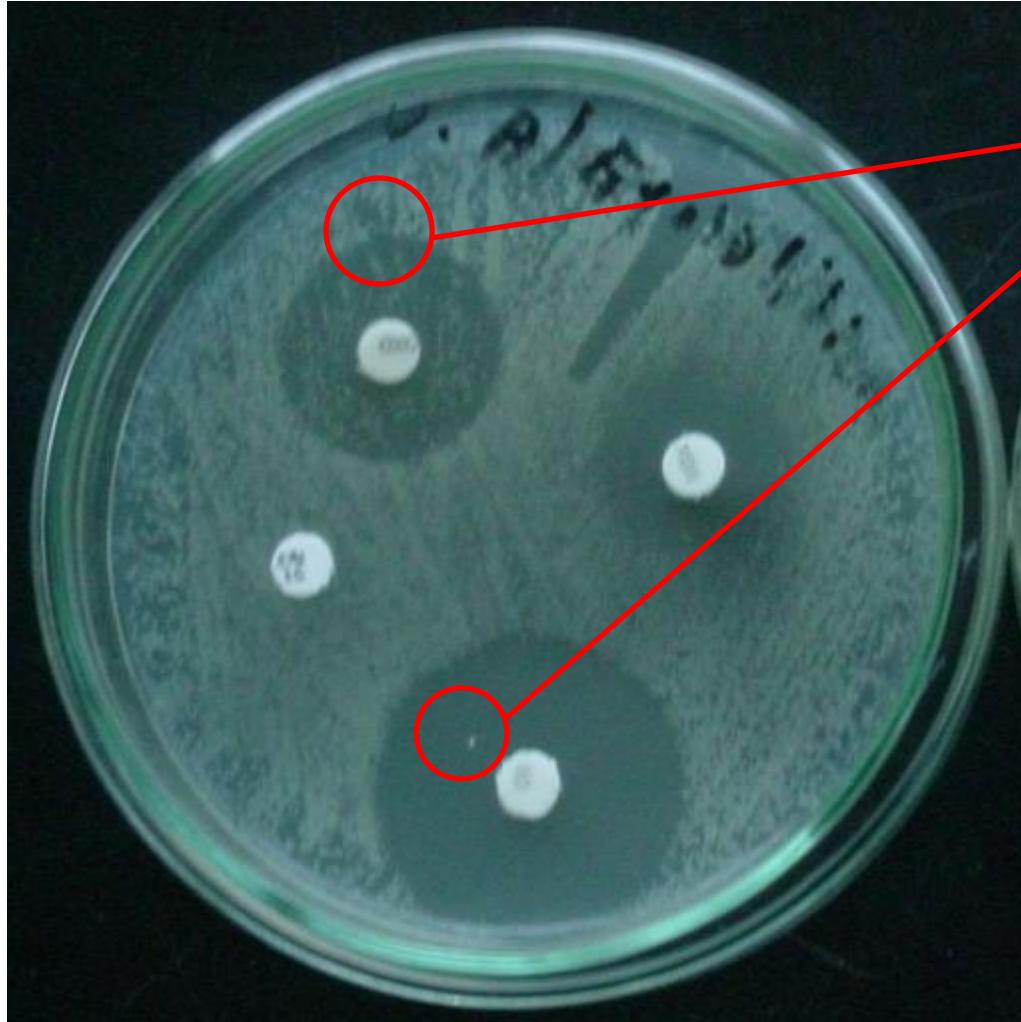
Legenda: '-': não mencionado.

Tratamentos terapêuticos



Antibiótico x Bactérias

Tratamentos terapêuticos



Resistência Bacteriana

Tratamentos terapêuticos

Bactérias

Tabela 2. Alguns antibióticos indicados para controle e tratamento de diferentes espécies de bacterioses em peixes.

Bactérias	Dose e Produto	Tratamento	Referências
<i>F. columnaris</i>	80 mg/Kg oxitetraciclina	Adicionado à ração	Thomas-Jinu & Goodwin (2004)
<i>F. columnaris</i>	200 mg/L H ₂ O ₂	Banho: 60 min	Spearse & Arsenault (1997)
<i>T. maritimum</i>	240 mg/L H ₂ O ₂	Incubação <i>in vitro</i> : 24 horas	Avendaño-Herrera et al. (2006)
<i>E. tarda</i>	80 mg/Kg oxitetraciclina	Ração	Alexandrino et al. (1998/ 1999)
<i>A. hydrophila</i>	1 mg/L cloranfenicol+4 mg/L de NaCl	Banhos	Andrade et al. (2006)
<i>A. hydrophila</i>	4 mg/L cloranfenicol+4 mg/L NaCl	Banho	Andrade et al. (2006)

Tratamentos terapêuticos

Fungos

Tabela 3. Produtos químicos indicados para tratamento de fungos em diferentes de peixes de água doce.

Hospedeiros	Dose e Produto	Tratamento	Referências
<i>Catla catla</i> , <i>Labeo rohita</i> e <i>Cirrhinus mrigala</i>	100 mg/L KMnO ₄	Banho: 5 min	Singhal et al.(1986)
<i>Catla catla</i> , <i>Labeo rohita</i> e <i>Cirrhinus mrigala</i>	30 mg/L NaCl	Banho: 2 min	Singhal et al.(1986)
<i>Catla catla</i> , <i>Labeo rohita</i> e <i>Cirrhinus mrigala</i>	20 mg/L CuSO ₄	Banho: 2 min	Singhal et al.(1986)
<i>Ictalurus punctatus</i>	25 mg/L formol	Na água	Li et al.(1996)
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	100 mg/L formol	Banho: 4 h	Gieker et al.(2006)

Tratamentos terapêuticos

Para diferentes agentes etiológicos

Tabela 1. Principais produtos usados na aquicultura para tratamento de patógenos em peixes de água doce e fatores que podem limitar sua aplicação em tanques/viveiros.

Substâncias	Principais patógenos	Fatores limitantes do uso
Cloreto de Sódio (NaCl) ou sal	<i>I. multifiliis</i> , <i>Trichodina</i> , <i>P. pillulare</i> , <i>Chilodonella</i> , <i>Argulus</i> , <i>Dolops</i> , fungos, Monogenea, Ergasilídeos, <i>Lernaea</i> , <i>Ichthyobodo necator</i> , <i>Flavobacterium</i>	Não há fatores conhecidos que impossibilitam o uso.
Permanganato de Potássio (KMnO ₄)	Monogenea, <i>Trichodina</i> , <i>Argulus</i> , <i>Dolops</i> , <i>Chilodonella</i> , <i>Ichthyobodo necator</i> , bactérias gram negativas	Não deve ser usado em água com pH<5,0 e com excesso de matéria orgânica; reduz fitoplâncton; concentrações terapêuticas podem ser tóxicas para algumas espécies.
Sulfato de Cobre (CuSO ₄)	Monogenea, <i>Trichodina</i> , <i>P. pillulare</i> , <i>I. multifiliis</i> , <i>Chilodonella</i> , bactérias, fungos	Alcalinidade <50 mg/L de CaCO ₃ aumenta toxicidade; alcalinidade > 250 mg/L de CaCO ₃ o produto é não efetivo; deixa resíduo de cobre nos tecidos por \geq 25-30 dias
Sulfamerazina	Antibiótico para bactérias do gênero <i>Pseudomonas</i>	Pode ser tóxica quando administrada na dieta em concentração >220 mg/kg de peso corporal
Tetraciclina	Antibiótico para bactérias do gênero <i>Aeromonas</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Edwardsiella</i>	
Cloramina-T	Monogenea, bactérias de pele e brânquias	Dose alta pode ser tóxica para algumas espécies. Dose usada depende do pH e dureza da água.
Formalina	Monogeneas, <i>I. multifiliis</i> , <i>P. pillulare</i> , <i>Trichodina</i> , <i>Chilodonella</i> , <i>Ichthyobodo necator</i> , <i>Argulus</i> , <i>Dolops</i> , fungos	Toxicidade aumenta em temperatura >22°C.
Peróxido de Hidrogênio (H ₂ O ₂)	Monogenea, fungos, bactérias	Toxicidade aumenta em temperatura elevada e concentrações terapêuticas podem ser estressantes para algumas espécies.
Ácido acético Diflubenzuron Praziquantel Levamisol Albendazol Mebendazol	Monogenea, <i>Trichodina</i> , <i>Chilodonella</i> , <i>Lernaea</i> , <i>Argulus</i> , <i>Dolops</i> Monogenea, Cestoda, Digenea Monogenea Monogenea Monogenea Monogenea	Não há fatores conhecidos que impossibilitam o uso.

Tratamentos terapêuticos

O que levar em consideração ao Tratar?

Custo/benefício

Nível de infecção

Nível de estresse

Qualidade do ambiente

Prazo de carência

Tratamentos
terapêuticos

Melhor Método de
tratamento é a
PREVENÇÃO

Avaliação da qualidade da água e manejo sanitário em piscicultura

Qualidade de água

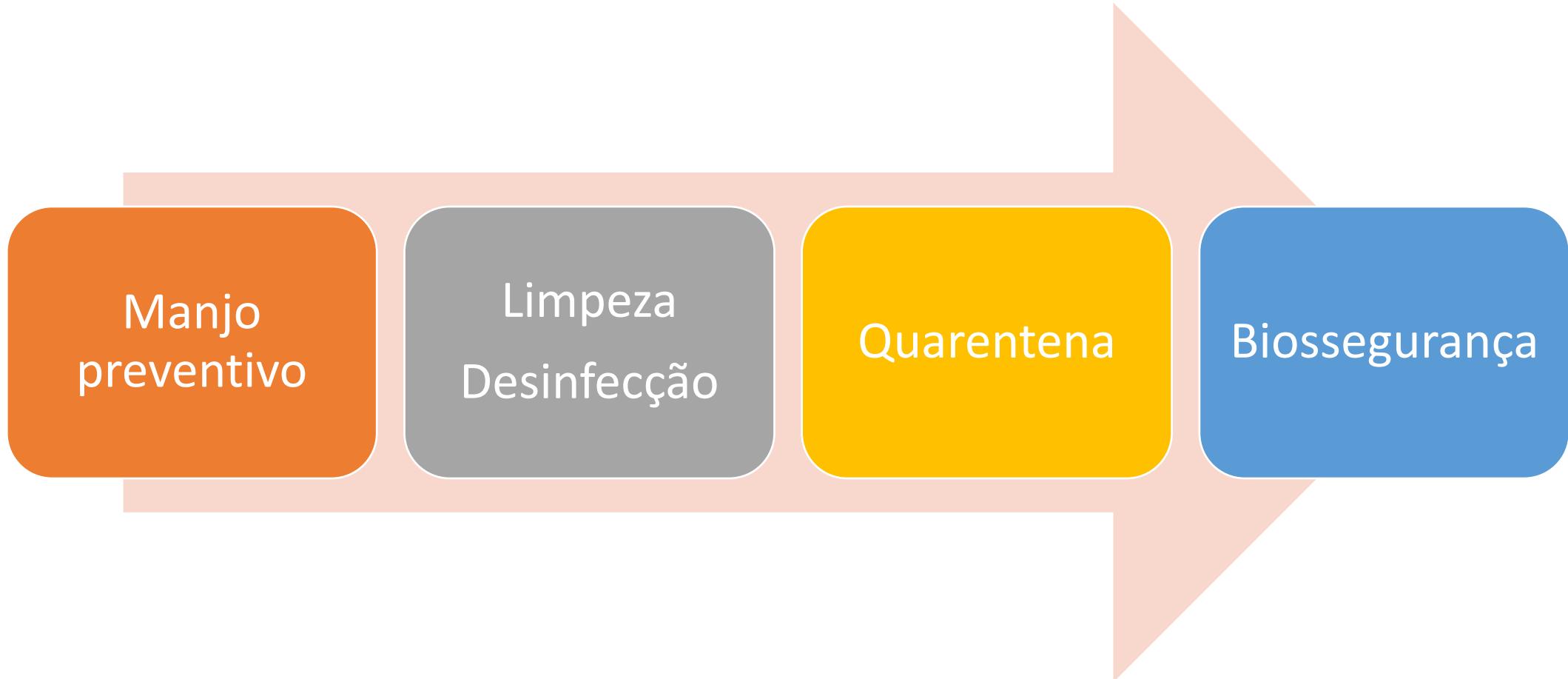
- Descrição
- Avaliação
- Demonstração

Manejo sanitário

- Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação
- Monitoramento da mortalidade e limiar para intervenção
- Tratamentos terapêuticos
- Profilaxia
- Limpeza e desinfecção de equipamentos, estruturas e tanques
- Introdução de animais no sistema produtivo (quarentena e avaliação sanitária)
- Programas de biosseguridade

Profilaxia

- Como medidas preventivas para a preservação da saúde da população.
- Utilização de procedimentos e recursos para prevenir e evitar doenças, como, p.ex., medidas de higiene, cuidado com a alimentação, vacinação etc.



Profilaxia

Manjo preventivo

- Uso de aditivos alimentares;
- Manejo pré-inverno;
- Manejo pré-classificação;
- Acompanhamento do crescimento e CA;
- Monitoramento da QA.

Prebióticos

Probióticos

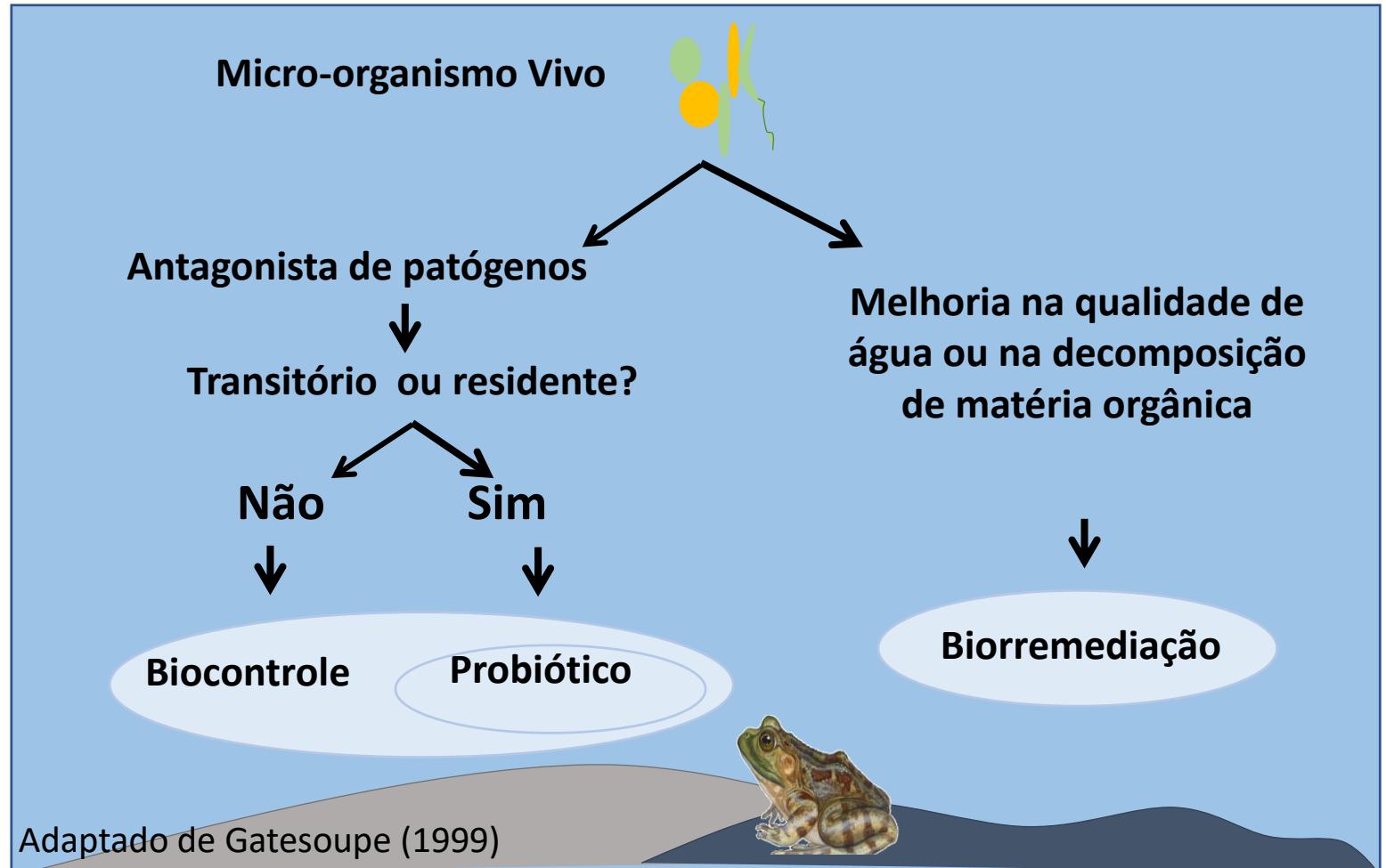
Vitaminas

Ácidos Orgânicos

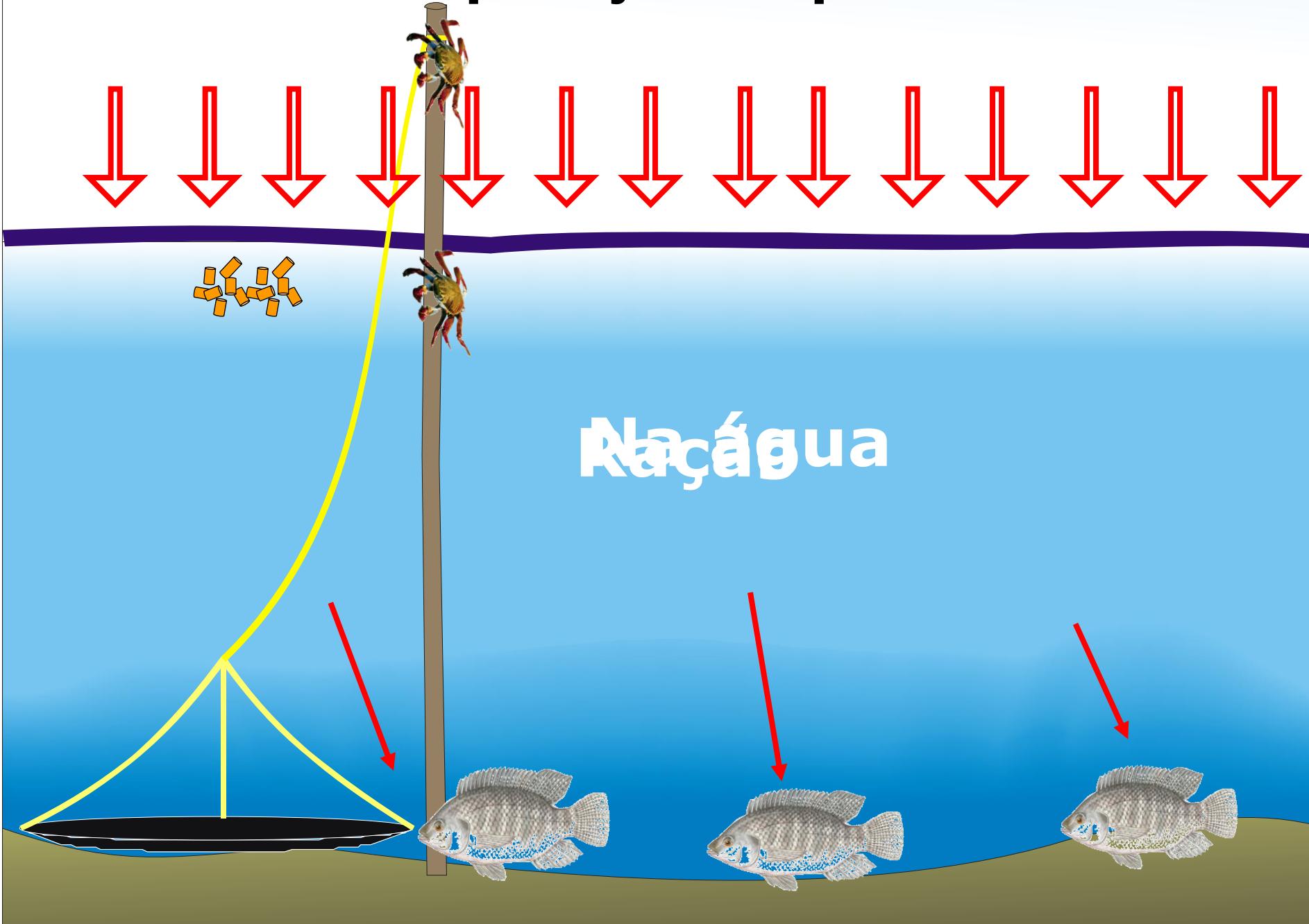
Vacinações/
Fitoterápicos

Probióticos

Profilaxia



Vias de aplicação do probióticos



Profilaxia



Profilaxia

Vacinações/
Fitoterápicos



Profilaxia

COMPARATIVO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS VACINAS E DOS IMUNOESTIMULANTES

Vacinações/ Fitoterápicos

VACINAS	IMUNOESTIMULANTES
<ul style="list-style-type: none">• Promovem profilaxia de longa duração, com um ou duas doses.• Eficácia excelente.• Não há efeitos tóxicos residuais.• Sem impacto ambiental.• Estimulam as respostas imunes específica e não específica• Procedimento de vacinação é trabalhoso.• Custo elevado.	<p>X</p> <ul style="list-style-type: none">• Promovem profilaxia de curta duração, com necessidade de doses constantes.• Eficácia adequada.• Não há efeitos tóxicos residuais.• Sem impacto ambiental.• Estimulam, principalmente, a resposta imune não específica em formas jovens.• Procedimento de imunoestimulação não é trabalhoso.• Custo relativo baixo.

Profilaxia

Fitoterápicos

Antes do inverno suplementar com vitamina C (300-500 mg/Kg de ração) e/ou vitamina E (100-450 mg/kg de ração).

Vitaminas

1,5 a 2,0 g de alho/kg de ração reduz entre 88 e 95% monogenéticos

Limpeza
Desinfecção

Sempre que receber animais adicionar 100 g de sal/m³

A dose que cura em um viveiro pode matar em outro

Avaliação da qualidade da água e manejo sanitário em piscicultura

Qualidade de água

- Descrição
- Avaliação
- Demonstração

Manejo sanitário

- Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação
- Monitoramento da mortalidade e limiar para intervenção
- Tratamentos terapêuticos
- Profilaxia
- Limpeza e desinfecção de equipamentos, estruturas e tanques
- Introdução de animais no sistema produtivo (quarentena e avaliação sanitária)
- Programas de biosseguridade

Limpeza e desinfecção de equipamentos, estruturas e tanques

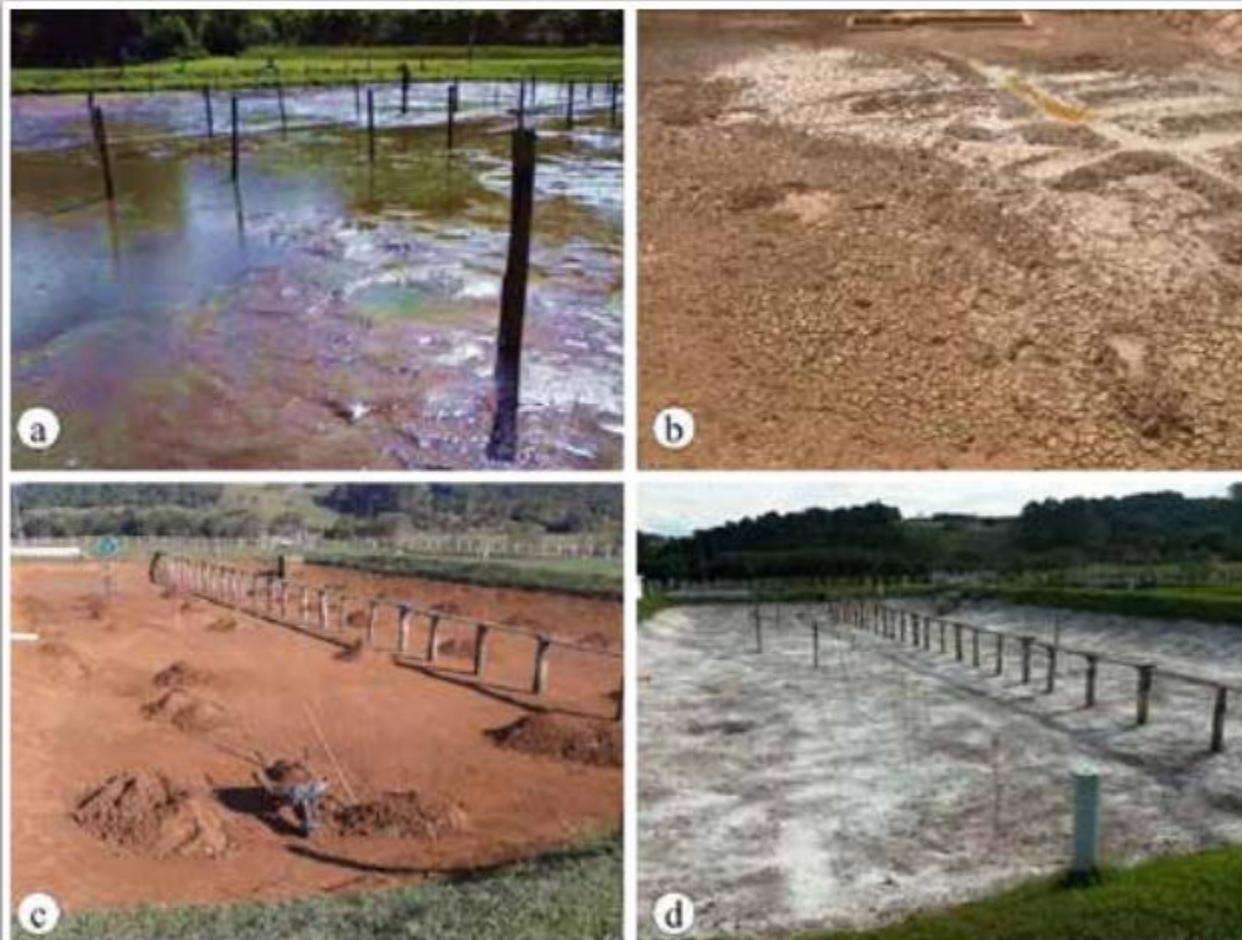
Existem dois sistemas de desinfecção, por processo químico ou por processo físico. A desinfecção química é obtida utilizando-se produtos químicos minerais, sintéticos ou naturais, enquanto que a desinfecção física é procedida pelo calor e pela radiação solar.

AGENTES FÍSICOS	AGENTES QUÍMICOS
<p>Exemplos: radiação solar, calor (vapor, ebulição), lâmpadas ultravioletas (UV).</p> <p>PRÓS: geralmente de baixo custo (exceto a luz ultravioleta, que tem custo elevado), não deixam resíduos, não prejudicam o meio ambiente.</p> <p>CONTRAS: a ação é superficial e, geralmente, lenta, não pode ser aplicadas em qualquer material ou superfície.</p>	<p>Exemplos: agentes oxidantes (ozônio, iodo, peróxidos), modificadores de pH (cal, ácidos), formol, clorexidina, amônia etc.</p> <p>PRÓS: atuam relativamente rápido e tem maior penetração, são efetivos contra uma gama maior de microrganismos, maior variedade de aplicação.</p> <p>CONTRAS: geralmente, deixam resíduos, a maioria não é eficaz em presença de matéria orgânica, muitos são tóxicos para animais aquáticos e para o meio ambiente.</p>

Limpeza e desinfecção de equipamentos, estruturas e tanques

- Assepsia dos tanques e viveiros uma vez ao ano com o equivalente a 200 g de cal virgem por metro quadrado, aplicada no fundo e parede úmidos e deixando secar por 10 dias sob Sol, no caso de tanques de terra.
- Em tanques de cimento pode ser utilizado formalina, na proporção de 100 mL para 5 L de água.

Figura 2. Processo de secagem, limpeza e desinfecção de viveiros escavados destinados para matrizes e reprodutores de tilápia. Inicialmente é feita a drenagem do viveiro (a), sendo necessário deixar alguns dias a sol para que ocorra a secagem do sedimento (b), para que em seguida seja feita a raspagem (c) e calagem com cal hidratada (d). Fotos (a) e (b) são da AguaVale Piscicultura, Igrapiúna-BA e fotos (c) e (d) são da New Fish Alevinos, Alterosa-MG



Avaliação da qualidade da água e manejo sanitário em piscicultura

Qualidade de água

- Descrição
- Avaliação
- Demonstração

Manejo sanitário

- Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação
- Monitoramento da mortalidade e limiar para intervenção
- Tratamentos terapêuticos
- Profilaxia
- Limpeza e desinfecção de equipamentos, estruturas e tanques
- Introdução de animais no sistema produtivo (quarentena e avaliação sanitária)
- Programas de biosseguridade

Introdução de animais no sistema produtivo (quarentena e avaliação sanitária)

Recebimento do animais

- Os animais devem passar por um período de aclimatação as condições ambientais da fazenda.
- Serem submetidos à quarentena em tanque isolado dos demais, para acompanhamento e análise periódica a fim de verificar o número e o tipo de parasitos contidos no lote. Neste caso, pode ser feito tratamento específico para a parasitose que ainda não evoluiu.

Deve adicionar, no **mesmo dia** ou no **máximo no dia** seguinte, o equivalente a **40 kg de cloreto de sódio (sal não iodado) para cada 1000 m³** de água, devendo estar bem diluído em água antes de ser espalhado sobre a água do viveiro ou tanque.

Isto deve ser feito mesmo que os animais tenham sido transportados com sal.

Introdução de animais no sistema produtivo (quarentena e avaliação sanitária)

Para a
quarentena

- Tanques de concreto, geomembrana, vibra de vidro ou similares, sendo impraticável em viveiros escavados com fundo em terra;
- Abastecimento com água limpa, que permita a visualização dos peixes, bem como em quantidade adequada para renovação em poucos minutos;
- Aeração artificial para suportar grandes quantidades de peixes em ambiente reduzido;
- Sistema de bombeamento, para promover trocas de água/reposição de forma ágil.

Introdução de animais no sistema produtivo (quarentena e avaliação sanitária)

Figura 1. Estrutura adaptada para quarentenários na New Fish Alevinos, Alterosa-MG (a-b) e na AAT International, Paulo Afonso-BA (c)



Avaliação da qualidade da água e manejo sanitário em piscicultura

Qualidade de água

- Descrição
- Avaliação
- Demonstração

Manejo sanitário

- Determinação da condição sanitária do sistema produtivo criação
- Monitoramento da mortalidade e limiar para intervenção
- Tratamentos terapêuticos
- Profilaxia
- Limpeza e desinfecção de equipamentos, estruturas e tanques
- Introdução de animais no sistema produtivo (quarentena e avaliação sanitária)
- Programas de biosseguridade

Programas de biosseguridade

O termo **BIOSSEGURIDADE** pode ser definido como um **conjunto de ações** que devem ser adotadas na propriedade para **prevenir, controlar, reduzir ou eliminar riscos** inerentes às **atividades** que possam comprometer a saúde humana, animal e o meio ambiente.

O QUE O PRODUTOR PRECISA PARA GARANTIR A BIOSSEGURIDADE DO CULTIVO?

• *Conhecer as doenças que podem afetar seus animais (saber quais são os sinais de que a doença pode estar presente, quais são os hospedeiros e os fatores que favorecem o seu aparecimento).*

• *Saber como confirmar a presença da doença na propriedade (se é preciso realizar coletas e envio de amostras para laboratório, se é preciso acionar órgãos de defesa sanitária animal, se é preciso contratar um técnico para auxiliar no diagnóstico).*

• *Manter a equipe de funcionários treinada para reconhecer sinais de doenças e como proceder em casos de surtos.*

Um sistema de biosseguridade é eficiente quando o produtor conhece o "inimigo" (no caso, as doenças que podem afetar os animais aquáticos sob cultivo) além de conhecer a si mesmo (quais são os "pontos fracos" da propriedade, que podem ser utilizados pelos patógenos para causar doenças).

Programas de biosseguridade

Outra questão importante a ser considerada com relação à BIOSSEGURIDADE é a utilização de sistemas de policultivo

EXEMPLOS DE POLICULTIVOS



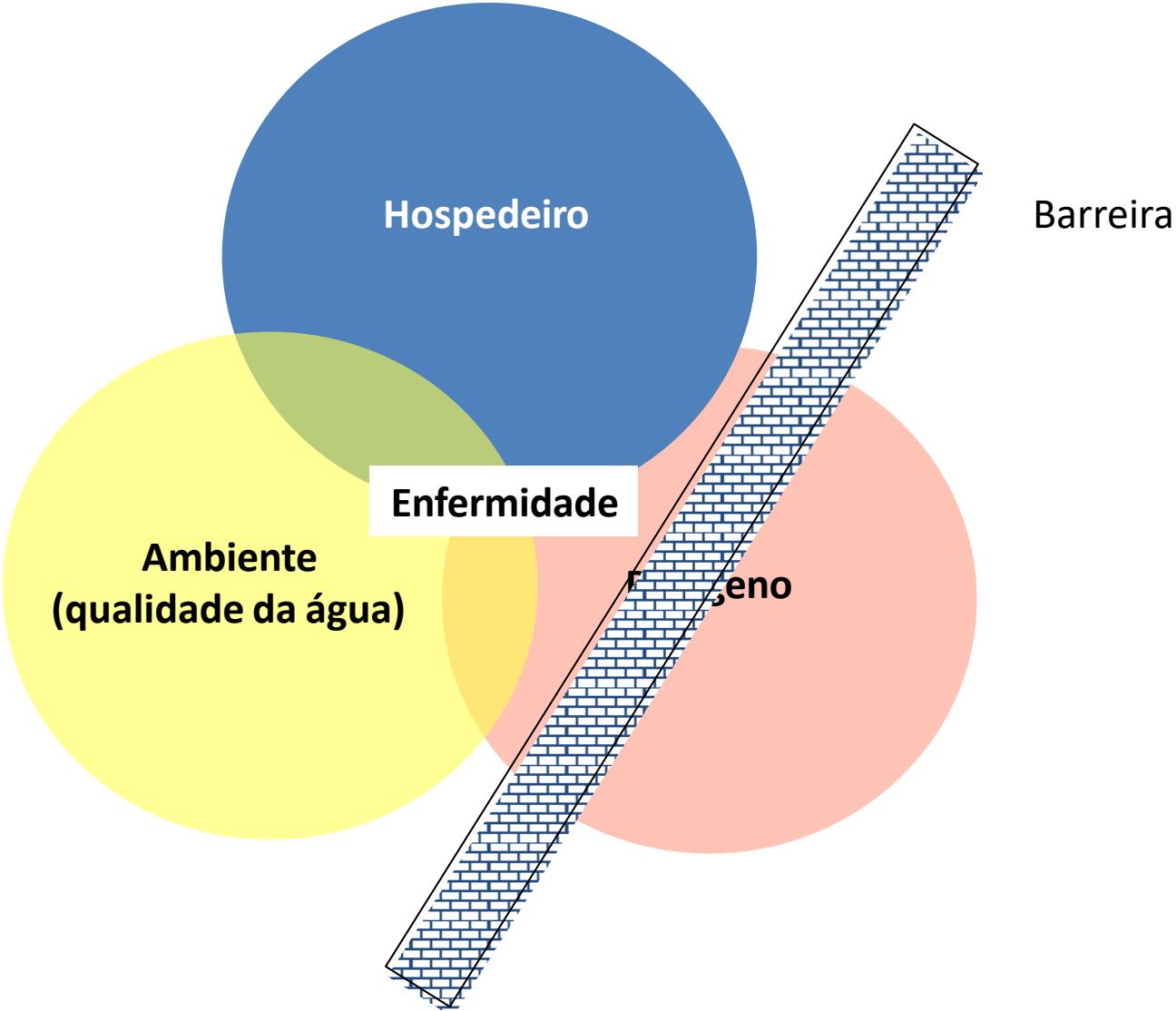
- a) redução da contaminação dos efluentes;
- b) aumento de eficiência no cultivo;
- c) aumento de rentabilidade;
- d) redução de custos com ração, entre

Programas de biosseguridade

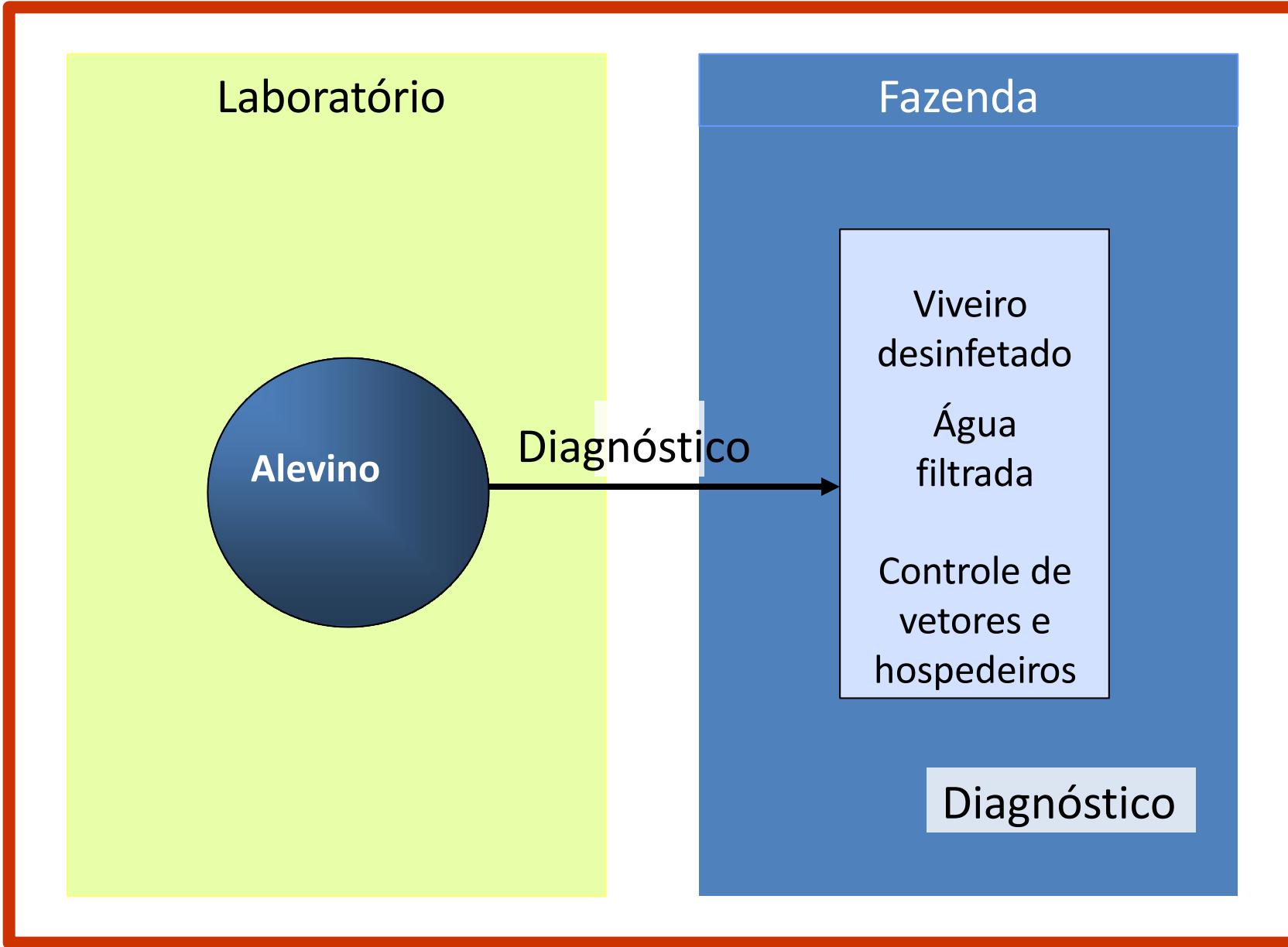
DICAS DE BIOSSEGURIDADE

- Para garantir a qualidade sanitária do pescado, é fundamental que a propriedade adote boas práticas de manejo, mantendo um bom nível de higiene das instalações e dos equipamentos.
- Em sistemas de integração entre cultivos terrestres e aquáticos, o uso da compostagem é uma medida interessante para controle da contaminação dos resíduos biológicos.
- Independentemente do sistema a ser adotado, a qualidade microbiológica da água deve ser monitorada para que o nível de bactérias se mantenha abaixo da concentração crítica (concentração a partir da qual podem ocorrer infecções de órgãos e tecidos nos animais aquáticos); a concentração crítica varia de acordo com a espécie de animal aquático cultivada (ex., 1,0 a 5,0 x10⁴ UFC/ml para a carpa comum).
- A depuração somente é eficaz quando o pescado é cultivado em águas com quantidades de microrganismos abaixo da concentração crítica.
- O abate de animais aquáticos deve ser sempre realizado em estabelecimentos com inspeção oficial, seja ela federal, estadual, seja municipal, o que garante que os procedimentos de beneficiamento do pescado ocorram de forma higiênica.

Programas de biosseguridade



BARREIRAS DE BIOSSEGURANÇA



Barreiras

Para evitar e controlar a presença de microorganismos patôgenos se devem tomar uma série de medidas

1. Barreiras externas: impedem a entrada e disseminação das enfermidades dentro da fazenda.

A fonte de água deve estar sempre livre de qualquer microrganismos patogênico.

Proibir a entrada de outros animais procedentes de outras fazendas.

Restrição de movimento de animais vivos dentro da mesma empresa.

Restrição de visitas.

Restrição do acesso à granja.

Estritas medidas sanitárias para todas as pessoas que entram na granja:

Uso de roupa de trabalho da própria granja.

Pedilúvios. Limpeza e desinfecção de manos.

Programa de controle de pragas e vetores.



Pedilúvio







Controle de pragas

OS ESTABELECIMENTOS DE AQUICULTURA DEVERÃO ADOTAR MEDIDAS NA TENTATIVA DE CONTROLAR VETORES, PRAGAS, ROEDORES, ANIMAIS DOMÉSTICOS E SELVAGENS DE MODO A PRESERVAR A BIOSSEGURIDADE DO ESTABELECIMENTO

Quanto maior o controle do sistema de produção, mais fácil será impedir a entrada de vetores, pragas e animais nocivos.

VTORES: animais que são capazes de transmitir uma doença, de maneira ativa ou passiva, contaminando os animais aquáticos sob cultivo e comprometendo a produção. Exemplos:

- **Animais domésticos:** cães, gatos, bovinos, ovinos e caprinos
- **Animais silvestres:** capivaras, aves, lontras, siris, caranguejos e anfíbios
- **Alimentos vivos:** cistos de artêmia, entre outros.

Alguns alimentos que podem ser fornecidos para arraçoamento dos animais aquáticos podem carrear microrganismos patogênicos (bactérias, vírus, protozoários, parasitas em geral, fungos etc.) e transmitir doenças.



Controle de vetores

Filtração da água com telas de 250 micras



Fonte: Cristina Sánchez

2. Barreiras internas: impedem a difusão das doenças dentro da fazenda.

O principal objetivo é manter as medidas de qualidade sanitária em cada um dos pontos críticos, estabelecendo uma segunda barreira frente à entrada de microorganismos patogênicos.

Definir os pontos críticos para cada fazenda.

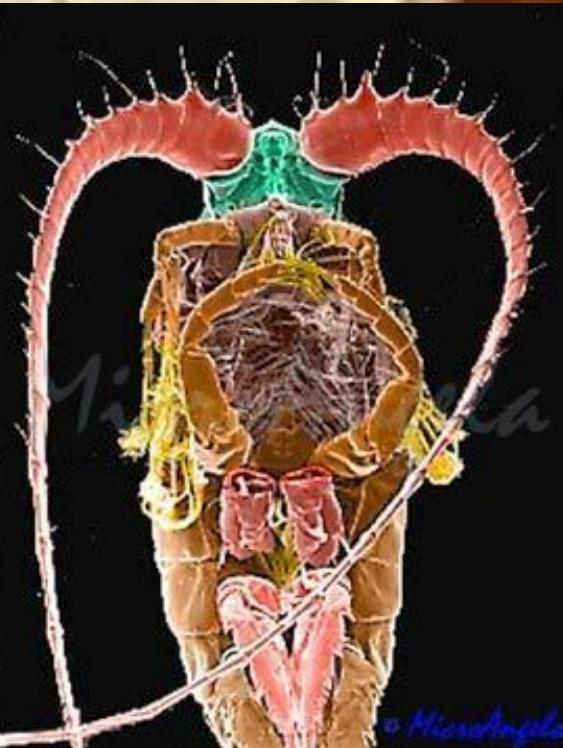
Definir as medidas sanitárias em cada ponto (limpeza e desinfecção, controle de vetores).

Definir as medidas sanitárias quando se realizem movimentos entre diferentes áreas.

Restrição de movimentos de ferramentas e animais vivos.

Pontos críticos	Aplicação	Freqüência
Veículos	Balsa de desinfecção	Ao chegar
Pessoal	Pedilúvios e roupa especial	Ao entrar a um setor
Equipos	Imersão em NaOCl	Depois do uso diário
Viveiros	Aplicar CaO, Ca(OH) ₂	Quando vazios

Controle de vetores e hospedeiros intermediários



Nematodo *Contracaecum*



Aves?





Aquapesca (Moçambique)











Funcionam as medidas de biossegurança em aquicultura?

- ✿ Depende do sistema de cultivo
- ✿ Tamanho e complexidade das unidades de cultivo
- ✿ Capacitação de gerentes, pessoal técnico e operários
- ✿ Envolvimento do pessoal
- ✿ Vontade
- ✿ Recursos económicos
- ✿ Pessoas designadas a tarefas especiais
- ✿ Protocolos e registros
- ✿ União de produtores
- ✿ Trabalho entre governo, academia e produtores

MUITO OBRIGADA!

scheila.anelise@ufsc.br