



Panorama da **AQUICULTURA**



FRANCISELOSE

O desafio de inverno para os tilapicultores

Substâncias e elementos na água e a saúde dos peixes e camarões • Tilapicultura brasileira: mais do que resultado econômico é necessário eficiência • A ultrassonografia em programas de melhoramento genético de tambaqui • Farinha de peixe e sua inclusão em alimentos • O próximo IX Aquishow em Santa Fé do Sul – SP • Peixes ornamentais como animais de estimação

A água na aquicultura | Parte 4

Influência de outras substâncias e elementos presentes na água de cultivo sobre o desempenho e a saúde dos peixes e camarões



Por:

Fernando Kubitza, Ph.D.

Acqua Imagem Serviços em Aquicultura

fernando@acquaimagem.com.br



A importância de manter adequados valores de oxigênio, pH, alcalinidade, gás carbônico, dureza total, amônia, nitrito e nitrato nos tanques e viveiros de cultivo de peixes e camarões já foi discutida nessa sequência de artigos. Neste último artigo da série “A Água nos Cultivos Aquícolas” será dado destaque a outros compostos que invariavelmente recebem pouca atenção da parte dos produtores, mas que podem trazer prejuízos ao desempenho produtivo, à reprodução, à saúde e sobrevivência dos peixes e camarões.

O gás sulfídrico (H₂S)

Alterações no comportamento e prejuízos ao crescimento, reprodução e sobrevivência em peixes e camarões podem ser causadas por concentrações subletais de gás sulfídrico. Esse gás tem odor que remete ao cheiro de ovo podre que comumente sentimos quando passamos por um canal ou rio poluído com esgoto doméstico, ou mesmo por uma área de mangue. Sentimos também o cheiro do gás sulfídrico na primeira água descarregada através dos drenos do fundo dos viveiros. O olfato humano consegue sentir o odor de H₂S mesmo a concentrações relativamente baixas, ao redor de 5 ppb (“partes por bilhão” ou micrograma/l). Cinco ppb de H₂S equivale a 5.000 ppm (“parte por milhão”) ou 5 mg de H₂S por m³ de água. A água em contato com o lodo do fundo dos viveiros de cultivo de peixes e camarões pode ter concentrações de H₂S desde zero a 12.000 ppb (ou 12 ppm).

O gás sulfídrico (também chamado sulfeto de hidrogênio - H₂S) é formado a partir da decomposição dos resíduos orgânicos (fezes, sobras de ração, algas mortas, entre outros materiais) em condições anaeróbicas (ausência de oxigênio). Condições anaeróbicas geralmente ocorrem nas águas mais profundas e no substrato ou lodo do fundo dos viveiros. Nas fezes dos peixes e camarões há compostos que contêm enxofre (S), como os aminoácidos sulfurados cistina, cisteína e metionina, além dos sais de sulfatos usados como suplementos minerais nas rações.

Os íons sulfatos (SO₄²⁻) dissolvidos na água também podem ser reduzidos a H₂S pelas bactérias heterotróficas. A água do mar é bastante rica em sulfatos (2.700 mg de sulfatos/l). Sob condições anaeróbicas as bactérias heterotróficas utilizam os íons sulfatos (SO₄²⁻) como fonte de oxigênio, transformando-os em sulfeto de hidrogênio (H₂S). Desse modo, os problemas com intoxicação por gás sulfídrico são mais comuns nos cultivos

"Problemas com intoxicação por gás sulfídrico são mais comuns nos cultivos com águas marinhas ou estuarinas, do que em cultivos com água doce. Nos cultivos intensivos, sob altas densidades de estocagem e taxas de alimentação, as intoxicações por H₂S causam perdas de animais, entre outros prejuízos econômicos."

com águas marinhas ou estuarinas, do que em cultivos com água doce. Criadores de camarões marinhos geralmente não monitoram as concentrações de gás sulfídrico na água. Nos cultivos intensivos, sob altas densidades de estocagem e taxas de alimentação, intoxicações por H₂S causam consideráveis prejuízos econômicos ao produtor, com as perdas de animais por intoxicação direta, aumento na incidência de doenças e perdas de animais, e redução nos índices de desempenho e de produtividade do empreendimento.

Não obstante, problemas com H₂S também podem ocorrer em cultivos em água doce, especialmente em viveiros ou açudes mais profundos, onde invariavelmente o substrato ou o lodo do fundo fica desprovido de oxigênio. Ainda pode haver aumento na concentração de H₂S na água após a ocorrência de “morte súbita do fitoplâncton”. Morte súbita do fitoplâncton é um fenômeno mais comum em viveiros de cultivo com água doce do que em viveiros com águas marinhas.

Viveiros que receberam aplicações de gesso agrícola (sulfato de cálcio) ou de sulfato de Alumínio (Al₂(SO₄)₃), para reduzir a turbidez por argila, também podem apresentar elevadas concentrações de sulfatos na água, que, como já comentado, sob condições de baixo oxigênio (especialmente nos substratos mais profundos e no lodo), podem ser reduzidos pelas bactérias heterotróficas resultando na formação e acúmulo de sulfeto de hidrogênio (H₂S).

Tabela 1. Percentual de H_2S em relação aos sulfetos totais de acordo com o pH e temperatura da água em água doce. Em uma água doce de pH 7,0 e temperatura de 28°C 48% (ou 0,48) dos sulfetos totais estão na forma de H_2S . Para água salgada esses fatores devem ser multiplicados por 0,9 (adaptado de Boyd, 2014)

pH	Temperatura da água					
	22	24	26	28	30	32
5,0	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
5,5	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96
6,0	0,92	0,91	0,91	0,90	0,90	0,89
6,5	0,78	0,77	0,76	0,75	0,73	0,72
7,0	0,53	0,51	0,50	0,48	0,47	0,45
7,5	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21
8,0	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08
8,5	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
9,0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Tabela 2. Concentrações tóxicas de gás sulfídrico (H_2S) para algumas espécies de peixes e camarões (ppb = parte por bilhão ou micrograma/litro)

Espécie	H_2S (ppb)	O que foi verificado?
<i>L. vannamei</i> pós larvas	9	Concentração máxima tolerada sem mortalidade
<i>L. vannamei</i> juvenis	19	Concentração máxima tolerada sem mortalidade
Tilápia de Moçambique	130.000	Concentração letal (LC_{50} -96 h) em água salgada
Truta arco-íris	8	Concentração letal (LC_{50} -96 h)
Carpa comum	890	Danos ao fígado e redução no tamanho das gônadas
Bagre do canal	500	Exposição por 30 minutos - parada respiratória e morte
Kinguio (peixe dourado)	4	Concentração letal (LC_{50} -96 h) a 25°C

O sulfeto de hidrogênio na água pode ser encontrado em três formas: o gás sulfídrico H_2S e os íons HS^- e S^{2-} . O H_2S é a forma tóxica, pois consegue atravessar as membranas das células branquiais e das demais células do organismo. Já as formas ionizadas HS^- e S^{2-} não atravessam a barreira branquial, sendo, portanto, de baixa toxicidade. O percentual de H_2S em relação aos sulfetos totais aumenta com a redução do pH da água (**Tabela 1**). A pH 7,0, cerca de 50% dos sulfetos totais estão na forma tóxica H_2S . A pH 6,0 praticamente 99% dos sulfetos estão na forma de H_2S . A pH 9,0 ou acima, o percentual de H_2S em relação aos sulfetos totais é menor que 1%. Assim, os sulfetos podem trazer mais perigo aos peixes e camarões em águas com pH 7,0 ou inferior. Valores de pH menores que 7,0, por si só já são prejudiciais aos camarões marinhos.

Os testes de análises de sulfeto mensuram a concentração de sulfetos totais na água. Dessa forma, para saber a concentração de H_2S é necessário multiplicar a concentração de sulfetos totais pelo percentual de H_2S , de acordo com o pH da água no momento da análise (**Tabela 1**). Apesar de algumas espécies serem mais tolerantes ao sulfeto de hidrogênio (como a tilápia de Moçambique e a carpa comum, ver **Tabela 2**), concentrações de H_2S de 5 a 500 ppb (0,05 a 0,5 ppm) são letais para diversas espécies de peixes e camarões. A sensibilidade dos peixes e camarões aos íons sulfetos dependem da espécie em particular, fase de vida, valores de pH, concentrações de oxigênio dissolvido, salinidade, entre outros fatores de qualidade da água e da condição nutricional e corporal dos animais.

Concentrações subletais e letais de H_2S podem ocorrer após um eventual distúrbio dos sedimentos ou da água em contato com os sedimentos. Ventos fortes (desestratificação dos açudes e viveiros), arrastos de rede ou mesmo o acionamento súbito de equipamentos de aeração podem promover o revolvimento da água do fundo dos viveiros. Boyd (2014) sugere que as concentrações de H_2S não devam exceder a 2 ppb nos cultivos em água doce, e 5 ppb nos cultivos marinhos. Esses valores correspondem a 5 a 10% dos valores de LC_{50} -96h para algumas espécies cultivadas. Alguns especialistas sugerem que as concentrações de H_2S não devem ultrapassar a 10 ppb nos cultivos de camarões marinhos.

A água do fundo dos viveiros pode conter concentrações de H_2S que variam desde 0 a 12.000 ppb. Uma camada de água de fundo de 10 cm com 6.000 ppb de H_2S , se completamente misturada com o restante da coluna d'água por algum distúrbio causado por ventos fortes, arrasto de rede, ou por um aerador, pode elevar para 400 ppb a concentração de H_2S na água de um viveiro com profundidade média de 1,50 m. Para a maioria dos peixes de água doce uma concentração de H_2S de 400 ppb é próxima ou acima dos limites letais. Para camarões marinhos, essa concentração pode não causar mortalidade direta dos animais após curta exposição. Porém, reduz a capacidade de defesas contra infecções por vibrios. Estudos realizados com *Litopenaeus vannamei* e *Marsupenaeus japonicus* indicam que camarões experimentalmente infectados com *Vibrio alginolyticus* e mantidos em água com 450 a 525 ppb de H_2S apresentaram maior mortalidade acumulada comparados a camarões mantidos em água com menores concentrações de H_2S .



Figura 1. Kits para determinação da concentração de sulfetos totais na água



"A sensibilidade dos peixes e camarões aos íons sulfetos depende da espécie em particular, fase de vida, valores de pH, concentrações de oxigênio dissolvido, salinidade, entre outros fatores de qualidade de água e condição nutricional e corporal dos animais."

Algumas práticas para prevenir problemas com o gás sulfídrico

- A manutenção de adequado oxigênio e a circulação da água é a forma mais efetiva de prevenir a formação e o acúmulo de gás sulfídrico nos viveiros. Manejo eficiente da alimentação, evitando sobras de ração. Correção da acidez do solo do fundo dos viveiros, através da calagem. Exposição do solo ao ar após colheitas e drenagens, favorecendo a decomposição dos resíduos orgânicos (exceto em viveiros de camarões construídos em solos ácidos-sulfáticos). Monitoramento de rotina do oxigênio dissolvido e das concentrações de H_2S em amostras de água coletadas do fundo dos viveiros para verificar a necessidade de ajustar o manejo de aeração e circulação de água, além do controle das taxas de alimentação.

O ferro e seus óxidos

O ferro é um dos mais abundantes elementos encontrados no solo e rochas. Grande parte do ferro presente no solo está na forma de pirita (FeS_2). Em algumas regiões há fontes de água com elevados teores de ferro. Isso pode prejudicar a incubação e eclosão dos ovos, bem como prejudicar o desenvolvimento e aumentar a mortalidade de pós-larvas e alevinos, especialmente em águas limpas, desprovidas de fitoplâncton. Pesquisadores já avaliaram as concentrações de ferro que matam 50% dos peixes em 96 horas (LC_{50} -96h) e concluíram que níveis de ferro na água acima de 30 mg/l podem ser diretamente letais para peixes de água doce. No entanto, mesmo a concentrações muito

menores, da ordem de 0,2 a 0,5 mg/l, podem ocorrer severos problemas advindos da irritação, inflamação e necrose nas brânquias, provocadas pela deposição de precipitados insolúveis de ferro (oxi-hidróxidos de ferro) entre os filamentos e as lamelas branquiais, que invariavelmente resultam em necroses e destruição do epitélio branquial e, invariavelmente, grande mortalidade dos animais. Concentrações de ferro total da ordem de 2 mg/l já são suficientes para exacerbar esses problemas. Para camarões marinhos o ideal seria que a concentração de ferro na água não ultrapassasse 1 mg/l.

O ferro pode existir na água de duas maneiras: na forma reduzida e solúvel (Fe^{2+} íon ferroso), ou na forma oxidada e insolúvel Fe^{3+} (íon férrico). Como a água nos cultivos de peixes geralmente contém adequados níveis de oxigênio, a maior parte do ferro se encontra na forma oxidada e insolúvel Fe^{3+} . Os íons Fe^{3+} por si só são pouco tóxicos aos peixes. Porém, podem formar óxidos (Fe_2O_3) e oxi-hidróxidos insolúveis ($Fe(OH)_3$) que ficam aprisionados nas lamelas branquiais e que causam irritação e inflamação do epitélio branquial, dificultando a respiração, a excreção de amônia e a osmorregulação dos peixes. Os íons Fe^{3+} em contato com as brânquias também favorecem a formação de radicais livres, que provocam oxidação e destruição dos tecidos branquiais. Em casos extremos, ocorrem lesões no epitélio branquial, resultando em uma condição chamada de doença das brânquias ("gill disease")

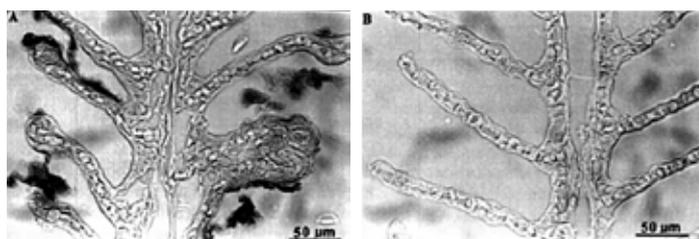
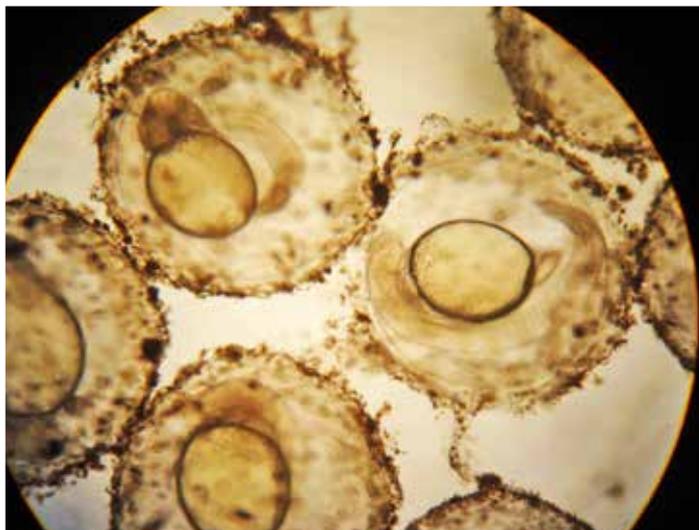
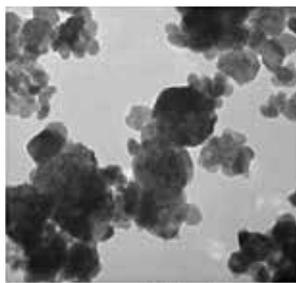


Figura 2. Na imagem superior à direita pode ser observado depósitos de óxido de ferro sobre a membrana de ovos de dourado já com os embriões em fase avançada de desenvolvimento (foto do autor). Na imagem superior esquerda, podem ser vistas nano partículas de óxido de ferro (Fe_2O_3) na água (imagem extraída do artigo de Zhu X, Tian S, Cai Z, 2012. Toxicity Assessment of Iron Oxide Nanoparticles in Zebrafish (*Danio rerio*) Early Life Stages). Na imagem inferior esquerda, pode ser observada a deposição de partículas de óxido de ferro nos filamentos branquiais e fusão das lamelas branquiais em truta. Na imagem inferior direita, um filamento branquial de aspecto normal, limpo, sem a presença de partículas de óxido de ferro e sem ocorrência de fusão de lamelas (imagens extraídas do artigo de Peuren et al, 1984. The effects of iron, humic acid and low pH on the gills and physiology of Brook trout, *Salmo trutta*)

no termo em inglês). Isso acaba favorecendo infecções secundárias por bactérias e, até mesmo, por fungos, causando severa necrose nas brânquias. A susceptibilidade dos peixes à irritação e inflamação branquial pelos compostos de Fe^{3+} varia em função da espécie. No entanto, as pós-larvas em geral, sofrem mais danos do que juvenis ou peixes adultos.

Como evitar problemas com o excesso de ferro na água?

No caso de águas de poço ricas em ferro para o abastecimento de incubatórios de peixes, é necessário prover forte aeração para oxidar os íons ferro que poderiam se depositar sobre os ovos ou sobre as brânquias em formação das pós-larvas, bem como nas brânquias dos micro alevinos (**Figura 2**). Essa água aerada deve, em seguida, passar por tanques ou piscinas para que os óxidos de ferro formados se precipitem e não sejam levados para as incubadoras e tanques onde são mantidas as pós-larvas. No caso do abastecimento de viveiros (**Figura 3**) basta deixar a água exposta ao ar por alguns dias e providenciar aeração caso os níveis de oxigênio estejam baixo. Realizar a calagem, para que a água dos viveiros apresente pH mais próximo do neutro. A toxidez por ferro geralmente é agravada em águas de pH menores que 6. Estimular o desenvolvimento do fitoplâncton através de uma adubação inicial também ajuda a acelerar o processo de formação e precipitação de óxidos de ferro. Há relatos de que a presença de fitoplâncton e outros compostos orgânicos na água diminui o risco de ocorrência de danos

nas brânquias causados pelo ferro e seus óxidos e óxi-hidróxidos insolúveis.

Alumínio

O alumínio (Al^{3+}) pode ser prejudicial aos peixes, especialmente em águas ácidas e desprovidas de cálcio. A interação entre alumínio, pH e concentrações de cálcio (dureza cálcica) determinam o risco de intoxicação por alumínio. Compostos de alumínio são praticamente insolúveis a pH entre 6,0 e 8,0. Porém a solubilidade desses compostos aumenta bastante em águas muito ácidas ($\text{pH} < 5,5$) ou muito alcalinas ($\text{pH} > 9,0$). Problemas com alumínio são praticamente inexistentes em cultivos marinhos, devido às baixas concentrações de alumínio, elevadas concentrações de cálcio e pH entre 8,0 e 8,5 na água do mar. No entanto, em regiões do Cerrado e em áreas Amazônicas, onde as águas são predominantemente ácidas, e praticamente desprovidas de cálcio, a presença de alumínio impõe risco aos peixes, especialmente às fases mais jovens (pós-larvas e micro alevinos). Águas ácidas, mesmo com concentrações muito

Tabela 3 . Efeito do pH sobre a mortalidade de embriões (ovos olhados) de truta mantidos em água com dureza $< 9 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$ e contendo $0,3 \text{ mg de Al}^{3+}/\text{l}$ (ou 300 ppb). Adaptado de Hunn et al 1987)

pH	Mortalidade
4,5	80%
5,5	15 – 18%
7,5	$< 2\%$

baixas de alumínio, podem causar elevada mortalidade de embriões e larvas de peixes nos incubatórios (**Tabela 3**).

Concentrações tóxicas de alumínio variam em função da espécie de peixe, fase de desenvolvimento e condições de acidez e concentrações de cálcio na água. Alguns estudos encontraram concentrações letais para peixes entre 1,5 e 29 mg de alumínio/l (LC_{50} -96h). Especialistas indicam ser seguras as concentrações de alumínio de até 0,1 mg/l. Concentrações acima de 0,3-0,5 mg/l (300 a 500 ppb) podem prejudicar o crescimento dos peixes. O alumínio e seus compostos (hidróxidos de alumínio) não são tóxicos diretamente aos peixes, visto que não ultrapassam a barreira branquial. No entanto, da mesma forma relatada na doença das brânquias causada pelo ferro, os íons de alumínio (Al^{3+}) e seus hidróxidos positivamente carregados ($Al(OH)_2^+$; $Al(OH)^{2+}$) se ligam a receptores nas brânquias dos peixes, causando danos físicos ao epitélio branquial. Isso prejudica funções importantes das brânquias, como as trocas de gases (respiração), osmorregulação, excreção de amônia e a regulação do balanço ácido: base no sangue. Comparado aos íons de ferro (Fe^{3+}) e de manganês (Mn^{2+}),

os íons Al^{3+} apresentam maior fator de acúmulo nas brânquias dos peixes. A presença de íons cálcio (Ca^{2+}) na água reduz o acúmulo de compostos de alumínio no epitélio branquial.

A aplicação de calcário ou cal (calagem) nos viveiros é a prática mais simples e efetiva para minimizar o risco de problemas com o excesso de alumínio na água. O mesmo vale para fontes de água usadas em incubatórios, que devem ser armazenadas em viveiros ou tanques de modo que possam ser corrigidas com calcário ou cal antes de serem usadas nas incubadoras.

Figura 3. Precipitados de hidróxido de ferro nas laterais de um viveiro de produção de alevinos (aspecto de ferrugem). Viveiro com uma nata de óxido e oxi-hidróxido de ferro na superfície da água. Essa condição é chamada popularmente de “capa rosa” no Nordeste (fotos do autor)



NUTRIÇÃO E SAÚDE

Suplementos nutricionais

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

AERAÇÃO

Difusores de ar

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



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

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

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

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

QUALIDADE DA ÁGUA

ACQUA ANÁLISES® kit portátil para análises de água - pH, amônia total, alcalinidade total, dureza total e gás carbônico.



Disco de Secchi



Testes individuais de análises de água

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



CLASSIFICADOR DE PEIXES

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



PUBLICAÇÕES TÉCNICAS



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

Defensivos agrícolas

O Brasil é um país com grande tradição em agricultura. Desse modo, é de se esperar que muitos empreendimentos de aquicultura estejam circundados por culturas agrícolas (soja, milho, cana, laranja, feijão, etc.). Uma grande diversidade

de herbicidas, inseticidas, fungicidas, reguladores de crescimento, dessecantes e outros químicos, são regularmente aplicados às culturas agrícolas. Por mais criterioso que possa ser o uso desses produtos, é muito provável que parte desses defensivos acabem chegando aos mananciais que abastecem as pisciculturas (através da derivação pelo

Tabela 4. Concentrações letais de alguns defensivos agrícolas avaliadas para o Tambaqui e Tilápia do Nilo

Idade/ fase / peso	Defensivo agrícola	Classe	Conc. ppb (µg/l)	Condição	Autor
TAMBAQUI - <i>Colossoma macropomum</i>					
--	Atrazina (Triazinas)	Herbicida	22.000	LC ₅₀ -96h - hemorragias no corpo após 48h	Chapadense et al 2009
0,4 g	Deltametrina (piretroide)	Inseticida	6,0	LC ₅₀ -96h	Souza 2014
0,4 g	Diuron	Herbicida	21.440	LC ₅₀ -96h	Souza 2014
0,4 g	Glifosato	Herbicida	3.600	LC ₅₀ -96h	Souza 2014
1,3 g	Glifosato	Herbicida	93.000	LC ₅₀ -96h	Aranha 2013
1,3 g	Imazetapir	Herbicida	185.000	LC ₅₀ -96h	Aranha 2013
0,4 g	Imidacloprid - (nicotinoide)	Inseticida	250.000	LC ₅₀ -96h	Souza 2014
--	Lufenuron - (Benzoilureia)	Inseticida	700 a 900	Hemorragia nos olhos, nadadeiras e opérculo. Danos à retina dos peixes	Soares et al 2016
0,4 g	Roundup (glifosato)	Herbicida	20.000	LC ₅₀ -96h	Moura, 2009
alevinos	Trifuralina (dinitroanilina)	Herbicida	420	LC ₅₀ -96h	Silva et al 2015
TILÁPIA - <i>Oreochromis niloticus</i>					
Alevinos	Atrazina (Triazinas)	Herbicida	5.000	LC ₅₀ -96h	Botelho et al 2009
Juvenil	Clorpirifós (organofosforado)	Inseticida	98	LC ₅₀ -96h	Deb e Das, 2013
2 g	Clorpirifós (organofosforado)	Inseticida	120	LC ₅₀ -96h	Pathiratne e Athauda, 1998
Adulto	Clorpirifós (organofosforado)	Inseticida	154	LC ₅₀ -96h	Deb e Das, 2013
2 g	Dimetoato (EC) - organofosforado	Inseticida	14.800	LC ₅₀ -96h	Pathiratne e Athauda, 1998
PL 1d	Dimetoato (EC) - organofosforado	Inseticida	293	LC ₅₀ -96h	Phommakone 2004
PL 5d	Dimetoato (EC) - organofosforado	Inseticida	24.767	LC ₅₀ -96h	Phommakone 2004
7,5 g	Diquat	Herbicida	37.300	LC ₅₀ -96h	Henares et al 2008
PLs	Metilclorpirifós (organofosforado)	Inseticida	1.570	LC ₅₀ -96h	Gül, 2005
0,4 g	Roundup (glifosato)	Herbicida	21.600	LC ₅₀ -96h	Moura, 2009

vento durante a aplicação, da água de chuva que se infiltra no solo carregando os químicos, enxurradas, ou até mesmo pela inadequada disposição das embalagens e descuido na limpeza dos equipamentos de pulverização).

Nas **Tabelas 4 e 5** são resumidas as concentrações letais de alguns defensivos agrícolas para a Tilápia, o Tambaqui e o Camarão Marinho. Informações sobre doses letais dos defensivos para os organismos aquáticos (peixes, camarões, microcrustáceos e mesmo algas) podem ser encontradas na WEB e nas fichas técnicas ou bulas dos produtos. Com base nos valores de LC_{50} -96 h apresentados nas Tabelas 4 e 5 podemos considerar como seguras as concentrações menores que 10% da LC_{50} -96h (ou 5%, sendo ainda mais conservador).

Embora seja pouco provável que uma eventual contaminação das águas atinja concentrações letais próximas das apresentadas nas Tabelas 4 e 5, é possível que os mananciais hídricos em uma região de intensa produção agrícola já

possam conter concentrações subletais de um ou mais desses químicos. A ocorrência de dois ou mais compostos, mesmo em doses subletais, pode potencializar o risco de intoxicação dos animais e exacerbar os prejuízos econômicos com a queda no desempenho e produtividades dos empreendimentos aquícolas. Animais intoxicados por defensivos agrícolas podem ter a reprodução e crescimento prejudicados e apresentar diversos sinais clínicos, entre eles:

- a) baixa resistência ao manuseio e doenças;
- b) alterações no comportamento (hiperatividade, natação errática, aumento da ventilação branquial, boquejamento na superfície d'água, letargia, prostração lateral, entre outros);
- c) coloração do corpo escurecida;
- d) deformidades corporais (na coluna vertebral, opérculo e boca);
- e) tumores ou verrugas próximos à boca e cabeça;

Tabela 5. Concentrações letais de alguns defensivos agrícolas avaliadas para o camarão marinho *Litopenaeus vannamei*

Idade / fase / peso	Defensivo agrícola	Uso como	Conc. ppb (µg/l)	Condição	Autor
--	Acefato - (organofosforado)	Inseticida	18.300	LC_{50} -96h sal 5ppt	Wang et al 2013
--	Acefato (organofosforado)	Inseticida	27.300	LC_{50} -96h sal 20ppt	Wang et al 2013
--	Beta-Cipermetrina - (piretroide)	Inseticida	0,17	LC_{50} -96h sal 5ppt	Wang et al 2013
--	Beta-Cipermetrina - (piretroide)	Inseticida	0,38	LC_{50} -96h sal 20ppt	Wang et al 2013
60 d	Clorpirifós - etil (organofosforado)	Inseticida	4,20	LC_{50} -96h	Son et al 2015
Adulto	Clorpirifós - etil (organofosforado)	Inseticida	120	LC_{50} -96h	Son et al 2015
5 g	Clorpirifós (organofosforado)	Inseticida	758	LC_{50} -96h	Qiang, 2013
10 g	Clorpirifós (organofosforado)	Inseticida	1.950	LC_{50} -96h	Qiang, 2013
PL	Endosulfan	Inseticida	111	LC_{50} -96h sal 3 ppt	Castro-Castro 2005
5 g	Sirius® 250 SC (sulfonilureia)	Herbicida	1.000	Mortalidade < 50%	Mello et al 2011
5 g	Talcord® permetrina - (piretroide)	Inseticida	0,009	LC_{50} -96h	Mello et al 2011
--	Triazofós 20% EC	Inseticida	3,2	LC_{50} -48h	Zhou et al (2003)

- f) anomalia e lesões no fígado, coração e outros órgãos internos;
- g) alterações na contagem de células sanguíneas.

Algumas boas práticas podem ser adotadas para minimizar os riscos e os possíveis impactos dos defensivos nas pisciculturas que estão circundadas por culturas agrícolas:

- a) Adoção de práticas de conservação do solo, como o terraceamento de áreas agrícolas e de estradas rurais, especialmente para evitar a entrada de água de enxurrada diretamente nos açudes que servem de reservatórios e nos canais que conduzem a água aos viveiros.
- b) Investimento em infraestrutura hidráulica que possibilite o controle do suprimento de água para cada um dos viveiros individualmente. Adotar sistema de produção com regime de baixa renovação de água. Evitar renovar água dos viveiros em épocas onde as pulverizações das culturas são mais concentradas e quando essas são sucedidas por chuvas intensas.
- c) Correção da água nos açudes de armazenamento através da calagem, para que os valores de dureza e alcalinidade total fiquem acima de 30 mg de CaCO_3/l . Os íons cálcio, magnésio, bicarbonato e carbonatos podem

amenizar a toxicidade de diversos princípios ativos presentes nos defensivos.

d) Armazenamento dos defensivos agrícolas em local exclusivo e de acesso controlado e permitido somente a pessoas de confiança.

e) Adequada disposição das embalagens e lavagem dos equipamentos de manipulação e de aplicação de defensivos. Essas tarefas devem ser atribuídas a pessoas de confiança e adequadamente instruídas para isso.

Considerações finais

Diversas outras substâncias e elementos presentes na água de cultivo podem vir a influenciar os resultados produtivos e econômicos dos empreendimentos de aquicultura. Por isso, produtores e técnicos devem procurar buscar mais informações sobre qualidade de água e investir em equipamentos e kits de análise que possibilitem monitorar de forma ágil e precisa os parâmetros de qualidade de água. Com este artigo concluímos a série “A Água nos Cultivos Aquícolas”. Fica aos leitores da *Panorama da AQUICULTURA*, minha mensagem: “Cultivar a água é essencial para produzir peixes e camarões de forma sustentável”. ■

INDÚSTRIA BRASILEIRA

TREVISAN®

30 ANOS

AQUICULTURA

Produtos:

- INCUBADORAS**
- AERADOR DE PÁS**
- AERADOR CHAFARIZ**
- AERADOR PROPULSOR**
- CAIXAS PARA TRANSPORTE**
- MISTURADOR DE RAÇÃO PARA SUPLEMENTAÇÃO NUTRICIONAL E SANIDADE**
- ALIMENTADORES**

EFICIÊNCIA, GARANTIA E QUALIDADE COMPROVADA

AGORA COM O OPCIONAL SISTEMA FEED PARA ALIMENTADORES DE PEIXE

Conheça outros produtos no site e também a linha para agricultura.

(44) 3649-1754 | trevisan@trevisan.ind.br | www.trevisan.ind.br