



Panorama da **AQUICULTURA**



**ACLIMATAÇÃO DE PÓS-LARVAS
E ALEVINOS RECEBIDOS EM
SACOS PLÁSTICOS**

como tornar simples uma complexa e delicada operação



Aclimatação de pós-larvas e alevinos recebidos em sacos plásticos:

como tornar simples uma complexa e delicada operação





Por: **Fernando Kubitza, Ph.D.**
Acqua Imagem Serviços em Aquicultura
fernando@acquaimagem.com.br

Muitos produtores recebem alevinos e pós-larvas de peixes e camarões embalados em sacos plásticos e, em geral, a água dentro dos sacos plásticos está muito diferente da água dos tanques onde as pós-larvas ou alevinos serão estocados. Quase sempre, nos sacos plásticos, a água se encontra com menor temperatura (20 a 24°C), supersaturada em oxigênio (> 13 mg/l ou acima de 150% da saturação), pH em geral mais baixo (5,5 a 6,8), alta concentração de gás carbônico (> 40 mg/l) e, ainda, pode ter sido condicionada com sal (3 a 8 g/l). Essas e outras diferenças devem ser minimizadas gradualmente através do processo de aclimação.

Embora a aclimação de pós-larvas e alevinos seja uma atividade de rotina nas propriedades, muitos produtores ainda aclimatam embalagem por embalagem, individualmente. Os sacos plásticos são colocados dentro da água do tanque ou viveiro, como em um banho-maria, e ficam ali flutuando por um tempo para reduzir a diferença de temperatura. As embalagens são abertas e pouco a pouco vai se introduzindo a água do tanque para dentro delas. Uma atenção especial deve ser dada a esse procedimento, principalmente nas ocasiões em que a água dos tanques ou viveiros está muito mais quente que a água dentro das embalagens. Devido ao pequeno volume dos sacos plásticos, a temperatura da água dentro das embalagens pode subir rápido demais. Dois problemas decorrem disso:

1) Nas embalagens **com pós-larvas** de peixes e camarões (que geralmente têm uma pequena massa de animais), a água invariavelmente se encontra demasiadamente supersaturada em oxigênio (> 17 mg/l ou > 200 % da saturação). Assim, as pós-larvas nas embalagens estão com uma alta pressão de oxigênio no sangue (ou hemolinfa, no caso dos camarões) e tecidos. O aquecimento rápido da água e, conseqüentemente, do corpo das pós-larvas, faz com que esse excesso de oxigênio comece a se agrupar em bolhas de gás, ocasionando **“o trauma da bolha de gás” ou embolia**. Isso pode resultar em alta mortalidade de pós-larvas após a aclimação e soltura nos tanques ou viveiros.



Alevinos em saco plástico com água recebem oxigênio para serem transportados



Alevinos embalados prontos para o transporte

2) Nas embalagens com alevinos e juvenis, é comum observar que os animais geralmente estão boqueando na superfície da água dentro das embalagens. Como pode isso se o oxigênio muitas vezes está acima de 8 mg/litro ou mesmo mais? Isso ocorre devido aos elevados níveis de gás carbônico na água da embalagem. Em excesso, o gás carbônico dificulta a respiração dos peixes e camarões. Por sorte o oxigênio nas embalagens fica em torno de 8 a 11 mg/l, valores próximo da saturação. Isso ameniza o efeito das elevadas, e muitas vezes quase letais, concentrações de gás carbônico (CO_2) na água das embalagens (em geral > 40 mg/l). Ao colocar a embalagem em banho-maria, a temperatura da água se eleva e os peixes consomem oxigênio a uma taxa mais rápida do que a difusão do oxigênio para dentro da água na embalagem. E, ao mesmo tempo mais CO_2 está sendo excretado. Os animais começam a sentir ainda mais a asfixia pelos elevados níveis de CO_2 . Isso pode resultar em mortalidade direta após a aclimação ou soltura. E os animais que sobreviveram, em virtude do estresse que passaram, e da consequente queda na imunidade

resultante disso, ficam mais susceptíveis a alguma enfermidade. Uma delas é a Columnariose ou podridão de nadadeiras, boca e brânquias.

Essa bacteriose é causada por *Flavobacterium columnare*, que comumente acomete os peixes durante a depuração pré-transporte ou no transporte em si, e mesmo após a aclimação e soltura dos peixes. Quando isso ocorre, pode ser necessário fornecer imediatamente aos peixes uma ração medicada com antibiótico. Banhos com sal, permanganato de potássio ou com a argila caulinita (caulim) são tratamentos alternativos e complementares ao uso da ração medicada. Portanto, o processo de aclimação não é tão simples como muitos produtores imaginam e conduzem rotineiramente. Tais ocorrências (embolia gasosa, asfixia por gás carbônico e Columnariose) são algumas das causas de baixas sobrevivências de pós-larvas e alevinos após a soltura. Há menor risco de ocorrer embolia gasosa e asfixia por gás carbônico quando as pós-larvas e alevinos são transportados e aclimatados dentro de caixas de transporte (“transfish”), onde a concentração de oxigênio pode ser regulada e a água pode ser aclimatada na velocidade desejada.

Uso de caixas

Há uma maneira muito simples para evitar todos esses problemas e facilitar muito a aclimação de pós-larvas e alevinos recebidos em sacos plásticos. Ao invés de aclimatar uma a uma as embalagens, elas podem ser abertas e o conteúdo de todas despejado em uma caixa d'água de plástico (250 a 2.000 litros) colocada na margem ou mesmo flutuando dentro do tanque ou viveiro onde os animais serão estocados. Nessa caixa deve ser provida aeração com sistema de ar difuso, com soprador ou pequenos compressores soprando ar através de difusores. A aeração faz com que o excesso de oxigênio e de gás carbônico que havia na água das embalagens se dissipe rapidamente para a atmosfera, trazendo a saturação de oxigênio para próximo de 100%, mantendo-a assim durante a aclimação. A temperatura e o oxigênio devem ser monitorados dentro das caixas de aclimação durante todo o procedimento. O oxímetro é imprescindível para isso. Se o produtor ainda não dispõe de um oxímetro, é recomendável comprar logo um. Neste tipo de aclimação, a água do tanque ou viveiro também é gradualmente colocada dentro da caixa.

Para **pós-larvas** de peixes e camarões, é recomendável uma velocidade de aclimação próxima de 1°C a cada 15 a 20 minutos. Ou seja, se a água das embalagens chegou com uma temperatura de 22°C e no viveiro a água está em 30°C, a aclimação deve ser feita em pelo menos 120 minutos (2 horas). Para **alevinos** essa aclimação pode ser mais rápida, em geral na taxa de 1°C a cada 5 a 10 minutos, ou seja, 40 minutos pelo menos se

"O processo de aclimação não é tão simples como muitos produtores imaginam e conduzem rotineiramente. Ocorrências de embolia gasosa, asfixia por gás carbônico e Columnariose, são algumas das causas de baixas sobrevivências de pós-larvas e alevinos após a soltura."

a temperatura da água da embalagem for 22°C e a do viveiro 30°C. Usando essas taxas de aclimação, os demais parâmetros (pH, CO₂, e outros) gradualmente se igualam.

Figura 1 – Após a aclimação em “banho maria”, a água é acrescentada aos poucos e realizada a soltura dos peixes



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.

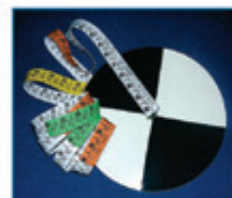
Bomba submersa 0,5 HP - para circulação e aeração da água em tanques de produção de peixes, hapas de reprodução de tilápia e em tanques de depuração, dentre diversas outras aplicações.

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



Figura 2 – Aclimação de pós-larvas de camarões usando caixas d'água

Para **pós-larvas de camarões marinhos** recebidas em local de menor salinidade, é importante que as PL's já estejam aclimatadas a uma salinidade próxima da água do destino no momento de serem embaladas (no máximo 2 ppt de diferença). Caso isso não seja possível, o produtor deve receber essas pós-larvas em um tanque de volume maior (que pode ser até mesmo um tanque de concreto ou vinil que será usado como berçário) já com um pouco de água (1/3 do tanque) com salinidade bem próxima (1 a 2 ppt de diferença está ok) da salinidade da água usada nas embalagens. O procedimento de aclimação antes da soltura é o mesmo já descrito, usando as caixas d'água. Isso igualará todos os parâmetros (temperatura, oxigênio, pH, CO₂, salinidade e de-

mais). Pós-larvas de camarões pequenas (PL 12 ou menores), não devem ser aclimatadas a uma água com menos do que 4 ppt de sal, pois podem ocorrer significativas mortalidades. Já as PL's mais velhas (PL 15 e PL 20) podem ser aclimatadas com sucesso à água com salinidades menores que 4 ppt. Para abaixar ou subir mais a salinidade, esse processo deve ser feito a uma taxa média de 20% da salinidade a cada hora. Assim, se a salinidade no transporte for 20 ppt e a salinidade no destino for 5 ppt (15 ppt de diferença x 20% = 3 ppt/hora), a aclimação da salinidade deve ser feita em pelo menos 5 horas. Ou seja, em algumas situações a aclimação da salinidade pode demandar mais tempo do que a simples aclimação da temperatura. ■

O Nitrito

seu monitoramento e controle nos cultivos intensivos de camarões marinhos e peixes



Aplicações regulares de uma fonte de carbono (melaço, açúcar e farelo de arroz) são necessárias para manter a multiplicação de bactérias heterotróficas e os níveis de sólidos



Por: **Fernando Kubitza, Ph.D.**
 Acqua Imagem Serviços em Aquicultura
 fernando@acquaimagem.com.br

Os produtores que optaram por sistemas mais intensivos para as fases de berçário e/ou engorda de camarões marinhos, bem como para a produção de alevinos e juvenis de tilápia, frequentemente se deparam com problemas com a elevação dos níveis de nitrito. Nesse artigo vamos esclarecer pontos essenciais no monitoramento e as possíveis estratégias para minimizar o risco de toxidez e perdas de animais no cultivo.

O nitrito é um metabólito tóxico, intermediário no processo de oxidação da amônia a nitrato (ver **Figura 1**). De acordo com o pH da água, o nitrito pode estar presente em duas formas: HNO_2 (ácido nitroso) e NO_2^- (íon nitrito). Sob valores de pH acima de 5,5 praticamente não existe a forma de HNO_2 na água. Portanto, em ambientes de cultivo de peixes e camarões, onde os valores de pH da água geralmente estão entre 6,0 e 10,0, a toxidez por nitrito, se ocorrer, será provocada exclusivamente pelo íon NO_2^- .

No sangue dos peixes o nitrito se liga à hemoglobina, enquanto na hemolinfa dos camarões se liga à hemocianina. Essas proteínas são importantes no transporte de oxigênio para as células, tecidos e órgãos do corpo. Oxidadas pelo nitrito, a hemoglobina e a hemocianina perdem a capacidade de transportar o oxigênio. Intoxicações subletais por nitrito prejudicam o crescimento, o aproveitamento dos alimentos e a resistência dos peixes e camarões a doenças.

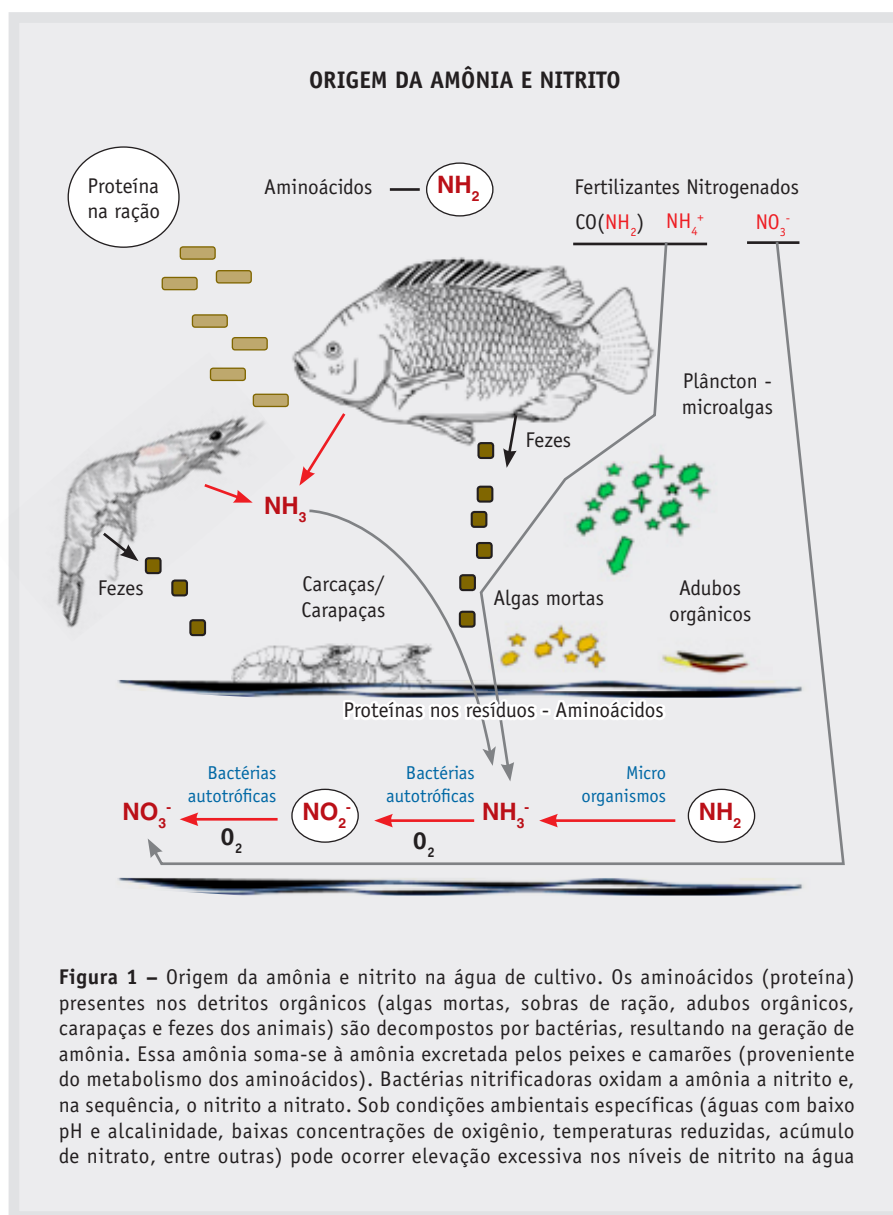


Figura 1 – Origem da amônia e nitrito na água de cultivo. Os aminoácidos (proteína) presentes nos detritos orgânicos (algas mortas, sobras de ração, adubos orgânicos, carapaças e fezes dos animais) são decompostos por bactérias, resultando na geração de amônia. Essa amônia soma-se à amônia excretada pelos peixes e camarões (proveniente do metabolismo dos aminoácidos). Bactérias nitrificadoras oxidam a amônia a nitrito e, na sequência, o nitrito a nitrato. Sob condições ambientais específicas (águas com baixo pH e alcalinidade, baixas concentrações de oxigênio, temperaturas reduzidas, acúmulo de nitrato, entre outras) pode ocorrer elevação excessiva nos níveis de nitrito na água

"Com um teste confiável nas mãos, os produtores devem estabelecer os limites seguros de nitrito para cada espécie e em suas diferentes fases de desenvolvimento (pós-larvas, alevinos, adultos, ou outros). Isso é feito com base em trabalhos científicos que determinaram níveis tóxicos de nitrito para peixes e camarões."

A importância do monitoramento correto

Para monitorar as concentrações de nitrito na água é preciso que o produtor disponha de um teste de nitrito confiável. E, mais importante ainda, tem que saber que as concentrações de nitrito nesses testes podem ser expressas tanto em **nitrogênio contido no nitrito** (N-NO_2^-), como simplesmente em **nitrito** (NO_2^-). A molécula de nitrito (NO_2^-) contém aproximadamente 30% de nitrogênio. Assim, 1 mg de NO_2^- equivale a 0,30 mg de N-NO_2^- (veja **Tabela 1** para a conversão entre essas formas de expressão de nitrito). Embora os animais absorvam o nitrito como ele é, na forma de NO_2^- , os estudos científicos geralmente expressam a concentração de nitrito na água como nitrito no nitrogênio (N-NO_2^-). Como muitos kits de análise não indicam claramente a forma de expressão do nitrito, podem ocorrer grandes equívocos e decisões erradas no manejo. Para evitar isso, o produtor deve se certificar sobre o que o kit de análises indica e estabelecer a concentração segura (em ppm ou mg/l) de N-NO_2^- ou NO_2^- , de acordo com a forma de expressão do nitrito indicada no kit.

Tabela 1 – Equivalência entre Nitrito (NO_2^-) e Nitrogênio no Nitrito (N-NO_2^-). Fator de conversão de 0,30

Nitrito (NO_2^-)	Nitrogênio no Nitrito (N-NO_2^-)
0,0	0,00
0,2	0,06
0,4	0,12
0,6	0,18
0,8	0,24
1,0	0,30
2,0	0,61
3,0	0,91
5,0	1,52

Outro ponto importante na análise: se a cor da amostra testada atingir a cor limite do valor na escala do teste (por exemplo, 1 mg/l ou 3 mg/l ou 5 mg/l, dependendo do teste usado), pode ser que a concentração real de nitrito esteja bem acima do máximo valor da escala. Sem saber desse detalhe, muita gente registra o último valor da escala de cores como resultado, o que não é correto. O valor real pode ser muito superior. Então, é necessário que a amostra de água seja diluída com água limpa (destilada ou deionizada) e um novo teste deve ser realizado, até que a cor da amostra fique dentro das cores da escala. O resultado deve ser multiplicado pelo fator de diluição. Se diluiu a amostra pela metade (1/2), o resultado é multiplicado por 2. Se diluiu a um quinto (1/5), o resultado deve ser multiplicado por 5. Se a amostra foi diluída a um décimo (1/10), o resultado deve ser multiplicado por 10. Preste atenção na diluição usada.

Com um teste confiável nas mãos, os produtores devem estabelecer os limites seguros de nitrito para cada espécie e em suas diferentes fases de desenvolvimento (pós-larvas, alevinos, adultos, ou outros). Isso é feito com base em trabalhos científicos que determinaram níveis tóxicos de nitrito para peixes e camarões. O ideal é consultar mais do que uma referência (quanto mais melhor) sobre níveis tóxicos e seguros de nitrito para a espécie, fase de vida em questão e, muito importante, para a condição de salinidade de água semelhante ou de valor menor do que a salinidade no seu cultivo. Aqui nesta revista (*Panorama da AQUICULTURA* no. 164, 2017 p. 14 a 27) foi publicada uma revisão sobre o impacto da amônia e do nitrito sobre o desempenho dos peixes e camarões que pode servir como referência aos produtores. Veja na **Tabela 2** uma síntese dos níveis tóxicos e recomendações de níveis seguros de nitrito para tilápia e *L. vannamei*.

Observe nessa tabela que o aumento na salinidade (ou mais especificamente na concentração de íons cloreto na água) reduz a toxidez de nitrito para a tilápia e para o *L. vannamei*. Isso também ocorre para outras espécies de peixes e crustáceos. Os íons cloreto se ligam a receptores nas brânquias e impedem

a absorção de nitrito. Dessa forma, são raros os problemas com a intoxicação por nitrito em camarões em água salgada > 20 ppt de sal (> 11.000 mg Cl⁻/l) ou em tilápias em água salinizada acima de 2 ppt de sal (> 1200 mg Cl⁻/l). No entanto, podem ocorrer com boa frequência nos cultivos em água doce ou de

baixa salinidade, especialmente em viveiros mais fundos (onde o lodo geralmente é anaeróbico) e com pouca circulação de água. Perdas de camarões associadas à intoxicação por nitrito são comumente relatadas em sistemas de recirculação de água ou em cultivos com bioflocos sob baixas salinidades (entre 2 a 10 ppt).

Tabela 2 – Concentrações letais de nitrito (LC₅₀-96h em mg/l de NO₂⁻ ou mg/l de N-NO₂⁻) para Tilápia-do-Nilo (*O. niloticus*) e camarão branco (*L. vannamei*) em função da salinidade (sal) ou concentração de cloretos (Cl⁻) na água

Espécie	Concentração Letal LC ₅₀ -96h (mg/l)		Salinidade (ppt) ou íons cloreto (mg/l)	Concentração Segura (5% da letal) (mg/l)		Referências
	NO ₂ ⁻	N-NO ₂ ⁻		NO ₂ ⁻	N-NO ₂ ⁻	
<i>Oreochromis niloticus</i> (4,4 g)	270	81	6 Cl ⁻	< 13,5	< 4,1	Atwood et al 2001
<i>Oreochromis niloticus</i> (4,4 g)	1.127	338	375 Cl ⁻	< 56,4	< 17,0	Atwood et al 2001
<i>Oreochromis niloticus</i> (1,8 g)	94	28	35 Cl ⁻	< 4,7	< 1,4	Yanbo et al 2006
<i>Oreochromis niloticus</i> (1,8 g)	149	45	70 Cl ⁻	< 7,5	< 2,3	Yanbo et al 2006
<i>Litopenaeus vannamei</i> (4,4 g)	19	5,7	0,6 Sal	< 1,0	< 0,3	Ramírez-Rochín et al 2017
<i>Litopenaeus vannamei</i> (4,4 g)	23	7,0	1 Sal (550 Cl ⁻)	< 1,2	< 0,4	Ramírez-Rochín et al 2017
<i>Litopenaeus vannamei</i> (4,4 g)	41	12,4	2 Sal (1100 Cl ⁻)	< 2,0	< 0,6	Ramírez-Rochín et al 2017
<i>Litopenaeus vannamei</i> (3,9 g)	248	77	15 Sal (8250 Cl ⁻)	< 12,4	< 3,9	Lin and Chen (2003)
<i>Litopenaeus vannamei</i> (3,9 g)	574	178	25 Sal (13750 Cl ⁻)	< 28,7	< 8,9	Lin and Chen (2003)
<i>Litopenaeus vannamei</i> (3,9 g)	1.035	321	35 Sal (19250 Cl ⁻)	< 51,8	< 16,1	Lin and Chen (2003)
<i>Litopenaeus vannamei</i> (PL15-20)	11	3,3	1 Sal (550 Cl ⁻)	< 0,6	< 0,17	Valencia-Castañeda et al (2018)
<i>Litopenaeus vannamei</i> (PL15-20)	16	4,9	3 Sal (1650 Cl ⁻)	< 0,8	< 0,25	Valencia-Castañeda et al (2018)
<i>Litopenaeus vannamei</i> (0,75 g)	27	8	2 Sal (1100 Cl ⁻)	< 1,4	< 0,4	Sowers et al (2004)
<i>Litopenaeus vannamei</i> (0,75 g)	47	14	5 Sal (2750 Cl ⁻)	< 2,4	< 0,7	Sowers et al (2004)
<i>Litopenaeus vannamei</i> (0,75 g)	100	30	10 Sal (5500 Cl ⁻)	< 5,0	< 1,5	Gross e Zilberg (2004)
<i>Litopenaeus vannamei</i> (0,2 g)	30	8,9	2 Sal (1100 Cl ⁻)	< 1,5	< 0,45	Gross e Zilberg (2004)
<i>Litopenaeus vannamei</i> (0,08 g)	32	9,6	2 Sal (1100 Cl ⁻)	< 1,6	< 0,50	Gross e Zilberg (2004)

"Outra prática para controlar os níveis de nitrito é a redução de ração nos viveiros, o que reduz a geração de amônia via decomposição das fezes e excreção dos peixes e camarões. A aeração e circulação da água também são medidas que ajudam a manter o fundo dos viveiros melhor oxigenados, o que favorece a oxidação do nitrito a nitrato pelas bactérias."

Estudo de caso 1

Relato aqui um caso de toxidez por nitrito. Ocorreu no primeiro projeto de bioflocos com *L. vannamei* que acompanhei. A formação de flocos já havia iniciado há mais de 30 dias e o pico de nitrito (perto de 40 mg NO₂⁻/l ou 12 mg N-NO₂⁻/l) já havia passado. Uma semana antes de receber o primeiro lote de pós-larvas (PL's) do projeto, o nitrito estava em 20 mg NO₂⁻/l (6 mg N-NO₂⁻/l) e com tendência de queda. Receberíamos um lote pequeno de 120 mil PL's. A água proveniente de poço artesiano foi balanceada com sais para a salinidade de 10 ppt, mesma salinidade que chegariam as PL's. Buscando referências sobre doses letais de nitrito para *L. vannamei*, encontrei um estudo com PL's de 25 dias a uma salinidade de 10 ppt (Schuler e Boardman, 2010). Era a mesma salinidade em que receberíamos as PL's. Nesse estudo a dose letal de nitrito para 50% das PL's em 48 horas (LC₅₀-48h) foi determinada em 154 mg N-NO₂⁻/l (ou 513 mg NO₂⁻/l). Considerando 5% desse valor como limite seguro, teríamos 7,7 mg N-NO₂⁻/l (ou 25,6 mg de NO₂⁻/l). Portanto, com a água do sistema em 20 mg NO₂⁻/l (6 mg N-NO₂⁻/l) e tendência de redução, concluí que seria seguro receber as PL's. No dia em que recebemos as PL-10, o nitrito estava em 10 mg NO₂⁻/l (3 mg N-NO₂⁻/l). As PL's chegaram bem e tinham comportamento normal. No segundo dia, com o nitrito em 8 mg NO₂⁻/l, observamos muitas PL's mortas. No terceiro dia não sobrou mais nada. Não desconfiamos do nitrito a princípio, pois havia o respaldo de um trabalho científico de que estávamos seguros. Poderia ser algo errado com o nosso balanço iônico. Revisamos mais trabalhos com balanceamento iônico e vimos que em água com diferentes equilíbrios de íons as sobrevivências com *L. vannamei* não foram tão impactadas como ocorreu conosco. Nossa desconfiança aumentou quando voltei a rever outros trabalhos que determinaram concentrações letais (LC50-96h) próximas de 6 mg N-NO₂⁻/l (20 mg NO₂⁻/l) para PL-10 a 3 ppt de salinidade. Considerando como seguro 5% desse valor, o nível de atenção de nitrito deveria ser de 0,3 mg N-NO₂⁻/l (0,9 mg NO₂⁻/l). Obviamente, como nossa salinidade era de 10 ppt, as PL's suportariam um pouco mais de nitrito do que isso. Com o lote seguinte de PL-10 mantivemos o nitrito abaixo de 0,6 mg N-NO₂⁻/l (ou 1,8 mg N-NO₂⁻/l) e tudo foi bem. Esses são limites seguros de nitrito para o *L. vannamei* a salinidades de 5 a 10 ppt. Fiquei pensando o que poderia ter acontecido no estudo de Schuler e Boardman (2010) que determinou uma concentração letal (LC50-48h) de 154 mg N-NO₂⁻/l. Pensei que pudesse ser pelo uso de PL-25, mas logo vimos em testes em aquários que mesmo PL's com duas semanas (PL com 22 a 24 dias) com salinidade de 5 a 7 ppt não suportavam concentrações de nitrito acima de 3 mg NO₂⁻/l (ou 1 mg N-NO₂⁻/l). Seria então um balanço de sais diferente do nosso? No estudo foi usada uma mistura de sais para preparo da água a 10 ppt, mas não há referência sobre a composição iônica que foi atingida. Fica essa incógnita. Ainda pensei se a maior quantidade de sólidos em suspensão no sistema BFT poderiam ter causado alguma irritação nas brânquias dos animais e deixá-las mais permeáveis ao nitrito ou causar outros distúrbios, inclusive osmorregulatório. Ou seja, ficamos procurando pelo em ovo. Possivelmente ocorreu algum engano nos cálculos das doses de nitrito avaliadas no estudo de Schuler e Boardman (2010). Daí o alerta de procurar mais de uma referência.

Como manter o nitrito sob controle em viveiros e açudes?

A **renovação de água** é uma opção para diluir o nitrito. Obviamente se a água é disponível e a um baixo custo (por gravidade, sem necessidade de bombeamento) e se não houver severa restrição quanto ao volume e concentração dos efluentes descartados com a renovação. Quando a renovação de água não é viável, **o produtor pode aplicar sal na água dos viveiros**, de modo a manter uma relação entre íons cloreto e nitrito ($Cl^- : NO_2^-$) de pelo menos 10:1 no caso do cultivo de peixes de água doce. Isso reduz o risco de intoxicação dos animais. Assim, se a concentração de nitrito costuma chegar a 1 mg de

NO_2^-/l na água, preventivamente os níveis de cloreto devem ser mantidos em pelo menos 10 mg/l. Isso equivale a uma aplicação de sal de 17 g por m^3 ou cerca de 250 kg de sal em um hectare de viveiro com 1,5 m de profundidade média. Se o nitrito é esperado chegar a 5 mg de NO_2^-/l , preventivamente se aplica 85g de sal/ m^3 , o que equivale a mais ou menos 1.250 kg de sal em um viveiro com 1 ha e 1,5 m de profundidade média. Há testes para medição da concentração de cloreto que ajudam o produtor a ter certeza do quanto de cloreto existe na água, possibilitando grande economia no uso de sal. Uma única aplicação de sal basta se não houver renovações de água. O sal custa hoje cerca de R\$ 0,50 a 0,60/kg, sendo altamente viável seu uso nas pisciculturas intensivas. Relações Cl^- :

NO_2^- mais elevadas são necessárias no cultivo de camarão marinho em águas de baixa salinidade.

Outra prática para controlar os níveis de nitrito é a **redução ou limitação do aporte diário de ração** nos viveiros, o que reduz a geração de amônia via decomposição das fezes e excreção dos peixes e camarões e, portanto, a formação de nitrito. **A aeração e circulação da água** também são medidas que ajudam a manter o fundo dos viveiros melhor oxigenados, o que favorece a oxidação do nitrito a nitrato pelas bactérias nitrificadoras (bactérias autotróficas).

Também, **através da calagem ou da aplicação de doses parciais de cal**, podem se manter níveis mais adequados de alcalinidade total em, pelo



"Muitos produtores aplicam probióticos achando que o produto ajuda a manter baixos os níveis de amônia e nitrito. Os próprios fornecedores de probióticos fazem as análises e os produtores ficam impressionados com os resultados, pois acreditam que, se os animais estão sendo alimentados com ração, seguramente deve haver amônia e nitrito na água."

menos, 40 mg CaCO₃/l nos cultivos de peixes em água doce e 75 mg CaCO₃/l nos cultivos de camarão marinho em águas de baixa salinidade. As bactérias precisam de alcalinidade (íons bicarbonato - HCO₃⁻) para oxidarem a amônia a nitrito e o nitrito a nitrato. **Muitos produtores têm recorrido ao uso de probióticos** (para água e solo) na tentativa de reduzir a amônia e o nitrito na água dos viveiros. O que posso dizer sobre o uso de probióticos com essa finalidade é que geralmente eles são inócuos para isso. Em diversos produtores que acompanhei e que faziam o uso regular de probióticos, nunca encontrei uma correlação entre a quantidade de probiótico aplicada e as concentrações de amônia e nitrito na água. Muitos produtores sequer monitoram regularmente a temperatura e o oxigênio na água. Mas aplicam probióticos com uma convicção de que o produto tem ajudado a manter baixos ou zerados os níveis de amônia e nitrito em seus viveiros. Muitas vezes os próprios fornecedores de probióticos fazem as análises e os produtores ficam impressionados com níveis zero de amônia e nitrito, pois acreditam que, se há peixes ou camarões nos viveiros, e esses estão sendo alimentados com ração, seguramente deve haver amônia e nitrito na água. Então, equivocadamente concluem que os probióticos realmente estão funcionando. No entanto, o que a maioria dos produtores não sabe é que, dependendo da taxa de alimentação que está sendo usada e outras condições como aeração e circulação de água, os próprios organismos dos viveiros (microalgas e bactérias) são capazes de remover e oxidar instantaneamente toda a amônia e nitrito gerados. Viveiros com água verde, baixa renovação de água e recebendo ração de boa qualidade a taxas de até 100 kg de ração por hectare por dia, geralmente apresentam níveis de amônia e nitrito praticamente zerados. Já presenciei viveiros com baixa renovação e boa aeração e circulação de água, com aporte de 150 kg/ha/dia ou mais de ração com níveis zerados de amônia e nitrito.

Muitos fornecedores, ainda, indicam aplicar os probióticos junto com uma fonte de carbono (melaço, farelo de arroz ou outras). A fonte de carbono por si só provoca a redução nos níveis de amônia, o que geralmente leva a uma menor geração de nitrito. O aporte de carbono estimula a multiplicação e o aumento da biomassa de bactérias heterotróficas que, naturalmente, já existem na água e no solo dos viveiros em números infinitamente maiores do que o aplicado através dos probióticos. Fica aí a questão: **"Quais bactérias estão agindo:** o exército de bactérias que já existem no solo e na água e já estão adaptadas às condições do viveiro, ou as bactérias presentes em alguns poucos litros ou quilos de probiótico que podem nem suportar o ambiente do viveiro?"

Estratégias para evitar problemas com o nitrito em sistemas com recirculação de água (RAS) e com a tecnologia de bioflocos (BFT)

Nesses sistemas a geração de amônia e o acúmulo de nitrito ocorrem de forma intensa e rápida. O serviço de remoção de amônia e nitrito da água é feito por bactérias que colonizam principalmente o biofiltro nos sistemas de recirculação convencionais (RAS), ou que estão aderidas aos flocos em suspensão, no caso dos sistemas com bioflocos (BFT). Em ambos os sistemas (RAS ou BFT), é preciso atingir uma certa população de bactérias para manter estáveis e baixas as concentrações de amônia e nitrito. E isso leva algum tempo (geralmente 21 a 49 dias, dependendo da estratégia de maturação empregada e outras condições). Leia mais sobre Sistemas de Recirculação convencionais (RAS) e sistemas com bioflocos (BFT) em artigos publicados nessa revista (*Panorama da AQUICULTURA* no. 95 (2006): p.14-22; no. 125 (2011): p.13-26; no. 167 (2018): p.14-25).

Limitar ou reduzir o aporte de ração é uma forma de minimizar a geração de amônia e, portanto, de nitrito nos RAS

e BFT. Quando possível, o produtor pode usar renovações parciais de água para diluir os níveis de amônia e nitrito (RAS parcialmente aberto). Se não for possível renovar água (RAS totalmente fechado), é fundamental que os biofiltros sejam bem dimensionados, de modo que a oxidação da amônia e do nitrito a nitrato ocorra a uma velocidade superior às taxas de geração de amônia e nitrito. Para peixes de água doce, a salinização da água em pelo menos 2 a 3 ppt (2 a 3 kg de sal por m³) ajuda a reduzir o risco de toxidez por nitrito. Para camarões marinhos criados em locais longe do mar, o ideal é usar água com salinidade de 5 ppt ou superior, e balanço iônico o mais próximo possível do balanço iônico da água do mar. Outro ponto importante é manter valores de pH próximo de 8,0, oxigênio acima de 5 mg/l e alcalinidade > 75 mg CaCO₃/l (íons bicarbonato e carbonato) para manter as bactérias do biofiltro bem ativas na oxidação da amônia a nitrito, e do nitrito a nitrato. Adequada aeração/oxigenação deve ser provida. Os valores de pH e alcalinidade costumam cair com o tempo e



Teste de nitrito

deverem ser corrigidos com aplicações de cal hidratada ou bicarbonato de sódio a intervalos regulares.

Controle de nitrito no sistema BFT – o que foi mencionado sobre salinização da água, manutenção de adequado oxigênio, pH e alcalinidade no sistema RAS vale também para os sistemas BFT. Trocas de água (entrada de água limpa) pode ser uma ferramenta para o controle de nitrito nos BFT. Mas isso pode levar a uma excessiva remoção de flocos (bioflocos), causando desequilíbrios no sistema. Aplicações regulares de uma fonte de carbono (melaço, açúcar e farelo de arroz) são necessárias para manter a multiplicação de bactérias heterotróficas e os níveis de sólidos. A quantidade da fonte de carbono a ser aplicada pode ser calculada somando os valores de nitrito e de amônia na água e multiplicando a soma por 6. Ou seja, se a amônia total for 1 mg/l e o nitrito 1 mg NO₂/l, a dose diária da fonte de carbono deve ser (1+1) x 6 = 12 g/m³. As aplicações podem ser feitas em dias alternados, não necessariamente precisam ser diárias. ■

Estudo de caso 2

Um amigo piscicultor me ligou. Tinha um tanque com 40 m³ estocado com 40 mil juvenis de tilápia com 18 g de peso médio (18 kg/m³, estimado). A concentração de nitrito estava em 80 mg NO₂/l. Não havia mortalidade e os peixes aparentemente estavam bem e se alimentando. Certamente o nitrito ainda não havia comprometido suficiente quantidade de hemoglobina para que os peixes demonstrassem algum desconforto. Mas logo isso aconteceria. Esse valor elevado fez meu amigo pensar que havia algo de errado com o teste de nitrito. Ou a leitura não estava certa ou ele estava diluindo de forma errada a amostra. Mas não havia nada errado. Quando ele analisava uma água limpa de poço, o nitrito dava zero. Em caráter de emergência disse a ele para salinizar a água a 3 ppt (3 kg de sal/m³). Isso adicionaria uns 1.800 mg/l de íons cloreto na água, e evitaria que mais nitrito entrasse no sangue dos peixes. O pH estava em 6,5 e a alcalinidade total em 15 mg CaCO₃/l, devido à intensa geração de gás carbônico na decomposição do material orgânico e na respiração dos peixes. A concentração de amônia total era praticamente zero, o que indicava que havia suficiente bactéria cuidando da amônia gerada no sistema. Mas, aparentemente, as bactérias que deveriam estar oxidando nitrito a nitrato, ou não estavam lá (difícil de crer) ou não estavam trabalhando por alguma limitação. Assim, além do sal, também sugeri a ele a aplicação de cal hidratada aos poucos até o pH da água chegar a 8,0. Isso elevaria ao mesmo tempo a alcalinidade, disponibilizando íons bicarbonato que são importantes no processo de nitrificação. O sal foi aplicado no mesmo dia. No dia seguinte, antes da aplicação da cal, ele verificou que os níveis de nitrito já haviam chegado a 380 mg NO₂/l. Os peixes aparentemente estavam normais e com muito apetite. Ele aplicou a cal hidratada e elevou o pH para 8,0. Com isso a alcalinidade total subiu para 150 mg CaCO₃/l. Bingo. No dia seguinte o produtor se surpreendeu quando fez a análise de nitrito e o resultado deu zero. E me perguntou como uma simples correção de alcalinidade poderia fazer o nitrito despencar de maneira tão rápida? Isso aconteceu por que as bactérias autotróficas (que oxidam nitrito a nitrato) estavam todas lá. Apenas as condições do ambiente não estavam favoráveis. E isso mudou com a correção do pH e da alcalinidade. Ele continuou conduzindo a alevinagem fazendo sempre as correções necessárias no pH e alcalinidade. Os peixes chegaram a 25 g (biomassa próxima de 25 kg/m³) e a oferta de ração foi mantida em 15 kg/dia nos últimos dias (1,5% da biomassa). Mesmo com mais ração as concentrações de nitrito se mantiveram próximas de zero até o momento da colheita e venda dos juvenis.