

Boas Práticas de Manejo (BPMs) para Reduzir o Acúmulo de Amônia em Viveiros de Aqüicultura

Júlio Ferraz de Queiroz¹
Rita Carla Boeira²

Introdução

O objetivo deste Comunicado Técnico é apresentar um conjunto de Boas Práticas de Manejo (BPMs) para evitar concentrações excessivas de amônia nos viveiros de aqüicultura. Além disso, são apresentadas algumas considerações para otimizar o manejo alimentar e a manutenção do pH e da alcalinidade total, de modo a manter essas variáveis dentro dos limites estabelecidos pelas pesquisas desenvolvidas em viveiros de produção intensiva de peixes e camarões.

Aumento da Concentração de Amônia em Viveiros de Aqüicultura

Amônia

A amônia é o principal produto da excreção dos organismos aquáticos, e é resultante do catabolismo das proteínas. De modo geral, o NH_4^+ é chamado de amônia ionizada e o NH_3 , de amônia não ionizada, e a soma de $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$ é chamada de amônia ou amônia total. O equilíbrio da amônia na água depende do pH, da temperatura e da salinidade. A forma não ionizada da amônia (NH_3) é a mais tóxica para os organismos aquáticos. A amônia excretada pelos organismos aquáticos é

oxidada em nitrato pela ação das bactérias quimioautotróficas, *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*, que transformam o amônio (NH_4^+) em nitrito (NO_2^-) e, em seguida em nitrato (NO_3^-).

O ciclo de nitrogênio nos viveiros de aqüicultura é regulado principalmente pela atividade biológica, e a amônia que é liberada na água dos viveiros pela decomposição da matéria orgânica pode ser usada novamente pelas plantas, ou pode ser nitrificada para nitrato pelas bactérias quimioautotróficas. A oxidação da amônia a nitrito pelas bactérias do gênero *Nitrosomonas* é o primeiro passo da nitrificação, em seguida, o nitrito é oxidado a nitrato pelas bactérias do gênero *Nitrobacter* (Fig. 1). Essas bactérias usam amônia e nitrito como fontes de energia e dióxido de carbono (CO_2) como fonte de carbono orgânico, ou seja, essas bactérias podem utilizar a energia liberada no processo de oxidação dos compostos que contêm nitrogênio orgânico para reduzir o carbono orgânico em dióxido de carbono. A nitrificação é um processo muito importante para reduzir a concentração de amônia da água dos viveiros de aqüicultura, o que é extremamente positivo, porque a amônia é potencialmente tóxica.

Por outro lado, a nitrificação também pode ter efeitos negativos sobre a qualidade da água, atuando como uma fonte

¹Oceanógrafo, Doutor em Ciências Agrárias, Embrapa Meio Ambiente, Rod. SP 340, km 127,5 - Caixa Postal 69, Cep. 13.820-000 Jaguariúna, SP. Email: jqueiroz@cnpma.embrapa.br

²Engenheira Agrônoma, Doutora em Solos e Nutrição de Plantas, Embrapa Meio Ambiente, Rod. SP 340, Km 127,5 - Caixa Postal 69, Cep. 13.820-000, Jaguariúna, SP. Email: rcboeira@cnpma.embrapa.br

significativa de acidez nos viveiros, porque aumenta a demanda de oxigênio no processo de oxidação da amônia. É importante observar que as reações de nitrificação da amônia (degradação da matéria orgânica) são mais rápidas com pH entre 7,0 a 8,0 e temperaturas de 25°C a 35°C (BOYD & TUCKER, 1998). A percentagem de amônia não ionizada (NH_3) aumenta com a elevação do pH e da temperatura, e isto significa que durante a tarde, quando a temperatura da água nos viveiros está mais elevada e a fotossíntese mais intensa, ocorre um aumento significativo do pH. Portanto, praticamente 89% do nitrogênio amoniacal é encontrado na forma não ionizada (NH_3), que é tóxica em concentrações que variam de 0,6 a 2,0 mg/L, por curtos períodos de exposição, para a maioria das espécies cultivadas.

Nitrato (NO_3^-)

A concentração de nitrato está diretamente relacionada com a quantidade de fitoplâncton, sendo que o fitoplâncton é o maior responsável pela produção de matéria orgânica nos viveiros e lagos de pesca. Portanto, a abundância de fitoplâncton pode ser utilizada como um indicador da quantidade de nitrato disponível em ambientes aquáticos, sendo que as taxas de produtividade primária indicam a quantidade de fitoplâncton existente nesses ambientes, o que em outros termos é uma estimativa da abundância da quantidade de matéria orgânica fixada pela fotossíntese, a qual geralmente é expressa em gramas de carbono fixadas por m^2/dia . Embora a literatura referente à aqüicultura esteja repleta de referências sobre produtividade primária e clorofila a, é raro medir essas duas variáveis. Dessa forma, a visibilidade do disco de Secchi, por ser um método mais simples para avaliar a abundância do fitoplâncton, é mais utilizada para medir a transparência da água e fazer uma estimativa da concentração de fitoplâncton nos viveiros.

Nitrito (NO_2^-)

O nitrito está relacionado à atividade biológica na decomposição de proteínas contidas na matéria orgânica, e provém da oxidação do amônio NH_4^+ pelas bactérias *Nitrosomonas* e redução anaeróbica da amônia não ionizada (NH_3). A toxidez do nitrito depende do pH e da concentração de cálcio e de cloretos na água dos viveiros de aqüicultura. Nos viveiros onde a concentração de oxigênio dissolvido é baixa, a concentração de nitrito normalmente é alta.

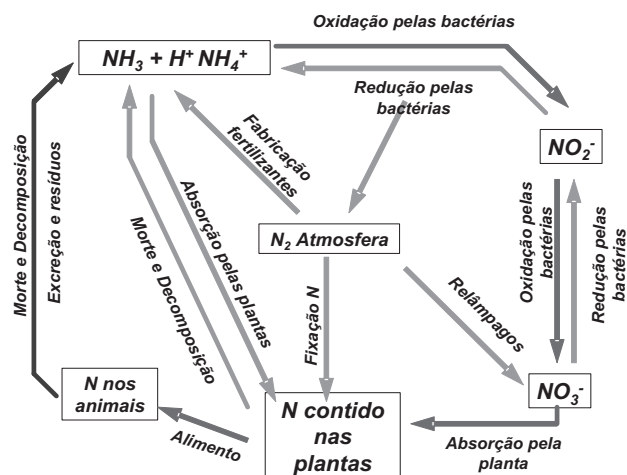


Fig. 1: Representação esquemática do ciclo de nitrogênio em um viveiro de piscicultura. Fonte: Adaptado de Boyd & Tucker, 1998.

Relações entre o Uso de Ração e o Acúmulo de Amônia nos Viveiros de Aqüicultura

O uso de rações de baixa qualidade somado a um manejo alimentar inadequado afeta diretamente a qualidade da água e aumenta a concentração de amônia nos viveiros de aqüicultura. A concentração de amônia é diretamente proporcional ao aumento da produção, a qual está diretamente relacionada ao aumento da densidade de peixes e camarões nos viveiros. Essa é a razão pela qual nos cultivos intensivos com altos níveis de produtividade é necessário trocar a água dos viveiros quando a concentração de amônia torna-se excessiva (BOYD & QUEIROZ, 1997). Ao ser adicionada aos viveiros de aqüicultura, a ração é parcialmente consumida pelos peixes e camarões, e os resíduos não aproveitados são, então, decompostos por microrganismos. Durante o processo de decomposição dos compostos orgânicos nitrogenados que compõem as rações (proteínas), é liberada a amônia, que pode ser absorvida pelo fitoplâncton, promovendo seu crescimento; no entanto, quando em concentrações elevadas, a amônia é tóxica para os organismos aquáticos (Fig. 2).

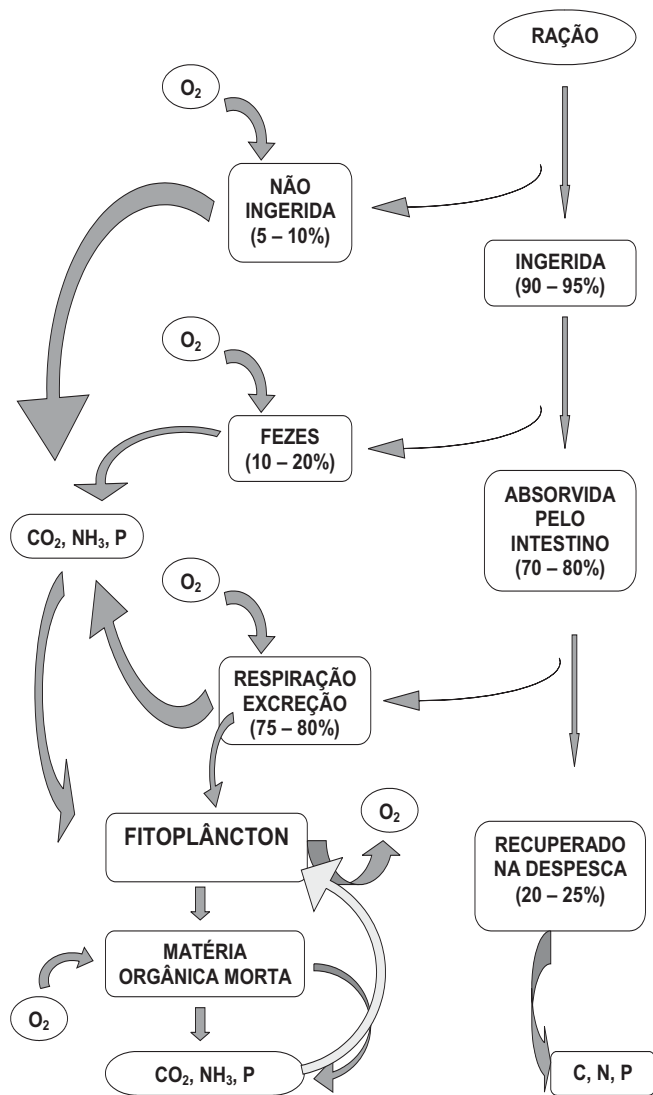


Fig. 2. Representação esquemática do destino da ração em um viveiro de aqüicultura. Fonte: Adaptado de Boyd & Tucker, 1998.

Eutrofização e Potencial de Impacto Ambiental Negativo Causado pelo Acúmulo de Nitrogênio nos Viveiros de Aqüicultura

Determinação do Acúmulo de Nitrogênio

O acúmulo de nitrogênio nos viveiros de aqüicultura está diretamente relacionado com o manejo alimentar e com o percentual de nitrogênio contido na ração. Em geral, as rações utilizadas pelos piscicultores contêm entre 4,5 a 7,0% de nitrogênio. Tomando-se, como exemplo, uma produção de 200 kg de peixes em um tanque rede com uma taxa de conversão alimentar de 2,0, e considerando que o peso seco dos peixes corresponde a 25% do peso natural, isso significa que serão utilizados 400 kg de ração para

produzir 200 kg de peixes, o que equivale a 50 kg de peixes (peso seco). Com relação à quantidade de nitrogênio contido na ração (5,5%), pode-se concluir que 400 kg de ração contêm 22 kg de nitrogênio ($400 \times 0,055$).

Potencial de Impacto Ambiental Negativo

Considerando que os peixes assimilam 5,6 kg de nitrogênio (50 kg peso seco $\times$ 11,2% nitrogênio), a excreção metabólica do nitrogênio será de 16,4 kg (22 kg - 5,6 kg de N assimilado pelos peixes). Isso significa que serão liberados no ambiente 16.400.000 mg de nitrogênio resultantes do uso de 400 kg de ração. Considerando-se um viveiro de 1,0 hectare com 1,0 metro de profundidade, tem-se $16,4 \times 10^6 / 10^7$ (Volume de 1,0 ha do viveiro, em litros), o que resulta em uma concentração de 1,64 mg/L de N em um viveiro de 1,0 ha. Os limites estabelecidos para a concentração de nitrogênio nos viveiros de aqüicultura são: nitrogênio total = 5,0 a 6,0 mg/L, nitrogênio amoniacal total = 2,0 a 3,0 mg/L e nitrato = 0,5 mg/L, de modo que para esse exemplo e considerando apenas a produção de um único tanque rede, a concentração de nitrogênio na água do viveiro está dentro dos limites normais estabelecidos para a aqüicultura. Entretanto, se forem instalados 10 tanques rede nesse viveiro, a concentração de nitrogênio na água poderá ultrapassar 16,4 mg/L superando, dessa forma, os limites máximos aceitáveis.

De acordo com o CONAMA (BRASIL, 2005) a concentração máxima de amônia permitida é 0,02 mg/L e de acordo com Boyd & Tucker (1998) os limites para nitrogênio total para viveiros de aqüicultura devem estar entre 2,0 a 3,0 mg/L. Para a maioria dos peixes e crustáceos de águas quentes, a concentração letal (breve exposição de 24 a 96 horas) de amônia não ionizada NH_3 é de 0,4 a 2,0 mg/L. O percentual de amônia não ionizada a 28°C, em função de diferentes valores de pH e concentrações de nitrogênio amoniacal total, necessária para obter uma concentração de 0,4 mg/L de amônia não ionizada NH_3 sob essas condições é fornecido pela Tabela 1. Exemplo: pH entre 7,0 e 8,0 e uma concentração de nitrogênio amoniacal total acima de 4,0 a 5,0 mg/L, não iria obrigatoriamente causar nenhum problema de toxidez nesse viveiro em particular, porque a concentração de amônia não ionizada NH_3 nessas condições estaria dentro do limite aceitável de 0,4 mg/L.

Tabela 1: Valores de pH, concentração de nitrogênio amoniacal total e percentual de amônia não ionizada necessários para obter uma concentração de 0,4 mg/L de amônia não ionizada (BOYD & TUCKER, 1992).

pH	Concentração de nitrogênio total mg/L	Amônia não ionizada (NH ₃) %
7,0	57,14	0,70
7,5	18,02	2,22
8,0	6,11	6,55
8,5	2,17	18,40
9,0	0,97	41,23
9,5	0,59	68,21
10,00	0,46	87,52

BPMs para Evitar Acúmulo de Amônia e Prevenir a Toxidez de Nitrito nos Viveiros de Aqüicultura

As rações são adicionadas nos viveiros de aqüicultura para permitir uma produção de peixes maior do que seria possível obter somente baseada na alimentação com organismos naturais. As rações são compostas por uma mistura de componentes que incluem farinha de plantas, farinha de peixe, grãos, vitaminas e pré-mixados que fornecem quantidades adequadas de nutrientes e energia necessários para atender às exigências nutricionais da espécie cultivada. A ração que não é consumida, as fezes e os resíduos metabólicos contribuem para aumentar a concentração de nutrientes na água dos viveiros de aqüicultura. Um bom gerenciamento do arraçamento reduz a quantidade de nutrientes na água dos viveiros e, é um aspecto importante no manejo da qualidade da água e dos efluentes dos viveiros de aqüicultura. Nesse sentido, as Boas Práticas de Manejo (BPMs) abaixo relacionadas têm como objetivo reduzir o acúmulo de amônia nos viveiros e também otimizar os índices zootécnicos de produção e de qualidade de água.

1. Selecionar rações de alta qualidade que contenham nitrogênio e fósforo, em quantidades adequadas, mas não excessivas;
2. Usar ração extrusada de boa qualidade e com estabilidade na água, de modo a atender às exigências nutricionais da espécie cultivada, e não utilizar alimento natural fresco;
3. Armazenar as rações em silos bem arejados, ou se ensacadas, em local bem ventilado. As rações devem ser usadas segundo a data de validade fornecida pelo fabricante, e por ordem de entrada e saída;

4. Distribuir a ração de forma adequada e, se possível, uniformemente com o auxílio de alimentador mecânico, observando constantemente o consumo pelos peixes e a concentração de oxigênio dissolvido nos viveiros. Remover naturalmente os restos de ração acumulados nos viveiros;

5. Fazer o arraçamento de acordo com consumo de ração considerando uma oferta ideal entre 80% a 100% da saciedade dos peixes. As taxas ideais de alimentação para sistemas intensivos devem ser próximas a 100% da saciedade (ideal 90%), para isso deve-se estimar a biomassa de peixes e o consumo diário de ração;

6. Observar que a viabilidade econômica do cultivo depende do balanço da entrada de nutrientes (ração) para atingir a produtividade ideal, de modo a garantir que 100% da ração aplicada diariamente nos viveiros seja consumida;

7. Manter concentrações adequadas de oxigênio dissolvido nos viveiros para impedir o estresse dos peixes, e aumentar a capacidade do viveiro para assimilação dos resíduos metabólicos;

8. O limite seguro para determinar as taxas de alimentação deve ser baseado na concentração de oxigênio dissolvido que não deve ser inferior a 2,0 mg/L ao amanhecer;

9. Ligar os aeradores ou trocar água durante a tarde quando o pH e a concentração de amônia não ionizada são mais elevados facilitando a volatilização da amônia;

10. Renovar a água quando a concentração de amônia total for maior que 2,0 mg/L, e a concentração de amônia não ionizada for maior que 0,4 mg/L;

11. Monitorar as concentrações de nitrito, e quando estas estiverem acima de 1,0 mg/L, e a concentração de NaCl estiver entre 15 a 20 mg/L, adicionar NaCl na proporção de 10:1;

12. Manter o pH em torno de 7,0 e manter a concentração de cálcio e cloretos elevada para prevenir a toxidez de nitrito. Se necessário, efetuar a adição de NaCl na água para reduzir a proporção de NO₂:Cl para 0,25 de acordo com a seguinte fórmula: $x \text{ ppm Cl} = 3 [\text{NO}_2] - [\text{Cl}]$.

Referências

BOYD, C.E.; TUCKER, C.S. **Water quality and pond soil analyses for aquaculture**. Auburn: Alabama Agricultural Experiment Station: Auburn University, 1992. 183p.

BOYD, C.E.; TUCKER, C.S. **Pond aquaculture water quality management**. Boston: Kluwer, 1998. 700p.

BOYD, C.E.; QUEIROZ, J.F. Aquaculture pond effluent management. **Aquaculture Asia**, Bangkok, v. 2, n. 2, p. 43-46, 1997.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 mar. 2005.

Comunicado Técnico, 44

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Meio Ambiente
Endereço: Rodovia SP 340 km 127,5
Caixa Postal 69, Tanquinho Velho
13.820-000 Jaguariúna/SP
Fone: (19) 3867-8700
Fax: (19) 3867-8740
E-mail: sac@cnpma.embrapa.br

1ª edição eletrônica
2007

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Comitê de Publicações

Presidente: Alfredo José Barreto Luiz.
Secretária-Executiva: Heloisa Ferreira Filizola.
Secretário: Sandro Freitas Nunes.
Bibliotecária: Maria Amélia de Toledo Leme.
Membros: Ladislau Araújo Skorupa, Ariovaldo Luchiarini Júnior, Luiz Antônio S. Melo, Adriana M. M. Pires, Emília Hamada e Cláudio M. Jonsson

Expediente

Tratamento das ilustrações: Alexandre R. da Conceição
Editoração eletrônica: Alexandre R. da Conceição