

Os direitos autorais desta edição ficam reservados ao CBNA

*Capa, Impressão e Acabamento*  
Art Point Produções Gráficas

*Editoração*  
Colégio Brasileiro de Nutrição Animal

*Foto da capa:*  
Cortesia Instituto Agronômico de Campinas

---

Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos e Tecnologia da  
Produção de Rações.

Realizado em Campinas, SP, período de 27 a 29 de novembro de 2002

Anais... editado por Colégio Brasileiro de Nutrição Animal.

XIII, 294 p. 23 cm

Textos de vários autores.

1. Alimentação Animal. 2. Aves, Suínos e Produção de Rações. I.

Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. II. Título

CDD 636.4085

---

## **BOAS PRÁTICAS DE MANEJO PARA A AQUICULTURA**

**JULIO FERRAZ DE QUEIROZ**

Embrapa Meio Ambiente, Rodovia SP 340 Km 127,5,  
Bairro Tanquinho Velho, Jaguariúna, SP, CEP: 13.820-000, Email:  
jqueiroz@cnpma.embrapa.br

### **Introdução**

A rápida expansão da aquicultura em várias partes do mundo, muitas vezes de forma desordenada e sem a devida regulação social, tem levado à preocupações quanto aos impactos que essa atividade pode causar ao meio ambiente – o que pode ser em grande medida aplicado também no caso brasileiro. Somente uma avaliação detalhada e atualizada poderá indicar/avaliar os impactos diretamente relacionados a aquicultura, visando futuros projetos de monitoramento, gestão ambiental e de uso alternativos da água. Tal avaliação poderá oferecer tanto subsídios para a gestão ambiental na aquicultura quanto avaliar o real potencial dos recursos hídricos para a piscicultura – vale lembrar que atualmente há uma proliferação de sistemas de produção próximos aos centros urbanos-industriais, que dependem da água captada, cuja qualidade é duvidosa, podendo comprometer a sanidade do produto final visado.

A exemplo do que vem ocorrendo em outros países que já contam com políticas estabelecidas e normas ambientais para exploração e preservação dos ecossistemas aquáticos, é preciso desenvolver pesquisas visando identificar métodos e práticas para assegurar a sustentabilidade e competitividade da aquicultura com base no diagnóstico sócio econômico e ambiental, na definição de parâmetros e de Indicadores de sustentabilidade e na identificação e implementação de Boas Práticas de Manejo (BPMs).

Há que se observar que tanto as pressões internacionais, no estabelecimento de barreiras não tarifárias à importação de produtos da pesca, quanto as pressões internas exercidas pelos órgãos de controle ambiental poderão inviabilizar os

sistemas de produção que não estejam adequados às normas e legislações vigentes. Além desses fatores existe a crescente conscientização dos consumidores nacionais e internacionais com relação às questões relativas ao meio ambiente. Um dos aspectos que indicam as possibilidades desse caminho é a alta lucratividade e a versatilidade que a piscicultura tem oferecido aos produtores brasileiros nos últimos anos. De forma freqüente, áreas improdutivas e marginais, áreas com problemas de fertilidade dos solos e áreas adjacentes às grandes represas hidroelétricas ou mesmo rios tem se transformado em exemplos da viabilidade econômica e social do aproveitamento e integração da piscicultura com as atividades agropecuárias tradicionais.

A aquicultura tem se mostrado como fonte de renda e de diversificação das atividades produtivas transformando o espaço rural e dando origem a outros tipos de *agribusines*, como por exemplo, o ecoturismo ou turismo rural através da proliferação de inúmeros pesque – pagues, em especial no Centro-Sul do país. Nessa região, essa atividade está transformando também a piscicultura tradicional: atualmente mais de 80% dos peixes de água doce cultivados são comprados pelos pesque – pagues (Kitamura et al., 1999). A lucratividade e versatilidade da aquicultura e a possibilidade de aproveitamento de áreas marginais indicam a necessidade da adoção de práticas, como as BPMs, que possam assegurar ao setor competitividade e sustentabilidade.

Os problemas ambientais causados pela aquicultura e que podem comprometer a competitividade e sustentabilidade do setor se devem em grande parte a ênfase que é dada ao aumento da produtividade e da rentabilidade. O aumento das taxas de estocagem nos diversos sistemas de produção vem intensificado as taxas de arrastamento. Esse procedimento tem causado uma deterioração da qualidade da água utilizada, e conseqüentemente, das condições de sanidade dos organismos cultivados, tornando tais sistemas de produção insustentáveis mesmo a curto prazo.

Em resumo, pode-se afirmar que, no momento atual, com o crescimento da consciência ambiental, um dos grandes questionamentos referentes à aquicultura é a sua sustentabilidade ecológica e as conseqüências que as novas leis de proteção ambiental poderão gerar ao desenvolvimento dessa atividade. Certamente, no novo cenário de mercados globalizados é necessário considerar a questão ambiental como um dos principais objetivos de qualquer projeto, plano ou programa de desenvolvimento, quer pelos aspectos relativos a sustentabilidade quer com relação à sua competitividade internacional.

### **Estratégias para assegurar a competitividade e sustentabilidade da aquicultura**

A atividade da aquicultura no Brasil é recente, porém, já superou a fase experimental e atualmente encontra-se em plena expansão operando em ritmo agro-industrial e com capacidade de ofertar alimentos de boa qualidade e a preços competitivos. As condições ambientais favoráveis e a existência de dezenas de espécies de peixes com grande potencial para a piscicultura, com produções ao redor de 10 t/ha/ano, representam vantagens comparativas do Brasil em relação a outros países.

São vários os exemplos da expansão e da integração da aquicultura com outras atividades agropecuárias, turísticas e industriais nos últimos anos, como por exemplo: as pisciculturas comerciais intensivas em grande escala e as pisciculturas integradas à pequena propriedade rural, a criação de peixes em tanques rede nos grandes reservatórios das hidrelétricas das bacias hidrográficas paulistas e os sistemas de pesque-pagues (Castagnolli, 1996). Atualmente são mais de 3.000 pesque-pagues espalhados pelo Estado de São Paulo, e de acordo com estudos recentes só na bacia do Piracicaba geram um renda anual superior a US\$ 60 milhões (Kitamura et. al. 1999).

As regiões Sudeste e Sul concentram quase 80% da piscicultura desenvolvida no país com destaque para os Estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Minas Gerais. Somente os Estados de São Paulo e Santa Catarina representam mais de 60% da atividade. A maior parte da ração de peixes consumida no país atualmente é para abastecer as pisciculturas e os pesque-pagues concentrados na região Sudeste. Só o Estado de São Paulo contribui com mais de 45% de toda a produção de peixes d'água doce do país.

Considerando esses aspectos, uma das maneiras mais comuns empregadas para reduzir o risco de poluição da água pelas atividades industriais, urbanas e agropecuárias, é a aplicação de padrões para os efluentes. Um padrão poderá especificar os níveis aceitáveis para pH, concentração mínima de oxigênio e concentrações máximas de demanda bioquímica de oxigênio e sólidos totais em suspensão e outros. Os padrões também poderão indicar a quantidade diária máxima que um poluente pode ser eliminado, por exemplo, a concentração da demanda bioquímica de oxigênio no efluente não poderá ultrapassar uma quantidade específica (ANZECC/AWRC, 1992; CONAMA, 1986).

Contudo, existem várias razões pelas quais os padrões tradicionais aplicados a efluentes provavelmente não devam ser aplicados a aquicultura. A maioria dos efluentes da aquicultura não contém uma concentração muito alta de nutrientes, demanda bioquímica de oxigênio, sólidos totais em suspensão e também eles não contém nenhum tipo de material tóxico. A melhor maneira para monitorar os efluentes da aquicultura é a utilização de Boas Práticas de Manejo (BPMs)– *Best Management Practices (BMPs)*. A adoção de Boas Práticas de Manejo (BPMs) poderá especificar os procedimentos para certos aspectos operacionais e a sua respectiva aplicação pelos diversos sistemas de produção de organismos aquáticos existentes, possibilitando dessa maneira a eliminação de efluentes sem danos ao meio ambiente. Obviamente as BPMs deverão ser específicas conforme o local, porque, locais e sistemas de produção distintos terão requerimentos distintos para o monitoramento de efluentes (Boyd & Queiroz, 1997, Boyd et al., 2000).

### **Alternativas para a implantação de Boas Práticas de Manejo - BPMs**

Várias alternativas e sistemas vem sendo desenvolvidos no mundo para auxiliar no monitoramento e gestão ambiental dos diferentes setores produtivos. Alguns dos sistemas mais comuns são: o Sistema de Gestão Ambiental (ISO 14001), *Malcolm Baldrige Award Criteria*, *Eco-Management Audit System (EMAS)*,

*International Chamber of Commerce (ICC) Principles, Forest Stewardship Certification (FSC)*. Além disso, como instrumentos auxiliares destaca-se a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) e os Códigos de Conduta, os quais também estão sendo utilizados para gerenciamento ambiental.

Em geral os questionamentos sobre a aquicultura se referem à destruição das áreas de inundação das bacias hidrográficas (*wetlands*), e também à conversão de áreas utilizadas pela agricultura em viveiros para a produção aquícola, poluição da água, perda da biodiversidade, competição pelo uso da água, uso de produtos químicos tóxicos ou bioacumulativos e impactos sociais negativos (Boyd et al. 2000). Esses exemplos demonstram que é preciso estabelecer no futuro, “Boas Práticas de Manejo (BPMs)” visando a elaboração de Códigos de Conduta para os sistemas de produção aquícola mais comuns no Brasil. É preciso reconhecer ainda, a necessidade de desenvolver um sistema formal de verificação e certificação tendo por base os Códigos de Conduta. Desta forma, será possível demonstrar para os responsáveis pela regulamentação ambiental, e para as várias organizações que trabalham com meio ambiente, que a aquicultura pode ser conduzida de forma sustentável – social, econômica e ambiental.

Se o próprio setor produtivo e a comunidade científica que atuam na área de aquicultura não se envolverem de forma pró-ativa nesse processo, as agências de preservação ambiental poderão impor critérios relacionados à qualidade d’água, através de permissões restritivas para a descarga de efluentes e outras regulamentações. Esses critérios terão implicações na implantação de tecnologias avançadas para tratamento de efluentes, e também de exigências de monitoramento da qualidade da água e dos efluentes por parte dos produtores.

Uma das conseqüências dessas restrições poderá ser a adoção de métodos para o manejo de viveiros sem que exista a possibilidade de efetuar a descarga dos efluentes. Essa medida poderá alterar drasticamente a maneira pela qual a aquicultura mundial tem sido tradicionalmente realizada e exigirá pesquisas para a criação de tecnologias apropriadas. Além disso, esses requerimentos ou exigências ambientais restritivas poderão implicar em uma sobrecarga financeira adicional sobre as operações já existentes e restringir o desenvolvimento futuro da indústria da aquicultura. Um exemplo dessas considerações é o que vem ocorrendo nos EUA desde 1974. A partir daquele ano, a descarga de efluentes de várias unidades de produção animal no país estão sujeitas às normas do Sistema Nacional de Eliminação e Descarga de Poluição – *National Pollution Discharge Elimination System (NPDES)*, conforme trata o Decreto sobre Água Limpa - *Clear Water Act* (Federal Register, 2000).

### **BPMs - Associação dos Produtores de Catfish do Alabama**

A Associação dos Produtores de Catfish do Alabama – *Alabama Catfish Producers Association (ACPA)*, se antecipou a esse processo e tomou a iniciativa de encomendar um estudo detalhado para a Auburn University, USA, cujo objetivo foi

avaliar a sustentabilidade ambiental e indicar métodos e práticas para reduzir os possíveis impactos ambientais causados por essa atividade. Essa avaliação resultou em várias recomendações de práticas de manejo para prevenir os impactos ambientais adversos da produção de catfish no Estado do Alabama. O resultado desse trabalho pode ser acessado no site do Serviço de Conservação dos Recursos Naturais – *Natural Resources Conservation Service (NRCS)* - Departamento de Agricultura dos EUA - *United States Department of Agriculture (USDA)* – Alabama State – USA - <http://www.al.nrcs.usda.gov/SOsections/Engineering/BMPindex.html>.

Resumidamente, a relação de Boas Práticas de Manejo (BMPs) - *Best Management Practices (BMPs)*, no total de quinze, sugeridas pela Auburn University e pelo NRCS, tratam dos seguintes aspectos: 1) redução do escoamento superficial causado pelas chuvas para o interior dos viveiros, 2) manejo dos viveiros para reduzir o volume de efluentes, 3) controle da erosão das bacias hidrográficas e dos diques dos viveiros, 4) manejo dos viveiros para minimizar a erosão, 5) controle da erosão pelos efluentes, 6) bacias de decantação e áreas de inundação, 7) manejo da alimentação, 8) fertilização dos viveiros, 9) manejo dos viveiros para melhorar a qualidade do efluente (época de chuva), 10) manejo dos viveiros para melhorar a qualidade do efluente (drenagem e despesca), 11) agentes terapêuticos, 12) produtos para melhorar a qualidade da água, 13) manejo da mortalidade de peixes, 14) operações gerais e segurança dos trabalhadores, e 15) ações de emergência e gerenciamento. Vale ressaltar que essa relação de Boas Práticas de Manejo (BPMs), foi baseada em vários estudos realizados previamente, e também em práticas anteriormente descritas por Schwartz and Boyd (1996), Brunson (1997), Boyd and Tucker (1998), Boyd (1999) e Boyd et al. (2000).

### **BMPs - Aliança Global da Aquicultura**

A Aliança Global da Aquicultura – *Global Aquaculture Alliance (GAA)* – é uma organização internacional não governamental patrocinada pelo setor produtivo da aquicultura e outras instituições. A missão da GAA é promover o desenvolvimento responsável da aquicultura para atender as demandas mundiais de alimentos. O primeiro passo da GAA nesse processo foi o desenvolvimento em 1997 dos Princípios Orientadores para a Aquicultura Responsável – *Guiding Principles for Responsible Aquaculture*. Esse documento é composto por uma série de nove recomendações gerais baseadas nas diretrizes para a Aquicultura Responsável, apresentada pela Organização Mundial da Agricultura e Alimentação – *Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO)*, conforme o seu Artigo No. 9, que trata do Desenvolvimento da Aquicultura, e que faz parte do Código de Conduta para a Pesca Responsável (FAO 1995).

Nesse sentido, a GAA considera que a produção de camarões ecologicamente sustentável e responsável pode ser praticada em muitos países. Isso significa que os sistemas de produção de camarão marinho podem ser conduzidos de uma maneira mais eficiente através da aplicação de métodos que minimizem os seus possíveis impactos ambientais. Ciente dessa problemática, e em decorrência da importância sócio econômica da produção de camarões marinhos, o Departamento

de Pesca e Aquicultura (DPA) do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), estabeleceu como uma de suas prioridades a elaboração da Plataforma Tecnológica do Camarão Marinho. Para isso, através do suporte financeiro do CNPq, o DPA atribuiu à Associação Brasileira dos Criadores de Camarões (ABCC) a responsabilidade de coordenar e integrar os estudos técnicos sobre a sustentabilidade ambiental da produção de camarões marinhos cultivados.

Simultaneamente a essas ações a ABCC fez algumas alterações e adaptações, de acordo com a realidade da carcinicultura nacional, no Código de Práticas para a Produção Responsável de Camarão elaborado pelo GAA. A ABCC foi mais adiante e elaborou os Termos e Compromisso do Código, os quais representam a posição da ABCC e de todos os seus associados. De acordo com a ABCC a efetivação do Código dependerá de sua adoção por todos produtores envolvidos com a produção de camarões e também do envolvimento dos órgãos ambientais, federal e estaduais, em dar a conhecer o seu conteúdo, não somente aqueles que desejam obter licenças prévias e de instalação, mas também a todos os produtores de camarão. O objetivo principal do Termo de Compromisso elaborado pela ABCC é garantir o desenvolvimento da atividade comercial do camarão marinho cultivado em condições seguras e harmônicas em relação ao meio ambiente e à sociedade.

De uma forma geral, o referido Código envolve os seguintes temas, considerados essenciais para o desenvolvimento sustentável da carcinicultura: 1) manguezais, 2) seleção do local 3) projeto e construção, 4) rações e métodos de arraçoamento, 5) manejo da sanidade, 6) agentes terapêuticos, 7) manejo dos viveiros, 8) efluentes e resíduos sólidos, 9) comunidade e relações com os empregados.

### **Cargas de nutrientes produzidas pelos sistemas de produção aquícolas**

O uso de rações pela aquicultura comercial tem possibilitado o aumento da produção acima do que seria possível apenas com a alimentação natural existente nos viveiros. Os fertilizantes raramente são as principais fontes de nitrogênio e fósforo nos sistemas de produção aquícolas intensivos. Nesse sentido, as cargas de nutrientes de um determinado sistema de produção aquícola podem ser estimadas como sendo as quantidades de nitrogênio e fósforo contidas na ração menos as quantidades desses dois nutrientes contidas nos peixes ou outros animais aquáticos no momento da despesca. Por exemplo, supondo-se que 1.000 kg de ração adicionadas a um viveiro produza 526 kg de peixe, isso correspondera a uma taxa de conversão alimentar (peso da ração ÷ peso dos peixes produzidos) de 1,9. Assumindo que a ração contém 4,8% de nitrogênio e 0,9% fósforo e que os peixes contém 25% de matéria seca, e que a matéria seca contém 9% de nitrogênio e 2,7% de fósforo, as cargas de nutrientes nesse sistema de produção para produzir 1.000 Kg de peixe são:

### Aporte de nutrientes contidos na ração

1.000 kg ração x 0,048 kg N/kg ração = 48 kg N

1.000 kg ração x 0,009 kg P/kg ração = 9 kg P

### Nutrientes contidos nos peixes na despesca

526 kg peixe x 0,25 kg matéria seca/kg peixe x 0,009 kg N/kg matéria seca = 11,8 kg N

526 kg peixe x 0,25 kg matéria seca/kg peixe x 0,027 kg P/kg matéria seca = 3,6 kg P

### Cargas de nutrientes no sistema de cultivo

48 kg N na ração – 11,8 kg N nos peixes = 36,2 kg N/1.000 kg ração

9 kg P na ração – 3,6 kg P nos peixes = 5,4 kg P/1.000 kg ração

A tabela 1 relaciona as cargas de nutrientes equivalentes a 1.000 kg de ração utilizadas no cultivo de varias espécies de organismos aquáticos de acordo com os diversos tipos de sistemas de produção utilizados. Com relação ao aporte de ração, as cargas de nitrogênio e fósforo variam respectivamente de 61,9 a 77,2%, e de 43,8 a 89,4%. A diferença mais significativa entre as cargas de nutrientes relacionadas na Tabela 1, é que os peixes são mais eficientes que os camarões no sentido de reter o fósforo contido nas rações. O motivo pelo qual os camarões contém uma concentração de fósforo muito menor, em comparação aos peixes, é porque os camarões não possuem um esqueleto ósseo como os peixes (Davis and Boyd 1978; Boyd and Teichert-Coddington 1995; Boyd and Green 1998). Os ossos são constituídos principalmente de fosfato de cálcio, por isso a concentração de fósforo nos peixes é muito maior.

Vale ressaltar, que muitos aquicultores tem obtido resultados referentes à taxa de conversão alimentar (TCA), bem melhores do que aquelas que estão relacionados na Tabela 1. Nesse sentido, é importante notar que as cargas de nutrientes serão muito menores para TCAs mais eficientes, entretanto, para os propósitos deste trabalho foram utilizadas TCAs típicas para os sistemas de produção estudados.

## **Cargas de nutrientes eliminadas no meio ambiente**

### Tanques rede e raceways

De acordo com Boyd and Queiroz (2001), com exceção dos dados apresentados para a produção de peixes em tanques rede em águas públicas, a Tabela 1 não fornece estimativas significativas referentes às cargas de nutrientes geradas pelos efluentes ou resíduos da aquicultura. Para o cultivo de salmão em tanques rede (ou outras espécies), todos os nutrientes não assimilados pelos peixes irão se dispersar na água em torno dos próprios tanques rede. Entre os diversos sistemas de produção utilizados pela aquicultura, os tanques rede são os que apresentam o maior potencial para a liberação de nutrientes. No caso dos tanques rede serem instalados em águas públicas (lagos, reservatórios, rios, etc), as

descargas de nutrientes relacionadas na Tabela I são significativas. Nesse sentido, não há nada que possa ser feito para diminuir as cargas de nutrientes, a não ser melhorar a eficiência das taxas de conversão alimentar, ou então, reduzir as concentrações de nitrogênio e fósforo nas rações. É óbvio, que nesses casos é preciso levar em consideração, que existe um limite de quanto é possível reduzir as concentrações de nitrogênio e fósforo, sem prejudicar a qualidade das rações.

Nos raceways para o cultivo de trutas, os nutrientes que não são assimilados pelos peixes, são eliminados dos raceways e podem atingir as águas públicas próximas aos raceways. Entretanto, existe a possibilidade de criar áreas de sedimentação nos raceways para remoção das fezes e resíduos de ração não consumida. Essa estratégia poderá diminuir a descarga de nutrientes, porém, uma grande proporção dos resíduos de nitrogênio e uma pequena parte dos resíduos de fósforo provenientes do cultivo de trutas em raceways, são incorporados na água como amônia e fósforo solúvel e, portanto, não podem ser removidos através dos processos de sedimentação.

### **Viveiros**

O cultivo peixes ou camarões em viveiros é diferente do cultivo em tanques rede ou raceways, porque, a água fica retida no interior dos viveiros por longos períodos antes de ser drenada dos viveiros para locais que contenham águas públicas. Esse período de tempo, mais longo, permite aos viveiros assimilar o nitrogênio e o fósforo, e conseqüentemente, reduzir as cargas desses nutrientes contidas nos efluentes dos viveiros. Por outro lado, a amônia que é excretada pelos peixes, camarões e bactérias na água dos viveiros, poderá seguir um ou vários caminhos. A amônia poderá ser absorvida pelo fitoplâncton e ser convertida em nitrogênio orgânico. Além disso, a amônia também poderá ser oxidada para nitrato pela ação das bactérias nitrificantes, ou então, entrar na atmosfera pela volatilização. Da mesma forma, o nitrato poderá ser convertido em gás de nitrogênio pelas bactérias denitrificantes e ser eliminado dos viveiros. Finalmente, o fitoplâncton morto, a ração não consumida e as fezes sedimentam no fundo dos viveiros e se acumulam no sedimento como matéria orgânica.

O nitrogênio orgânico pode ser reciclado retornando para a água dos viveiros como amônia após a decomposição bacteriana. O plâncton e outras partículas orgânicas não são normalmente eliminadas dos viveiros diretamente para o meio ambiente, a não ser que os viveiros sejam drenados. O fósforo é adsorvido rapidamente pelo sedimento do fundo dos viveiros, ou é precipitado da coluna d'água como fosfato de cálcio. Dessa forma, o fósforo contido no sedimento do fundo dos viveiros tem uma solubilidade baixa e está quase indisponível para retornar para a coluna d'água (Masuda and Boyd 1994). Boyd (1985), e Gross et al. (2000), determinaram as cargas de nitrogênio e fósforo de viveiros de catfish, e dão uma estimativa das percentagens do aporte desses dois nutrientes, contidos na ração, em função da forma que eles são retirados dos viveiros:

### **Nitrogênio**

Retirado nos peixes (despesca)	31,5%
Volatilização da amônia	12,5%
Denitrificação	17,4%
Acumulado no sedimento	22,6%
Efluentes	16,0%

### **Fósforo**

Retirado nos peixes (despesca)	31,0%
Acumulado no sedimento	57,6%
Efluentes	11,4%

De acordo com (Schwartz and Boyd 1994), 28,5% do nitrogênio e 7% do fósforo aplicados na ração foram encontrados nos efluentes dos viveiros utilizados durante esse estudo. Esses dados se referem a viveiros de produção de catfish drenados anualmente, e cuja drenagem ocasional ocorre somente após chuvas fortes, o que significa que 15 a 30% do nitrogênio e cerca de 10% do fósforo aplicados na ração são liberados pelos efluentes. É obvio que para a maioria dos viveiros de produção de catfish, que normalmente são drenados somente duas vezes em cada 15 a 20 anos, a carga de nutrientes é inferior (Boyd et al. 2000). Consequentemente, uma quantidade muito menor de nitrogênio e fósforo daquela estimada pelo trabalho citado acima é realmente drenada pelos viveiros.

Vale destacar que os processos de assimilação de nutrientes são similares nos viveiros utilizados para a maioria dos cultivos de peixes e camarões, portanto, a discussão sobre o cultivo de catfish em viveiros é aplicável para a maior parte dos sistemas de produção sem trocas d'água utilizados pela aquicultura. Estimativas razoáveis para cargas de nutrientes liberadas para o meio ambiente aparentam estar em torno de 10 kg N e 1 kg P/1.000 Kg de ração para tilápia, catfish e para o cultivo semi intensivo de camarões em viveiros drenados anualmente. Essas estimativas representam um quarto da quantidade de nitrogênio e cerca de um sexto da quantidade de fósforo, que poderia ser eliminada para o meio ambiente, em comparação com 1.000 kg de ração utilizada para o cultivo de salmão em tanques rede, ou para o cultivo de trutas em raceways (sem sedimentação). Entretanto, deve ser enfatizado que essas estimativas das percentagens de ração, nitrogênio e fósforo seguem diferentes ciclos de transformação para o caso de viveiros que utilizam taxas normais de estocagem e alimentação em nível comercial. Isso significa que não existe uma correlação forte entre o aporte de ração e as concentrações de nutrientes na água dos viveiros ou nos efluentes em decorrência de vários fatores como troca d'água, capacidade de assimilação dos viveiros, adoção de boas práticas de manejo (BMPs), etc.

### Troca d'água

A troca d'água reduz o tempo de retenção da água nos viveiros e diminui a capacidade dos viveiros de assimilar os nutrientes. Assumindo que um viveiro de camarão com um 1,0 metro de profundidade recebe 4,000 kg/ha de ração contendo 1,6% de fósforo por um período de 100 dias, equivalente ao ciclo normal de produção, a taxa de troca d'água deveria ser de 10% do volume total do viveiro por dia. Dessa forma pode-se considerar que a troca d'água desse viveiro com essa taxa de arraçoamento, contém cerca de 0,18 mg/L de fósforo total, e também é possível afirmar que a carga de fósforo durante um único ciclo de cultivo contida nos efluentes de um viveiro com esse regime de troca d'água é:

$$100 \text{ dias} \times 10.000 \text{ m}^3/\text{ha} \times 1 \text{ m} \times 0,1 = 100.000 \text{ m}^3 \text{ efluente}$$

$$100.000 \text{ m}^3 \times 0,18 \text{ g P/m}^3 \times 10^{-3} = 18 \text{ kg P no efluente}$$

O aporte de fósforo contido na ração é 64 kg (4.000 kg ração x 0,016), e o efluente decorrente da troca d'água contém 28% de fósforo que foi adicionado na ração (18 kg). Portanto, cerca de 10% a mais do fósforo da ração estará contido no efluente eliminado quando o viveiro for drenado para a despesca. Em resumo, cerca de 40% do fósforo da ração (28 kg) será eliminado nos efluentes.

### Melhoramento da capacidade de assimilação

Os viveiros possuem uma grande capacidade de assimilar nitrogênio e fósforo provenientes da ração, e consequentemente podem reduzir as cargas de nutrientes sobre o meio ambiente. Nesse sentido, os viveiros devem ser manejados para garantir a qualidade da água e maximizar a capacidade de assimilação da matéria orgânica, nitrogênio e fósforo. Dessa forma, as Boas Práticas de Manejo (BPMs) podem ser aplicadas sem dificuldades para manter ou melhorar a capacidade de assimilação dos viveiros, conforme abaixo relacionado:

- Utilizar rações de boa qualidade
- Evitar alimentação em excesso
- Utilizar taxas de estocagem e alimentação que não causem uma diminuição da concentração de oxigênio dissolvido inferior a 3 mg/L durante a noite
- Utilizar aeração mecânica para prevenir concentrações de oxigênio dissolvido abaixo de 3 mg/L
- Evitar, sempre que possível, drenar totalmente os viveiros para realizar a despesca
- Evitar trocas d'água ou reduzir as taxas de troca d'água o máximo possível
- Permitir a secagem total do solo dos viveiros entre as despescas
- Efetuar a calagem dos viveiros que contenham águas e solos ácidos
- Efetuar a fertilização dos viveiros somente quando for necessário para promover o *bloom* de fitoplâncton

## Conclusões

As Boas Práticas de Manejo (BMPs) para a produção de catfish nos EUA, elaboradas pela Auburn University e pelo USDA/NRCS, e o manual do GAA referente aos “Códigos de Práticas para Produção Responsável de Camarão”, contém várias sugestões que podem ser utilizadas para prevenir ou mitigar impactos ambientais negativos e também promover empregos e boas relações com a comunidade local. Esses documentos incluem práticas para mitigar impactos ambientais para diferentes sistemas de produção. Dependendo da situação atual, um número maior ou menor de práticas será necessária, além da combinação de práticas que poderão variar para resolver problemas ambientais e sociais localizados. Algumas das práticas poderão ser aplicadas para quase todas as situações, enquanto outras práticas serão aplicadas em situações específicas.

As práticas passíveis de aplicação em uma escala maior deverão ser consideradas obrigatórias para todos os participantes do programa da ABCC sobre Aquicultura Responsável, ou ainda para outros programas que venham a ser desenvolvidos, como por exemplo, para a produção responsável de peixes em tanques rede, sistemas de produção de peixes integrados à produção de suínos, pesque pagues, etc. Em adição as práticas obrigatórias, é preciso desenvolver uma lista de padrões. Os padrões são necessários para confirmar que as Boas Práticas de Manejo estão sendo usadas e que essas práticas estão melhorando os resultados ambientais e sociais da atividade.

Eventualmente, tais padrões poderão ser necessários para compor o próprio programa. Dessa forma, é recomendável que as associações de produtores de camarões, em cada um dos países envolvidos com essa atividade, comecem a acumular informações sobre a qualidade de efluentes, a fim de contribuir para a tomada de decisões racionais, no momento em que os padrões de qualidade de água forem identificados e selecionados. Por outro lado, é importante que as associações nacionais envolvidas com a aquicultura investiguem opções que possam permitir o estabelecimento de programas de monitoramento ambiental, sem a imposição de regulamentações impraticáveis e de caráter restritivo para os produtores.

Nesse sentido, é preciso considerar que os viveiros são diferentes dos tanques rede e dos raceways, porque eles não eliminam nitrogênio e fósforo nos corpos d'água naturais diariamente. Além disso, os viveiros possuem uma grande capacidade para assimilar esses dois nutrientes, e também servem como uma bacia de sedimentação, em função de apresentarem um tempo de retenção da água de vários dias ou até de vários meses. É importante observar que não existe uma correlação entre o aporte de nutrientes nos viveiros, e as concentrações de nutrientes encontradas na água dos viveiros e nos efluentes, a não ser que a capacidade de assimilação dos viveiros seja excedida. Essa situação foi ilustrada por meio de um estudo no qual rações contendo 0,58, 0,68, 0,75, 0,81, e 0,99% de fósforo foram adicionadas, como tratamentos distintos, em quantidades iguais a vários viveiros de produção de catfish. A concentração e as cargas de fósforo na água dos viveiros e nos efluentes não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos utilizados (Gross et al. 1998).

Na Europa, uma atenção considerável tem sido dada para limitar a adição de nitrogênio e fósforo nas rações para o cultivo de peixes em tanques rede, como uma forma de reduzir a carga ambiental. Esse procedimento não é adequado para a produção de peixes em viveiros, porque, nenhuma melhoria na qualidade dos efluentes poderia ocorrer como resultado da limitação de nutrientes na ração adicionada em viveiros, nos quais a capacidade de assimilação não foi superada.

Dependendo da espécie cultivada e do método de cultivo utilizado, existe uma taxa de arraçoamento acima da qual a qualidade da água dos viveiros vai deteriorar, devido a perda da capacidade de assimilação. Para o cultivo de catfish em viveiros estáticos (sem troca d'água), essa taxa de arraçoamento é cerca de 30 kg/ha por dia em viveiros sem aeração, e 120 kg/ha por dia em viveiros com aeradores cuja potência total é de 3 a 4 HP por hectare (Boyd and Tucker 1998). Relações similares entre as taxas de conversão alimentar e a qualidade da água, também ocorrem em viveiros para a produção de camarões sem trocas d'água. Entretanto, uma quantidade muito maior de ração pode ser aplicada em viveiros para a produção de tilápia e para a produção de camarões com troca d'água.

A adoção de Boas Práticas de Manejo (BPMs) para prevenir que a capacidade de assimilação dos viveiros seja excedida, deve ser enfatizada como parte das regulamentas ambientais relativas à efluentes, e uma determinada BPM poderá ser recomendada no caso da elevação das taxas de arraçoamento. Entretanto, até o momento não existe uma base científica que permita afirmar a existência de uma relação direta entre a taxa de arraçoamento e a qualidade dos efluentes.

### Referências Bibliográficas

- ANZECC/AWRC. National water quality management strategy: Australian water quality guidelines for fresh and marine waters. **Australian & New Zeland Environment a Conservation Council and Australian Water Resources Council, Melbourne.** 1992.
- BOYD, C. E. Chemical budgets for channel catfish ponds. **Transactions of the American Fisheries Society** 114:291-298. 1985.
- BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F. Aquaculture pond effluent management. **Aquaculture Asia**, v. 2, n. 2, p. 43-46, 1997.
- BOYD, C. E. and B. GREEN. Dry matter, ash, and elemental composition of pond-cultured tilapia (*Oreochromis aureus* and *O. niloticus*). **Journal of the World aquaculture Society** 29:125-128. 1998.
- BOYD, C. E. and D. TEICHERT-CODDINGTON. Dry matter, ash, and elemental composition of pond-cultured *Penaeus vannamei* and *P. stylirostris*. **Journal of the World Aquaculture Society** 26:88-92. 1995.
- BOYD, C. E. and C. S. TUCKER. Pond Aquaculture Water Quality Management. **Kluwer Academic Publishers, Boston.** 700 p. 1998.

- BOYD, C.E. Codes of practice for responsible shrimp farming. **Global Aquaculture Alliance**. St. Louis, Missouri, USA. 1999.
- BOYD, C. E., J. QUEIROZ, J. LEE, M. ROWAN, G. N. WHITIS, and A. GROSS. Environmental assessment of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, farming in Alabama. **Journal of the World Aquaculture Society** 31(4):511-544. 2000.
- BOYD, C. E., and QUEIROZ, J.F. Nitrogen, phosphorous loads vary by system – USEPA should consider system variables in setting new effluent rules. **Global Aquaculture Advocate**. St. Louis, USA., v.4, n.6, p.84-86. 2001.
- BRUNSON, M.W. Catfish quality assurance. **Mississippi Cooperative Extension Service**, Publication 1873, Mississippi State University, Mississippi, USA. 1997.
- CASTAGNOLLI, N. (Ed.). **Aquacultura para o ano 2.000**. Brasilia: CNPq, 1996.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolucao No. 20, de 18 de Junho de 1986**. Brasilia: CONAMA, 1986.
- DAVIS, J. A. and C. E. BOYD. Concentrations of selected elements and ash in bluegill (*Lepomis macrochirus*) and certain other freshwater fish. **Transactions of the American Fisheries Society** 107:862-867. 1978.
- FAO. Code of conduct for responsible fisheries. **FAO, Rome**. 41p. 1995.
- FEDERAL REGISTER. Environmental Protection Agency. Effluents Guidelines Part. Federal Register: June 16, 2000 (Volume 65, Number 117, Pages 37783-37788). **Office of the Federal Register, National Archives and Records Administration**, Washington, D.C., USA. 2000.
- GROSS, A., C. E. BOYD, and C. W. WOOD. Nitrogen transformations and balance in channel catfish ponds. **Aquacultural Engineering** 24:1-14. 2000.
- GROSS, A., C. E. BOYD, R. T. LOVELL, and J. C. EYA. Phosphorus budgets for channel catfish ponds receiving diets with different phosphorus concentrations. **Journal of the World Aquaculture Society** 29:31-39. 1998.
- KITAMURA, P. C.; LOPES, R. B.; CASTRO JUNIOR, F. G.; QUEIROZ, J. F. 1999. Avaliacao ambiental e economica dos lagos de pesca esportiva na bacia do Rio Piracicaba. **Boletim da Industria Animal**, Nova Odessa, v. 56, n. 1, p. 95-107, 1999.
- MASUDA, K. and C. E. BOYD. Phosphorus fractions in soil and water of aquaculture ponds built on clayey, Ultisols at Auburn, Alabama. **Journal of the World Aquaculture Society** 25:379-395. 1994.
- SCHWARTZ, M. and C. E. BOYD. Effluent quality during harvest of channel catfish from watershed ponds. **Progressive Fish-Culturist** 56:25-32.1994.
- SCHWARTZ, M., and BOYD, C.E. Suggested management to improve quality and reduce quantity of channel catfish pond effluents. Leaflet 108, **Alabama Agricultural Experiment Station**, Auburn University, Alabama, USA. 1996.

**Tabela 1. Estimativas da quantidade de nitrogênio e fósforo liberados por 1.000 kg de ração por diferentes sistemas de produção utilizados pela aquicultura. Essas estimativas representam condições normais de cultivo.**

Espécies e sistemas de cultivo	Ração			Composição corporal total		Cargas de nutrientes geradas pelos diferentes sistemas de cultivo			
	% N	% P	FCR	(base em peso seco)		(kg/1.000 kg ração)		(% aporte de ração)	
	% N	% P	FCR	% N	% P	N	P	N	P
Salimão (tanques rede)	7,04	1,3	1,1	10	3,2	47,7	5,7	67,8	43,8
Trutas (raceway)	6,4	1,3	1,1	10	3,2	41,3	5,7	64,5	43,8
Tilapia (viveiros)	4,8	1,0	1,5	8,5	3,0	33,8	5,0	70,4	50,0
Camarão (viveiros)									
Semi-intensivo	4,8	1,0	1,5	11	1,25	29,7	7,9	61,9	79,0
Intensivo	6,72	1,6	1,8	11	1,25	51,9	14,3	77,2	89,4
Catfish	4,8	0,9	1,9	9	2,7	36,2	5,4	75,4	60,0