

QUALIDADE DA ÁGUA EM AQUICULTURA

Lúcia Helena Sipaúba-Tavares¹

A aquicultura é um nome genérico, cobrindo uma ampla variedade de técnicas de produção de espécies, criadas sob diferentes condições e localidades geográficas.

O grau e a intensidade com que as técnicas de cultivo perturbam o ambiente são diretamente proporcionais a extensão da exploração dos recursos e desenvolvimento do meio e suas conseqüências, dependerá da localização, tipo de cultivo e técnica empregada.

Nem todas as técnicas de cultivo têm conseqüências ambientais negativas, uma vez que muitos delas são altamente benéficas quando o manejo ambiental é efetivo e sócio econômico sustentável.

Com o crescente desenvolvimento da aquicultura nacional e a falta de preocupação de seus efeitos no ambiente, estão sendo desenvolvidas técnicas utilizando sistemas alternativos com possibilidade da reciclagem da biomassa para melhoramento da qualidade da água sendo urgentes e necessárias em nosso país.

Existem diversas práticas de manejo em aquicultura no Brasil, dependendo da região e das condições climáticas locais. Na região sudeste é comum o uso de fluxo contínuo de água onde, a água de um viveiro é passada para o outro sem nenhum tratamento prévio, desaguando diretamente nos mananciais naturais. A passagem de água desta forma pode acarretar ao longo do tempo problemas com eutrofização, causando doenças aos peixes cultivados e conseqüentemente, uma perda na produção.

A água de um viveiro que é drenada diretamente para outro viveiro, pode apresentar composição semelhante ao anterior e se mais ração ou outro tipo de material for adicionado ao viveiro subseqüente, juntamente com as fezes dos peixes e resíduos alimentares que são ricos em nitrogênio e fósforo, levarão com certeza a deterioração da qualidade da água.

¹ Professora, Doutora da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Centro de Aquicultura, Laboratório de Limnologia e Produção e Plâncton (LLPP), Jaboticabal, SP, 14884-900, e-mail: sipauba@caunesp.unesp.br

O fluxo de água é extremamente importante, sendo responsável em parte pelo transporte de nutrientes, transporte de microrganismos, adição de oxigênio ao meio entre outros. Em aqüicultura, cuidados devem ser tomados com acúmulo de matéria orgânica e inorgânica no meio para não afetar o sistema de produção e conseqüentemente, produzindo uma qualidade de água inadequada para a criação de organismos aquáticos.

Além disso, para uma aqüicultura sustentável o manejo deve ser integrado e uma utilização racional da piscicultura, no qual os resíduos provenientes destes sistemas possam ser reutilizados em canteiros agrícolas, hidroponia ou tratados com biofiltros.

A utilização de biofiltros como forma de minimizar a eutrofização da aqüicultura é bem conhecida, devido a remoção da matéria orgânica e inorgânica principalmente em relação aos compostos nitrogenados (Pinto et al., 1983; Oron et al., 1984; Campeau, 1994; Yoo et al., 1995; Avnimelech, 1998).

A biofiltração é utilizada para manutenção da qualidade da água, removendo a maioria da matéria orgânica, tornando a água livre de resíduos provenientes dos sistemas de criação de peixes.

Existem quatro tipos básicos de filtros utilizados em aqüicultura: 1)- mecânico, 2)- gravidade, 3)- químico e o 4)- biológico este último, estão incluídas as macrófitas aquáticas.

O material orgânico a partir da piscicultura consiste em grande parte de partículas que podem ser usadas diretamente como alimento pela fauna associadas as plantas aquáticas. Dessa forma, a confecção de biofiltros a partir de macrófitas aquáticas tem garantido resultados satisfatórios (Pinto et al., 1983, Reddy e Debusk, 1987, Granato, 1995).

Os biofiltros de macrófitas podem reter a matéria orgânica a partir dos sistemas de criação de peixes que consistem em grande parte de partículas que podem ser utilizadas diretamente como alimento para a macrofauna, dando um rápido retorno à cadeia trófica com melhoria da qualidade da água.

Estudos revelam que certas plantas aquáticas vasculares são capazes de absorver, através de suas raízes metais, substâncias orgânicas e inorgânicas. O sucesso econômico da produção de energia e tratamento de água utilizando plantas aquáticas depende em grande parte da atividade fotossintética e das taxas de crescimento das plantas.

Segundo Reddy e Debusk (1987), a seleção de uma planta para uso de biofiltro, deverá seguir os seguintes critérios:

- (i)- adaptabilidade ao clima local;
- (ii)- altas taxas fotossintéticas;
- (iii)- tolerância as concentrações adversas de poluentes;
- (iv)- alta capacidade no transporte de oxigênio;
- (v)- capacidade de assimilar poluentes;
- (vi)- resistentes a peste e doenças;
- (vii)- fácil manejo.

Assim, é sem dúvida de grande interesse a possibilidade de aproveitamento dessas plantas como biofiltro e também como fertilizante orgânico visto que mesmo secas possuem alto valor calórico possibilitando seu uso de forma integral em vez de serem desperdiçadas nos esgotos e levadas para o fundo de rios e lagos.

Várias plantas aquáticas têm sido mais eficientes na utilização de energia solar do que as terrestres dentre elas podem-se destacar o “aguapé” (*Eichhornia crassipes*) (Reddy & Debusk, 1987).

Devido a falta de literatura sobre as plantas aquáticas, principalmente o “aguapé”, existe ainda muitas confusões de informações e muitas vezes são apresentadas como praga ou somente como agente despoluidor.

Quando o “aguapé” é utilizado de forma correta do ponto de vista técnico científico, atua como um agente de tratamento de efluentes em sistemas de criação de peixes, e também como fertilizante uma vez que, esses sistemas não possuem substâncias tóxicas e, portanto, após a utilização das macrófitas nos biofiltros, podem ser imediatamente secas e usadas como fertilizantes orgânicos. Desta forma, esse procedimento em viveiros de cultivo de peixes terá um efeito direto na comunidade planctônica que retira da água os nutrientes primários para o seu crescimento, onde as plantas aquáticas funcionam como um grande reservatório desses elementos.

O Brasil é fonte inesgotável de plantas aquáticas podendo transformar-se devido às suas condições climáticas especialmente adequadas, em celeiros de matéria prima (Pinto et al.,1983).

A implementação na aquíicultura de plantas aquáticas no tratamento de água e reciclagem, têm recebido um grande interesse nos últimos anos, sendo economicamente eficiente dependendo principalmente das condições ambientais, qualidade do efluente e o custo do tratamento (Oron et al., 1984).

Em sistemas de aquíicultura os peixes são criados em viveiros, tanques, tanques rede ou canais. Devido a estes tipos de sistemas, os efluentes contendo resíduos de peixes (alimento não digerido e fezes) podem causar degradação na qualidade da água e conseqüentemente na água de despejo.

Melhorar a qualidade da água em viveiros de cultivo especialmente, a respeito dos metabólicos nitrogenados tóxicos, pode ser estabelecido por meio de biofiltros.

No Brasil, há necessidade de estudos básicos para o entendimento da estrutura e dinâmica de sistemas de cultivo, utilizando-se de culturas hidropônicas como forma de melhorar a qualidade da água que sai dos diversos viveiros e tanques de cultivo.

Novas idéias e técnicas dependem da localização, tipo de cultivo e dos sistemas de produção, porém, transferências de tecnologia devem ser estimuladas no sentido do aproveitamento da água ou mesmo no tratamento destes sistemas, como forma de impactar de forma positiva o meio.

Os impactos ambientais promovidos pelo cultivo de peixes ou de outros organismos aquáticos são localizáveis, identificáveis e as possibilidades de técnicas de mitigação e mesmo eliminação é uma realidade.

Os aspectos ecológicos da aquíicultura devem ser ressaltados a fim de poder elucidar alguns problemas relativos a qualidade da água minimizando os impactos negativos causados por este empreendimento.

O crescimento da aquíicultura acarreta problemas que afetam o regime das águas, impactando os mananciais naturais e diretamente a qualidade da água, sendo esta a responsável para o sucesso da produção racional dos viveiros. Apesar de diversos estudos sobre qualidade de água em viveiros, ainda falta um entendimento de como realmente estes ecossistemas funcionam e interagem com os fatores bióticos e abióticos, pois qualquer perturbação altera rapidamente a qualidade da água e conseqüentemente, causando certos danos as espécies que serão comercializadas.

A aqüicultura é um negócio que tem como meta produzir organismos aquáticos sendo o objetivo final o lucro. Assim, a aplicação de técnicas ultrapassadas e costumes regionais sem qualquer orientação correta, de certa forma estão direta ou indiretamente relacionadas com a eutrofização, levando seguramente a uma alta mortalidade e baixa produção (Boyd e Queiroz, 2001).

O mercado determina a oportunidade e os princípios ecológicos determinam a escolha das práticas de aqüicultura para uma tecnologia sustentável. O sucesso de uma aqüicultura dependerá das práticas de manejo empregadas e da alta qualidade do produto produzido, estando diretamente relacionados com as condições ambientais do viveiro (Boyd e Queiroz, 1997).

Os efeitos ambientais podem ser minimizados, sendo necessário averiguar a capacidade de suporte dos viveiros utilizados para a produção de peixes monitorando, controlando e aplicando técnicas de manejo compatíveis ao tipo de produção com estabilidade do meio ambiente.

Técnicas de manejo dos viveiros podem melhorar a qualidade da água e conseqüentemente, levar a um menor estresse dos organismos cultivados acarretando melhor sobrevivência e crescimento.

Técnicas de boas práticas de manejo (BPM) são mais adequadas para tentar melhorar alguns dos problemas relacionados com a qualidade da água, sendo que em algumas situações uma simples prática pode resolver um determinado problema porém, um conjunto de práticas ou um sistema de BPM são necessários para um melhoramento efetivo dos sistemas de produção, tendo como suporte a avaliação dos aspectos de manejo ambiental (Boyd e Queiroz, 1997).

A aplicação de BPM é ideal para uma produção de alta qualidade do produto produzido, porém há pouca pesquisa ou experiência na sua implementação, sendo simples e efetiva tendo como resultado final uma proteção da qualidade da água e dos mananciais naturais adjacentes ao sistema de produção (Boyd e Queiroz, 2001).

O termo, prática, como aplicado para métodos de controle de poluição refere-se a estrutura, cobertura vegetativa ou atividades de manejo necessárias para diminuir o potencial de poluição e melhorar a qualidade da água as quais são denominadas de boas práticas de manejo ou BPM (Boyd e Queiroz, 2001).

Segundo os autores acima uma prática de manejo simples e aplicável seria a utilização de biofiltro com talos vegetativos nos efluentes que possuem excessivas concentrações de sólidos suspensos devido a descarga dos sistemas de criação de peixes e através de boas práticas de conservação que controlem a concentração de nutrientes e minimizem os efeitos adversos, além disso poderá ser empregada técnicas adequadas de alimentação e fertilização nos viveiros que conseqüentemente reduzirão os nutrientes prevenindo o florescimento algal e problemas associados à alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO), alto pH e baixa concentração de oxigênio dissolvido.

O maior problema ambiental na criação de peixes está relacionado aos efluentes como grande potencial de poluição nas águas naturais. Embora os efluentes não apresentam altas concentrações de poluentes quando comparados aos efluentes de indústrias e municipais, as vezes contém concentrações de algumas variáveis limnológicas acima daquelas permitidas, tornando-se uma fonte de poluição (Boyd e Schmittou, 1999).

Recente interesse na regulamentação dos efluentes em diversos países tem levado algumas pesquisas focalizando os efluentes de viveiros e desenvolvendo técnicas para reduzir o volume e melhorar a qualidade da água de escoamento.

Várias sugestões já foram oferecidas no sentido de minimizar os impactos dos efluentes nos sistemas naturais dentre elas a criação de bacias de sedimentação, recirculação de água, biofiltros, “wetlands”, porém as técnicas mais flexíveis e possíveis de serem aplicadas, são as boas práticas de manejo (BPM) para reduzir o volume de água e materiais liberados para o meio como também melhorar a qualidade da água nos efluentes dos viveiros de criação de peixes (Boyd e Queiroz, 2001).

Os produtores têm se esforçado no sentido de melhorar a qualidade da água dos efluentes, porém, o limitado conhecimento dos princípios da qualidade da água na indústria da aquicultura no sentido de reduzir a poluição destes sistemas não está se desenvolvendo tão rápido quanto o crescimento desta indústria no país (Boyd e Queiroz, 1997).

Poucos estudos mostram os efeitos adversos dos efluentes de aquicultura porém sabe-se que são ricos em nutrientes, matéria orgânica e sólidos suspensos podendo causar problemas de eutrofização e sedimentação nos corpos de água natural devido ao seu efeito acumulativo.

Uma forma de reduzir o risco de poluição dos efluentes é aplicar um padrão que deve especificar os alcances de máximo e mínimo das variáveis limnológicas, principalmente pH, OD (oxigênio dissolvido), DBO (demanda bioquímica de oxigênio), STD (sólidos totais dissolvidos), entre outros. Altas concentrações de DBO e STD podem ser reduzidas drasticamente através da sedimentação (Boyd e Queiroz, 1997).

Na maioria dos cultivos as descargas ocorrem diretamente nos rios, sem tratamento prévio, podendo com isto mudar a biota aquática de rios e córregos. Além disso, muitos sistemas funcionam de forma que o excesso de detrito acumulado nos viveiros e tanques de cultivo no fundo são removidos e lançados no próximo viveiro. Muitos dos nutrientes do influxo de água e aqueles produzidos nos viveiros são utilizados para a produção orgânica, enquanto alguns são absorvidos pelo solo.

A aquíicultura promete crescer ainda mais assim é necessário o desenvolvimento de manejos adequados para que seu efeito como agente poluidor possa ser reduzido, porém, deve-se ter em mente que cada região deverá ter BPM específica, priorizando o clima, geografia e características da região em questão.

As técnicas de manejo em aquíicultura necessitam ser melhoradas e voltadas para os aspectos ecológicos dos sistemas, minimizando desta forma os impactos negativos que vêm causando ao ambiente. Isto só pode ser alcançado através de estudos científicos tendo como objetivo um entendimento holístico destes sistemas. Portanto, as BPM vêm de encontro a esse objetivo e, atualmente são o grande interesse de estudo para uma aquíicultura de alta produtividade com qualidade de produto com saída no mercado nacional e internacional.

A aquíicultura tem sido considerada por muitos como uma fonte constante de poluição porém, estudos realizados por Macintosh e Phillips (1992) demonstraram que menos de 10% da destruição dos manguezais no mundo foi devido a criação de organismos aquáticos.

Segundo Boyd e Schmittou (1999) a aquíicultura sustentável é aplicada a todas as escalas de operação a partir de um simples viveiro cujas tecnologias podem ser aplicadas para situações individuais ou universais.

Do ponto de vista mundial a aquíicultura é uma atividade pequena, porém, de grande contribuição no suplemento alimentar afetando de forma direta os recursos ambientais e desta forma sua sustentabilidade necessitando de uma nova revisão, principalmente nos

lugares onde há rápida e concentrada expansão devido ao efeito acumulativo que apresentam estes sistemas de criação.

Nesse sentido as BPM tem o objetivo de minimizar, prevenir ou mesmo mitigar os efeitos adversos das atividades humana aplicadas na aqüicultura identificando, formulando, padronizando e mudando, no que for possível, as variáveis ambientais e criando tecnologias baseadas no manejo integrado destes sistemas de criação de organismos aquáticos.

Um dos grandes potenciais dos códigos de boas práticas de manejo tem o objetivo de tentar resolver os problemas relacionados com a aqüicultura.

O sucesso da aqüicultura dependerá das práticas de manejo empregadas e a qualidade do produto produzido, estará diretamente relacionada com as condições ambientais do viveiro.

Com o aumento da densidade populacional ocorre uma mudança na distribuição de água com intensificação tanto na agricultura como na aqüicultura acarretando conflitos para o uso dos recursos hídricos e conseqüentemente, maior atenção deve ser dada a utilização da água pela aqüicultura.

A natureza e a extensão das conseqüências ambientais da aqüicultura depende em grande parte da localização, tipo de cultivo, capacidade do corpo d'água como receptor de resíduos, tipo e quantidade de alimento fornecido, dinâmica do sedimento, uso de produtos químicos, tempo de retenção da água tão bem quanto da tecnologia de produção empregada (Pillary, 1992).

A maioria dos cultivos em nosso país, os resíduos dos viveiros e tanques de cultivo são passados para o próximo viveiro e as descargas ocorrem diretamente nos rios e córregos sem tratamento prévio e desta forma, aumentando o nível de sólidos e solúveis na água ou no solo.

Os viveiros são sistemas rasos e dinâmicos em geral com curto tempo de residência e com despescas pelo menos uma vez ao ano esvaziando totalmente os viveiros e, esses fatores refletirão diretamente na qualidade da água acarretando mudanças bruscas no meio ocasionando altas concentrações de nutrientes ou clorofila-*a*, principalmente na época de alta produção de peixes (novembro a abril) onde a adição de ração é mais intensa e os fatores climáticos como temperatura e precipitação têm forte efeito na dinâmica destes sistemas. Já no inverno período de seca (junho a agosto), apresenta baixa circulação de

água e maior tempo de residência da água, neste caso a matéria orgânica e inorgânica tende a permanecer mais tempo no sistema havendo maior interação entre os fatores bióticos e abióticos destes sistemas.

O fluxo de água é extremamente importante, sendo responsável em parte pelo transporte de nutrientes, transporte de microrganismos, adição de oxigênio ao meio entre outros. Em aquicultura, cuidados devem ser tomados com acúmulo de matéria orgânica e inorgânica no meio para não afetar o sistema de produção e conseqüentemente produzindo uma qualidade de água inadequada para a criação de organismos aquáticos.

Cuidados devem ser averiguados na implementação de uma piscicultura, para redução do impacto gerado por este empreendimento. Alguns autores vêm enfatizando a utilização dos próprios recursos que o ambiente pode fornecer utilizando-se da ecotecnologia (Simeon e Silhol, 1985; Reddy e Debrusk, 1987; Muzzi, 1994).

Segundo Hepher et al. (1989) e Milstein (1992), a maximização da produção em viveiros pode ser obtida associando-se peixes de diferentes hábitos alimentares, de forma a aproveitar efetivamente o alimento natural disponível e diminuir o impacto gerado pelo efluente bem como, um planejamento das interações ecológicas entre peixes e seu meio, minimizando assim, as alterações que podem ser decorrentes da aquicultura.

Em geral, os sistemas de cultivo são ambientes em estado clímax e qualquer alteração, independente do grau de atuação, leva a distúrbios no meio. Um dos mais comuns é o florescimento algal, acarretando um decréscimo nos níveis de oxigênio na água ou mesmo à morte dos peixes pela liberação de substâncias tóxicas pelas algas.

A aquicultura pode impactar o meio de forma negativa ou positiva esta última, pode contribuir para a diminuição da poluição ambiental a partir da utilização racional de seus resíduos que têm várias origens, como por exemplo: alimentar, natural (fezes, urina), e químico (derivados do uso de substâncias químicas no controle de pragas, predadores e doenças).

Um dos principais impactos associados com o cultivo de peixes resulta dos resíduos metabólicos, fezes e alimento não digerido (Talbot e Hole, 1994).

Os resíduos podem ser sólidos e solúveis, os sólidos estão suspensos ou acumulados sobre o sedimento e consistem principalmente de carbono orgânico e compostos

nitrogenados. Os solúveis são, geralmente, derivados de produtos metabólicos do cultivo ou de resíduos sólidos através da decomposição e lixiviação (Yoo et al., 1995).

Segundo Rosenthal (1994) os métodos utilizados para a redução dos resíduos provenientes da aquicultura são classificados da seguinte forma:

- (i) separação dos peixes por classe de tamanho, reduzindo assim os riscos de doenças e a necessidade da utilização de antibióticos;
- (ii) otimização de estratégias alimentares para redução dos resíduos;
- (iii) formulação de rações mais adequadas;
- (iv) desenvolvimento de técnicas para com mais eficácia remover os resíduos.

Há dois problemas principais associados com os tratamentos de resíduos a partir da aquicultura são o alto fluxo e baixas concentrações de poluentes. A deterioração da qualidade da água pode ocorrer a partir da eutrofização do meio resultante da quebra biológica devido a excessiva introdução da matéria orgânica no meio ou provenientes de outros viveiros.

Os resíduos provenientes de sistemas de criação de peixes além de deteriorarem a qualidade da água podem também, reduzir a biodiversidade, pela diminuição da diversidade de habitat. Em geral, os impactos da aquicultura sobre a biodiversidade raramente são positivos, o resultado final é uma redução da cadeia alimentar e decréscimo nas concentrações de nutrientes e energia (Beveridge et al., 1994).

A utilização sustentável da aquicultura permite uma proteção da biodiversidade aquática através do controle dos resíduos, escape de espécies exóticas, uso incorreto da terra, melhoramento da conversão alimentar, entre outros.

Segundo Avnimelech (1998) somente uma pequena proporção dos constituintes alimentares são assimilados diretamente no peixe, cerca de 25% do nitrogênio alimentar e 20% do fósforo são aproveitados o resto é acumulado no sedimento. Já Gross et al. (1998) e Ackefors (1986) verificaram que a dinâmica do fósforo no meio é controlada pela absorção deste nutriente no sedimento e pelo tempo de retenção da água sendo fatores decisivos para o impacto local de uma unidade operadora.

Uma pequena parte do fósforo está dissolvido na água e disponível diretamente para a produção primária e a outra parte, está no sedimento em forma particulada (Enell e Löf, 1983). Em relação ao nitrogênio uma parte (5-15%) é excretada como uréia, sendo

dependente da qualidade e quantidade de proteína na dieta e a outra está disponível na água (Ackefors e Enell, 1994).

O consumo alimentar pelo peixe varia diariamente e a taxa alimentar é adaptada as condições locais de cada piscicultura e pratica de manejo. Essas variações resultam a partir de vários fatores como estresse, níveis de luz, mudanças rápidas na qualidade da água tais como temperatura, oxigênio dissolvido, pH e sólidos suspensos (Talbot & Hole, 1994).

Os efeitos da aquicultura na biota aquática incluem: aumento dos níveis de nutrientes dissolvidos, turbidez, matéria orgânica no sedimento, decréscimo na diversidade de espécies, redução nas concentrações de oxigênio dissolvido e mudanças na condutividade e pH (Talbot & Hole, 1994).

Os limites de tolerância da qualidade da água dependem muito das espécies cultivadas, especialmente em relação aos fatores ambientais como temperatura, oxigênio, pH, carbono, nutrientes, turbidez, entre outros.

A aquicultura utiliza grande quantidade de água sem a preocupação como vai ser utilizada, com perdas por infiltração ou evaporação e na maioria das vezes retornando para o meio, uma água mais degradada.

A qualidade da água só pode ser manejada de forma adequada através do entendimento dos processos biológicos juntamente com os fatores abióticos do meio.

O manejo tem influência direta na limnologia dos sistemas de cultivo, por exemplo: o aumento na concentração de cálcio acarreta uma elevação da alcalinidade e pH, condições que são favoráveis para a remoção de nutrientes causando eutrofização na água. Água com pH elevado o nitrogênio é transformado em amônia gasosa escapando para a atmosfera (Pillary, 1992).

Riscos adicionais devido a deterioração da qualidade da água pode ocorrer a partir da eutrofização resultante da quebra biológica, com excessiva quantidade de matéria orgânica introduzida no viveiro criando condições favoráveis à doenças, pois as bactérias estão na natureza relacionadas com o estado trófico do meio.

Cho e Woodward (1989) enfatizam a importância das interações de uma abordagem limnológica e química para controle dos resíduos da aquicultura com métodos biológicos baseados na qualidade alimentar, quantidade de alimento usado por biomassa de peixe produzido.

Além disso, sistemas de cultivo são dinâmicos e na grande maioria apresentam fluxo contínuo de água com curto tempo de residência. Segundo Rippey et al.(1997), em sistemas cujo grau de trofia varia de mesotrófico para eutrófico, como é o caso dos sistemas de criação de peixes, ocorre uma alta liberação de fósforo a partir do sedimento e, esses sistemas com curto tempo de retenção hidráulica, permitem que uma proporção de fósforo possa ser liberada do viveiro.

Para Insull e Shehadeh (1996), o desenvolvimento sustentável na aqüicultura inclui os seguintes princípios:

- (i)- manutenção ecológica dos sistemas;
- (ii)- melhoria econômica e bem estar social;
- (iii)- igualdade inter e intradescendência;
- (iv)- adoção de abordagens precatórias.

Em geral é difícil determinar o impacto da aqüicultura no meio de forma isolada, as conseqüências são geralmente provenientes de vários fatores que acarretam um distúrbio do estado natural.

Em muitos países falta uma política e um planejamento da aqüicultura, que não leva em consideração o uso da terra e o manejo dos recursos hídricos. Uma política adequada poderá levar a uma maior disponibilidade do meio e dos recursos da aqüicultura, estimulando novas tecnologias como um meio efetivo de informação acarretando um aumento de produção e eficiência no manejo do meio.

A combinação do aumento da população e crescimento econômico, bem como a degradação dos meios aquáticos e o aumento da competição pelos recursos hídricos, levará a uma enorme pressão sob a capacidade sustentável da aqüicultura e expansão de alimento. Entretanto, uma orientação da utilização racional da água através de uma política efetiva, pode resultar em ganhos significativos tanto para a produção como para o meio ambiente.

O crescimento da aqüicultura acarreta problemas que afetam o regime das águas, impactando os mananciais naturais e diretamente a qualidade da água, sendo esta a responsável para o sucesso da produção racional dos sistemas de criação. Apesar de diversos estudos sobre qualidade de água em viveiros, ainda falta um entendimento de como realmente estes ecossistemas funcionam e interagem com os fatores bióticos e

abióticos, pois qualquer perturbação altera rapidamente a qualidade da água e conseqüentemente, causando certos danos as espécies que serão comercializadas.

REFERÊNCIAS

- ACKEFORS, H. The impact on the environment by cage farming in open water. **J.Aquat.Trop.**, v.1, p. 25-33, 1986.
- ACKEFORS, H.; ENELL, M. The release of nutrients and organic matter from aquaculture systems in nordic countries. **J.Appl.Ichthyol.**, v.10, p.225-241, 1994.
- AVNIMELECH, Y. Minimal discharge from intensive fish ponds. **World Aquaculture**, p. 32-37, 1998.
- BEVERIDGE, M.C.M.; ROSS, L.G.; KELLY, L.A. Aquaculture and Biodiversity. **Ambio**, v.23, n.8, p.97-502, 1994.
- BOYD, C.E.; QUEIROZ, J. Aquaculture pond effluent management. **Aquaculture Asia**, v.4, p.43-46, 1997.
- BOYD, C. E.; SCHIMITTOU, H.R.. Achievement of sustainable aquaculture through environmental management. **Aquaculture Economics & Management**, v.3, n.1, p.59-69, 1999.
- BOYD, C.E.; QUEIROZ, J. Feasibility of retention structure, settling basins and best management practices in effluent regulation for Alabama channel catfish farming. **Reviews in Fisheries Science**, v.9, n.2, p.43-67, 2001.
- CAMPEAU, S.; MURKIN, H.R.; TITMAN, R.D. Relative Importance of algae and emergent plant litter to freshwater marsh invertebrate. **Can.J.Fish.Aquat.Sci.**, v.51, p.681-692, 1994.
- CHO, C.Y.; WOODWARD, W.D. Studies on the protein to energy ratio in diets for rainbow trout (*Salmo gairdneri*). In: Energy Metabolism of Farm Animals. **Proc.11th Symposium, EAPP**, v.43, p. 223-246, 1989.
- ENELL, M.; LÖF, M. Miljöeffekter av vattenbruk – sedimentation och närsaltbelastning från fiskkassarodlingar, **Vatten**, v.39, n.4, p.363-375, 1983.
- GRANATO, M. Utilização do aguapé no tratamento de efluentes com cianetos. Série Tecnologia Ambiental, n^o 5, Rio de Janeiro. 1995. 39p.
- GROSS, A.; BOYD, C.E.; LOVELL, R.T. et al. Phosphorus budget for channel catfish ponds receiving diets with different phosphorus concentrations. **J.World Aquac. Soc.**, v.29, n.1, p.31-39, 1998.
- HEPHER, B.; MILSTEIN, A.; LEVENTER, H. et al. The effect of fish density and species combination on growth and utilization of natural food in ponds. **Aquacu. Fish. Manage.**, v.20p.59-71, 1989.
- INSULL, D.; SHEHADEN, Z. Policy direction for sustainable aquaculture development. **FAO**, v.13, p.1-7, 1996.
- MACINTOSH, D.J.; PHILLIPS, M.J. Environmental issues in shrimp farming. in: *Shrimp'92* (eds. H.C. Saram & T. Singh). Proceeding of the 3rd global conference on the shrimp industry, infofish, kuala Lumpur. 1992.
- MILSTEIN, A. Ecological aspects of fish species interactions in polyculture ponds. **Hydrobiologia**, v.231, p.117-186, 1992.

- MUZZI, D. Natural filter ponds benefit catfish farmers. **Aquaculture Magazine**, v.(May/June), p.100-102, 1994.
- ORON, G.; WILDSCHUT, L.R.; PORATH, D. Waste water recycling by duckweed for protein production and effluent renovation. **Wat.Sci.Tech.**, v.17,p. 803-817, 1984.
- PILLARY, T.V.R. Aquaculture and environment. Fishing News Books, Blackwell Science Ltda, Oxford. 1992. p.189.
- PINTO, C.L.R.; CACONI, A.; SOUZA, M.M. et al. Aguapé como concentradora de prata: Utilização desta planta (*Eichhornia crassipies*) na separação de rejeitos industriais. **Revista de Química Industrial**, v.1, p.17 –27, 1983.
- REDDY, K.R.; DEBUSK, T.A. State-of-the-art utilization of aquatic plants in water pollution control. **Wat.Sci.Tech.**, v.19, n.10, p.61-79, 1987.
- RIPPEY, B.; ANDERSON, N.J.; FOY, R.H. Accuracy of diatom-inferred total phosphorus concentrations and the accelerated eutrophication of a lake due to reduce flushing and increased internal loading. **Can.J.Fish.Aquat. Sci.**, v.54, p.2637-2646, 1997.
- ROSENTHAL, H. Fish farm effluents and their control in EC countries: summary of a workshop. **J.Appl.Ichthyol.**, v.10, p.215-224, 1994.
- SIMEON, C.; SILHOL, M. Purification of pisciculture waters on evaluating and recuperating aquatic biomass. *Comissariat a L'energie Atomique*, 167- 175, 1985.
- TALBOT, C.; HOLE, R. Fish diets and the control of eutrophication resulting from aquaculture. **J.Appl.Ichthyol.**, v.10, p.258-270, 1994.
- YOO, K.H.; MASSER, M.P.; HAWCROFT, B.A. An in-pond raceway system incorporating removal of fish wastes. **Aquacultural Engineering**, v.14, p.175-187, 1995.