

ENFOQUE COMBINADO ENTRE AS BOAS PRÁTICAS DE MANEJO E AS MEDIDAS MITIGADORAS DE ESTRESSE NA PISCICULTURA

Daiane FERREIRA¹ e Leonardo José GIL BARCELLOS²

RESUMO

A aquicultura em nível mundial e nacional cresce em ritmo acelerado. Atualmente o Brasil ocupa o 17º lugar no mundo em produção de peixes, mas o ritmo de seu crescimento desacelerou nos últimos anos. Se analisarmos a região Sul, percebemos uma estagnação com tendência de queda na produção. Tanto no contexto de crescimento, quanto no de estagnação e queda de produção, a melhoria nas condições de manejo é uma necessidade real e irreversível. Quando a atividade aquícola cresce verifica-se a necessidade de intensificação da produção o que acarreta vários problemas como maior quantidade de efluentes, surtos de doenças e uso de químicos. Estes problemas induzem a necessidade de criação e implantação de Boas Práticas de Manejo (BPMs) que, se bem planejadas, levarão a segurança ambiental e ao aumento quali e quantitativo da produção. Num cenário de estagnação da atividade aquícola, a implantação de ajustes e melhorias nos sistemas de produção através da adoção de BPMs, pode ajudar na recuperação da atividade. Em ambos os cenários, o conceito clássico de BPMs, com enfoque ambiental puro, pode ser associado ao conceito das Medidas Mitigadoras de Estresse (MMEs). Este enfoque combinado impulsiona tanto a melhoria dos índices zootécnicos e econômicos quanto à segurança ambiental. Concluindo, a estreita relação entre as BPMs e as MMEs promovem um ambiente preservado que se constitui num ambiente adequado à vida aquática com baixos níveis de estresse e, conseqüentemente, de alta produção.

Palavras chave: Aquicultura, Boas Práticas de Manejo, estresse em peixes, Medidas Mitigadoras de Estresse, produtividade em aquicultura, segurança ambiental.

COMBINED APPROACH BETWEEN BETTER MANAGEMENT PRACTICES AND THE MITIGATING STRESS MANAGEMENT FOR FISH CULTURE

ABSTRACT

The aquaculture in the world and in Brazil grows at an accelerating pace. Brazil currently occupies the 17th place in the world in production of fish, but the pace of growth decelerated in recent years. If we analyze the southern region, we see a trend of stagnation with drop in production. Both in the context of growth or stagnation and decline of production, improvement in the conditions of management are a real need. When the business activity grows there is clearly a need for intensification of production leading to various problems such as greater quantities of sewage, outbreaks of disease and use of chemicals. These problems induce the creation and deployment of Better Management Practices (BMPs) that, if well planned, will lead to environmental safety and increase quality and quantity of production. Against a background of stagnant business activity, the deployment of adjustments and improvements in production systems through the adoption of BMPs, can help in the recovery of activity. In both scenarios, the classical concept of BMPs with pure environmental focus, may be associated with the concept of Mitigating Measures of Stress (MMEs). This combined approach leverages both the improvement of livestock performance and economic indices of activity regarding the environmental safety. In conclusion, the close relationship between the BMPs and MMEs promote an environment which is preserved in an environment suitable for aquatic life with low levels of stress and, consequently, high production.

Key words: aquaculture, Better Management Practices, Environmental safety, Mitigating Stress Management, Productivity in Aquaculture, Stress in Fish

Artigo de Revisão: Recebido em 23/12/2008 - Aprovado em 14/04/2009

¹ Bióloga, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Farmacologia – UFSM.

² Professor do Curso de Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, RS. BR 285, Km 171, Caixa Postal 611, Hospital Veterinário. CEP 99001-970, lbarcellos@upf.br Bolsista de produtividade em pesquisa CNPq (305905/2006-6)

INTRODUÇÃO

A aquicultura em nível mundial e nacional cresce em ritmo acelerado. Dados da FAO- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2006) e do IBAMA-Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (2005) apontam para um acelerado crescimento nos cultivos continentais de peixes de água doce.

De acordo com o último levantamento estatístico publicado pela FAO referente ao ano de 2006, constata-se crescimento de mais de 80% na produção mundial da aquicultura nos últimos 10 anos (FAO, 2006). Neste contexto, o crescimento da aquicultura latino-americana ocorreu em progressão mais acelerada. Atualmente o Brasil ocupa o 17º lugar no mundo em produção de peixes pela aquicultura, mas o ritmo de seu crescimento desacelerou nos últimos anos. Se analisarmos especificamente a região Sul e o estado do Rio Grande do Sul, percebemos uma estagnação com tendência de queda na produção (BALDISSEROTTO, 2009).

Tanto num cenário de crescimento, quanto de estagnação e queda de produção, a melhoria nas condições de manejo é uma necessidade real. Quando a atividade aquícola cresce, verifica-se claramente a necessidade de aumento de índices de produtividade da piscicultura. Este aumento de produtividade implica em intensificação dos sistemas de produção. Vários problemas são relacionados a esta intensificação da atividade, entre eles a maior quantidade de efluentes gerados e emitidos, os surtos de doenças que acarretam o uso de químicos, entre outros.

A aquicultura depende fundamentalmente dos ecossistemas nos quais está inserida. É impossível produzir sem provocar alterações ambientais. No entanto, pode-se reduzir o impacto sobre o meio ambiente a um mínimo indispensável, de modo que não haja redução da biodiversidade, esgotamento ou comprometimento negativo de qualquer recurso natural e alterações significativas na estrutura e funcionamento dos ecossistemas. Esta é uma parte do processo produtivo. Não se pode desenvolver tecnologia visando aumentar a produtividade sem avaliar os impactos ambientais produzidos (VALENTI, 2002).

Tendo a qualidade ambiental como um dos componentes fundamentais da competitividade do mercado nacional e internacional, os diversos setores envolvidos na atividade de aquicultura vêm

ponderando suas ações com a associação do uso de BPMs. Utilizando como instrumentos um manejo eficaz, o melhoramento de tecnologias, o manejo ecológico nas pisciculturas, adoção de BPMs com o intuito de praticar uma aquicultura sustentável e competitiva, e reduzindo práticas prejudiciais ao meio ambiente através do profissionalismo dos produtores. Levando em consideração que a implantação de novas técnicas prioriza também a ação preventiva no aspecto ambiental.

A produção de peixes baseada em BPMs a curto e longo prazo contribuem para reduzir o impacto ambiental dos sistemas de produção podendo assim obter um produto com qualidade superior. Faz-se necessário também, um intercâmbio maior de informações técnicas e científicas entre o setor produtivo, órgãos ambientais e órgãos de ensino, pesquisa e fomento, para que sejam definidas regulamentações ambientais que possibilitem o desenvolvimento da aquicultura em bases sustentáveis.

Assim a adoção de medidas preventivas e não remediadoras trazem grandes vantagens, proporcionando redução de possíveis impactos ambientais e, por ventura, a obtenção de lucros reais.

Esta gama de problemas relacionados à intensificação e crescimento da aquicultura induz a necessidade de criação, divulgação e implantação de BPMs. Se estas BPMs forem bem planejadas, levarão a segurança ambiental destes cultivos e também ao aumento quali e quantitativo da produção.

A aquicultura pode ser uma alavanca de desenvolvimento social, mas pode gerar impactos sociais negativos se não houver harmonia com as comunidades locais. Os principais são: o deslocamento ou eliminação de área extrativista, comprometendo o trabalho de comunidades locais; o desrespeito à propriedade comum (ex. alterações nos recursos hídricos de modo a comprometer outras atividades econômicas ou de lazer) e a descaracterização da cultura das comunidades locais. Por outro lado, os recursos naturais podem ser aproveitados de forma efetiva, com a geração de renda, criação de postos de trabalho assalariado e/ou auto-emprego. Novos nichos econômicos são gerados, promovendo oportunidade para a entrada de novos investimentos. Em suma, a implantação de programas de aquicultura gera riqueza, com ganhos significativos para a economia regional e nacional,

criando empregos diretos e indiretos e melhorando a qualidade de vida da população local (VALENTI, 2002).

Se pensarmos num cenário de estagnação e regressão da atividade aquícola, como o verificado na região Sul do país, também chegamos a uma necessidade real de aumento de produtividade. Neste caso, a implantação de ajustes e melhorias nos sistemas de produção, através da adoção de BPMs podem ajudar na recuperação da atividade.

Em ambos os casos, crescimento e estagnação, o conceito clássico de BPMs, com enfoque ambiental puro, pode ser associado ao conceito das MMEs em piscicultura. Este enfoque combinado impulsiona tanto a melhoria dos índices zootécnicos e econômicos quanto à segurança ambiental da atividade. MMEs focam o bem estar dos peixes, que nestas condições usam mais eficientemente os recursos e mantêm-se saudáveis, consequentemente a produtividade será maior.

O enfoque combinado entre as BPMs e as MMEs se justifica uma vez que meio ambiente e desenvolvimento não constituem desafios separados e estão inevitavelmente interligados. O desenvolvimento não se mantém se a base de recursos ambientais se deteriora; o meio ambiente não pode ser protegido se o crescimento não leva em conta as conseqüências da destruição ambiental. Esses problemas fazem parte de um sistema complexo de causa e efeito (WCED, 2001) e, portanto, não podem ser tratados separadamente por instituições e políticas fragmentadas.

1. *Relação do bem-estar, da homeostase e do estresse com as BPMs.*

Homeostase, por definição, é a propriedade de um sistema aberto, seres vivos especialmente, de regular o seu ambiente interno de modo a manter uma condição estável, mediante múltiplos ajustes de equilíbrio dinâmico controlados por mecanismos de regulação inter-relacionados (BARTON, 2002).

A implantação, com sucesso, de BPMs, além de promover segurança e confiabilidade ambiental, propiciam um ambiente de criação controlado e adequado à vida aquítica. No contexto da sanidade aquícola, a qualidade ambiental é peça chave na manutenção da saúde dos organismos aquíticos. Assim, as BPMs promovendo a qualidade ambiental, favorecem o estado de bem-estar nos peixes,

que se reflete no estado de homeostase. Já a ocorrência de estresse nos peixes, afasta-os da condição homeostática e, consequentemente do estado de bem-estar.

Obviamente, se a elaboração, a distribuição e a implantação das BPMs tiver sucesso, os ambientes de criação estarão muito mais ajustados e adequados a vida aquítica, demandando menos mecanismos fisiológicos de ajuste dos peixes, permitindo que os mesmos atinjam e mantenham sua homeostase.

Homeostase se relaciona intimamente com bem-estar animal, uma vez que animais criados em condições de bem-estar estão em condições de conforto e, da mesma forma, demandarão muito menos ajustes fisiológicos, permitindo a manutenção de sua homeostase.

Existe uma série de definições e trabalhos em relação ao bem estar em peixes (CHANDROO *et al.*, 2004; PEDRAZZANI *et al.*, 2007; BRAITHWAITE and BOULCOTT, 2007), entretanto, VOLPATO *et al.* (2007) ao revisar a literatura sobre o tema verificou que é praticamente um consenso o fato dos peixes serem sencientes, ou seja, sentem dor, frio, conforto, desconforto, e tem habilidade de diferenciar conscientemente os estados internos como "bom ou ruim", "prazeroso ou desagradável". Desta forma, os autores propõem uma definição para o bem estar dos peixes: "é o estado interno do peixe quando ele permanece sobre condições de sua livre escolha". A adoção de BPMs promove a manutenção de ambiente ótimo para criação dos peixes o que aumenta a possibilidade de proporcionar bem-estar aos peixes.

Como podemos perceber, a aquicultura é uma atividade que depende do ambiente de criação e, consequentemente, do ecossistema em que se insere. Desta forma, a preservação deste é de fundamental importância para a manutenção da atividade (VALENTI, 2002).

Sendo o estresse em peixes definido como "uma reação a um estímulo que pode alterar o estado de homeostase do peixe" (BARTON and IWAMA, 1991; WENDELAAR BONGA, 1997 e BARTON, 2002), as MMEs, na sua quase totalidade, visam à manutenção de um ambiente ótimo de criação para que os estímulos capazes de quebrar o estado homeostático dos peixes não ocorram. A manutenção de um ambiente

ótimo de criação é o ponto em comum das BPMs com MMEs.

1.1. O estresse nos peixes

A resposta ao estresse em peixes representa uma capacidade natural de responder fisiologicamente aos estressores, para controlar os eventuais distúrbios e restaurar o estado de homeostase. Este é um consenso entre as várias definições de estresse (BARTON and IWAMA, 1991; WENDELAAR BONGA, 1997 e BARTON, 2002). Segundo PICKERING (1993), o eixo hipotálamo-hipófise-interrenal (HHI) é estimulado em resposta a maioria, senão todas, formas de estresse. Entretanto, quando a capacidade de regular os mecanismos homeostáticos se esgota pela duração dos estímulos, a saúde dos peixes pode estar comprometida (BARCELLOS *et al.*, 2000). O acúmulo de efeitos de sucessivas situações de estresse, comumente associados aos manejos da produção piscícola, pode se manifestar a nível populacional, ocasionando severa mortalidade. Distúrbios sub-letais, a princípio não problemáticos, ao se acumularem, podem levar a um efeito deletério no indivíduo e na população.

Os tipos de resposta ao estresse são classificados de acordo com a duração do estímulo estressor, agudo, crônico ou repetido e ainda, estresse social, provocado por estímulos de agrupamento, formação e manutenção de hierarquia. Os estressores podem ser classificados em físicos, químicos, biológicos e práticos. Os estressores físicos compreendem temperatura, luz, som, gases dissolvidos. Os estressores químicos compreendem má qualidade de água, contaminação sub-letal intencional ou acidental, composição de dieta, acúmulo de resíduos metabólicos como amônia e nitrito. Os estressores biológicos são provocados por superpopulação, hierarquia, disputa por alimento e/ou sítio de alimentação, disputa por espaço, disputa por refúgios escuros, presença de microorganismos, presença de ecto e endoparasitas. Os estressores chamados práticos, passagem de rede, emersão, manejo em geral, despesca e transportes.

A resposta ao estresse compreende uma série de alterações fisiológicas divididas em primárias, secundárias e terciárias. As alterações primárias são as alterações hormonais, a liberação de hormônios após o estímulo estressor. As alterações secundárias compreendem os efeitos destes hormônios e as terciárias são os efeitos das alterações secundárias sobre o indivíduo e, conseqüentemente, sobre

a população (BARTON and IWAMA, 1991; WENDELAAR BONGA, 1997 e BARTON, 2002).

Estas alterações ou efeitos terciários são as conseqüências da resposta ao estresse, especialmente relacionadas à imunodeficiência, a queda de desempenho reprodutivo e zootécnico, pois ocorre uma diminuição no número de leucócitos, provocando linfopenia e neutrofilia (BARCELLOS *et al.*, 2004).

A imunodeficiência ocorre por ações em diversas etapas do sistema imunológico. A imunidade natural, não específica se dá pelo muco que, além da função osmorregulatória, é uma barreira física que inibe a entrada de organismos patogênicos. O muco é também uma barreira química, pois a presença de lisozima e anticorpos elimina organismos invasores. Nos peixes estressados percebemos efeitos osmorregulatórios por alteração química do muco ou mesmo por remoção do mesmo. Tanto as alterações químicas quanto físicas causam efeito nas barreiras protetoras, pois reduzem tanto a barreira física quanto a quantidade de lisozima e de anticorpos (MOYLE and CECH, 1998).

Ainda, em relação à imunidade natural não específica, as escamas e a pele nos peixes são uma barreira física contra organismos patogênicos. O estresse de manejo ou devido a brigas e disputas provoca a perda de escamas, favorecendo a entrada de organismos patogênicos.

Nos peixes estressados, o processo de inflamação (ação celular não específica) ocorre em resposta a agentes invasores (bactéria, vírus, parasito, fungo, toxina), provocando os sinais clássicos: rubor e perda de função e, como resultado final, a destruição do invasor. Os peixes estressados, devido às alterações hormonais, têm diminuída a efetividade da resposta inflamatória. Em relação à resposta celular específica, a produção de anticorpos é uma defesa para combater agentes invasores do organismo. Após a primeira invasão promovem uma memória para futuras invasões pelo mesmo organismo. Isso explica porque mesmo quando os peixes nunca foram vacinados ou tiveram contato anterior com uma doença, são capazes de resistir à infecção ou se curarem espontaneamente. Em caso de estresse (particularmente choque térmico para frio) há uma diminuição da habilidade em liberar rapidamente os anticorpos, dando mais tempo para o invasor se multiplicar. Em casos de estresse crônico há uma limitação de toda a diferenciação de linfócitos e, conseqüentemente, efetividade do sistema

imunológico. Isso ocorre devido a uma mudança em seu perfil hormonal, caracterizado principalmente pelo aumento dos níveis de glicose (estresse agudo) e cortisol (casos crônicos). Essas alterações deprimem a resposta imune, diminuindo a atividade das células fagocíticas, peças chave na montagem de uma resposta adaptativa (FIGUEIREDO *et al.*, 2008).

Como consequência, os agentes estritamente patogênicos têm seu desenvolvimento acelerado em condições de estresse e os patógenos, que em condições ambientais ótimas não causam doença, os chamados oportunistas, manifestam-se em peixes estressados (BARCELLOS *et al.*, 2000).

Os efeitos terciários relacionados ao desempenho reprodutivo são provocados tanto por modificações hormonais quanto por alterações na condição geral dos peixes. Por exemplo, fêmeas de jundiá (*Rhamdia quelen*) estressadas durante o período de vitelogênese, mostraram redução dos níveis de estradiol correlacionada com o aumento nos níveis plasmáticos de cortisol. Como consequência, menos fêmeas responderam a indução à desova, produzindo menos oócitos, e estes de tamanho menor. Além disso, a taxa de eclosão foi baixa e os alevinos foram menos viáveis em relação àqueles nascidos de fêmeas não estressadas (SOSO *et al.*, 2008). Diversas pesquisas elucidam os mecanismos desta inibição, apontando para depressão da hipófise e de níveis plasmáticos de gonadotropinas, decréscimo de níveis de hormônios esteróides e redução do tamanho dos ovos e da qualidade das larvas (BILLARD *et al.*, 1981; CAMPBELL *et al.*, 1992; CAMPBELL *et al.*, 1994; CARRAGHER and SUMPTER, 1990; CLEARWATER and PANKHURST, 1997; CLEARY *et al.*, 2000; PANKHURST *et al.*, 1995 e SCHRECK *et al.*, 2001)

Em relação à queda de desempenho zootécnico percebe-se, em situação de estresse, uma acentuada queda no crescimento e menor ganho em peso dos peixes. Isto ocorre devido ao aporte energético utilizado para promoção das alterações fisiológicas provocadas pela resposta ao estresse. Este custo energético está associado com a restauração e manutenção da homeostase, mesmo estando o animal no chamado "estágio de resistência" (BARTON and IWAMA, 1991, BARTON, 2002).

2. Diferentes enfoques das BPMs

Num primeiro momento, devido ao enfoque clássico das BPMs, como medidas de segurança e confiabilidade ambiental, muitos produtores de peixes percebem estas como entraves a produção

intensiva. As BPMs são normalmente encaradas como fator de redução da produtividade e as MMEs como fatores associados a melhorias, a incrementos dos índices de produtividade.

O enfoque que hoje defendemos, coloca as BPMs como forças paralelas às MMEs para a promoção do incremento e da melhoria dos índices de produtividade na piscicultura. Este enfoque é defendido, pois tanto as BPMs quanto MMEs visam a manutenção de um ambiente ótimo de criação. As BPMs objetivando um ambiente gerador de menores quantidades de efluentes de melhor qualidade e, as MMEs um ambiente que permita que os peixes vivam em situação de bem-estar e homeostase. Em ambos os casos, o resultado é o crescimento quali quantitativo da produção e a maior segurança ambiental.

Um ambiente adequado implica na ausência ou redução de fatores estressantes o que permite o bem-estar e a manutenção da homeostase. Estas características promoverão melhora na produtividade aquícola bem como o menor risco ambiental.

3. Definições e considerações sobre as BPMs.

A necessidade da criação, divulgação e implantação das BPMs se dá pelo crescimento da produção Aquícola que acarreta, via de regra, aumento dos níveis de poluição, surtos de doenças com o consequente aumento do uso de químicos como preventivos e curativos destes surtos (BOYD, 1999). O resultado esperado com a implantação das BPMs é a produção saudável e sustentável que, certamente, promoverá aumento de produção, melhoria do resultado econômico e conservação ambiental.

A aquicultura tornando-se sustentável permitirá um equilíbrio da produtividade de um ecossistema, sem reduzir sua biodiversidade, sem esgotar qualquer recurso natural e sem provocar alterações significativas na estrutura e funcionamento do ecossistema na qual se insere e, segundo VALENTI (2002) a preservação e manutenção destes ecossistemas é de fundamental importância para a manutenção da atividade de aquicultura.

O termo Boas Práticas de Manejo (BPMs) origina-se da expressão "Better Management Practices" (BMPs). Primeiramente, já devemos atentar para o uso da palavra "better" ao invés das palavras "best" ou "good". Isto claramente denota que as BPMs são as melhores práticas possíveis, mais não as absolutamente ótimas e sem falhas ou restrições.

Neste contexto, definem-se as BPMs como um

sistema de princípios técnicos que objetivam oferecer referências a uma determinada atividade produtiva e a seus órgãos reguladores, recomendando procedimentos operacionais que mantenham a harmonia e o equilíbrio ambiental capazes de perpetuar a atividade em questão. É de vital importância que saibamos que as BPMs não implicam imposição de regras e sim sugestão de procedimentos que a prática já demonstrou serem mais eficazes e mais rentáveis ambiental e economicamente (NUNES *et al.*, 2005).

4. Sistemas de Certificação, Códigos de Conduta e BPMs

Os Sistemas de Certificação são amplos e se baseiam em Códigos de Conduta que são via de regra, pouco específicos, e devido a esta característica, estes códigos geram a necessidade de elaboração de BPMs. Se estas forem bem planejadas para a situação específica, atendendo os códigos de conduta, elas permitirão a certificação da atividade.

Exemplificando: o Código de Conduta recomenda, entre outras ações, que a atividade não permita erosão e assoreamento. Já as BPMs, são bem mais específicas, por exemplo, "os taludes devem ser construídos com inclinação 3:1 a montante e 2:1 a jusante, deve possuir proteção contra erosão, ter borda seca de, pelo menos, 50cm, crista de...".

Devido a sua natureza ampla e inespecífica, tanto os Sistemas de Certificação quanto os Códigos de Conduta, são formulados para atividade como um todo ou atendendo uma grande variedade de situações. Já as BPMs são muito mais específicas. Diferentes BPMs são formuladas para diferentes tipos de cultivos de diferentes espécies em diferentes ecossistemas, conforme avaliação ambiental, avaliação de riscos e objetivos da produção.

5. Diferentes grupos de BPMs e sua relação com MMEs

As BPMs propostas neste capítulo, foram compiladas em diversas literaturas. Relacionam-se com instalações (BOYD *et al.*, 2003; CRAIG and HARGREAVES, 2008), qualidade de água (BOYD *et al.*, 2000; BOYD and HULCHER, 2001), manutenção e manejo do plantel (BOYD and HULCHER, 2001; CRAIG and HARGREAVES, 2008; BOYD *et al.*, 2008), transporte (BOYD and HULCHER, 2001; CRAIG and HARGREAVES, 2008), manejo nutricional (CRAIG and HARGREAVES, 2008; BOYD *et al.*, 2008), efluentes da aquicultura (BOYD, 2003; BOYD

and QUEIROZ, 2001) e sanidade aquícola (CRAIG and HARGREAVES, 2008). São descritas de forma itemizada e o enfoque combinando BPMs e MMEs explicitado ao fim da relação das BPMs.

5.1. Exemplos de BPMs recomendadas para as instalações

5.1.1. Seleção de áreas:

- Aspectos ambientais – não selecionar áreas ecologicamente sensíveis e com restrições ambientais;
- Aspectos de topografia – não selecionar áreas com topografia acidentada que requeiram grandes investimentos na limpeza e correção do terreno. Preferir locais livres de enchentes.
- Aspectos de solo – não selecionar áreas com tipos inadequados de solo tanto em relação a permeabilidade quanto ao pH.
- Aspectos da água – não selecionar áreas com pouca disponibilidade de água e/ou com água de baixa qualidade. Preferir captação independente.
- Aspectos de infra-estrutura – não selecionar áreas sem infra-estrutura básica como energia elétrica, água, estradas, telefonia.

5.1.2. Construção dos viveiros:

- Forma – a forma ideal é a retangular com proporções de 1:5 ou 1:4 (largura:comprimento). Viveiros quadrados ou circulares dificultam manejo.
- Tamanho – de acordo com a topografia e disponibilidade de área, para cultivo, preferir os maiores, acima de 10000 m².
- Posicionamento – de acordo com a topografia, mas preferir eixo mais longo no sentido dos ventos predominantes.
- Açudes – em açudes de configuração indefinida, ter especial cuidado na verificação da área disponível para o cultivo, evitar áreas muito rasas.
- Taludes – respeitar as proporções ideais de 3:1 na face interna e 2:1 na face externa; respeitar borda seca e crista. Dependendo da espécie cultivada, adotar medidas de proteção dos taludes.

5.1.3. Solo:

- Tipo – preferir solos de baixa permeabilidade, argilosos ou areno-argilosos, sem afloramentos rochosos, sem excesso de matéria orgânica, ricos em nutrientes e com pH em torno de 6 a 7.
- Calagem – utilizar quantidades de calcário

de acordo com recomendações de análise de solo, visando correção de pH e manutenção de alcalinidade adequada.

- Manejo – após período de cultivo proceder ao pousio de 30 a 45 dias, desinfecção, calagem e adubação inicial, antes de iniciar novo cultivo.

5.1.4. Sistemas de abastecimento e drenagem:

- Origem – captar água de locais não poluídos e sem restrições ambientais.

- Canal – construir canais que não desperdicem água com configuração que evite erosão.

- Tomada de água – construir tomada de água na parte mais rasa do tanque, que avance para dentro do tanque para evitar erosão, que esteja acima do nível da água, de forma mais espalhada possível (aeração). Tomada independente.

- Tipo – utilizar sistema de canos para viveiros pequenos (até 2000 a 3000m²) e sistema de monge para viveiros maiores.

- Projeto – dimensionar o sistema para possibilitar o rápido esvaziamento do viveiro, impedir a passagem dos peixes e ser de fácil manuseio.

- Sistema de drenagem deve retirar a água do fundo, mas permitir a drenagem da água de superfície quando necessário.

5.2. Exemplos de BPMs recomendadas para qualidade de água:

- Parâmetros analisados – manter controle de temperatura, transparência, oxigênio dissolvido, pH, alcalinidade, dureza, amônia, nitrito, tanto na captação quanto na saída da água.

- Valores de referência – controle total do cultivo para manutenção dos parâmetros dentro das faixas aceitáveis.

- Frequência das análises – manter frequência de análises diferenciada por parâmetros.

- Periodicidade e volume de renovação – ajustar periodicidade e o volume de acordo com a espécie e o tipo de cultivo e sistema de produção.

- Cuidados com a renovação - drenar sempre a água do fundo em local oposto ao abastecimento; em caso de renovação radical, primeiro retirar a água e depois voltar a encher; verificar a qualidade da água de abastecimento. Água de entrada nunca escorrendo sobre o talude para evitar erosão.

5.2.1. Aeração:

- Dimensionamento – em geral, utilizar 2 a 4 cv/ha.

- Posição – no sentido dos ventos predominantes.

- Horário de funcionamento – geralmente à noite ou amanhecer, horário correspondente as menores concentrações de oxigênio dissolvido da água.

5.3. Exemplos de BPMs recomendadas para o plantel:

5.3.1. Aquisição de alevinos

- Fornecedor – adquirir alevinos de fornecedores idôneos e estabelecidos e com reputação no mercado local. Se possível, visitar o fornecedor, ver suas instalações, verificar o manejo sanitário e acompanhar a embalagem e expedição dos alevinos. Exigir GTA (Guia de Trânsito Animal).

- Qualidade – verificar aspecto, comportamento e uniformidade de lote na chegada dos alevinos.

- Quantidade – adquirir a quantidade estipulada de acordo com o sistema de cultivo e disponibilidade de área.

- Desempenho – cobrar do produtor a apresentação de testes de desempenho dos alevinos por ele produzidos.

5.3.2. Transporte, recepção e povoamento dos alevinos:

• Transporte

- Fornecedor – verificar o procedimento de captura e contagem dos alevinos. Embalagem – utilizar água limpa (1/3) e oxigênio puro borbulhado na água (2/3). Embalagem plástica atóxica e resistente.

- Densidade – compatível com a espécie, tamanho e tempo de transporte.

- Momento – não transportar em dias muito quentes.

- Manejo pré-transporte – jejum prévio de 24h.

• Recepção

- Horário – procurar realizar este procedimento em horários de temperatura mais amena.

- Manejo – manuseio cuidadoso das embalagens.

- Verificações – quantitativas e qualitativas nos alevinos recebidos.

- Aclimação – verificação comparatória entre

a água da embalagem e a do viveiro, de parâmetros de qualidade de água, como temperatura e pH. Uniformizar e aclimatar os alevinos antes da soltura por cerca de 15-30min.

- Soltura - cuidadosa. Em tanques de quarentena/recepção pode-se introduzir a água da embalagem. Em tanques definitivos desprezar a água da embalagem.

- Tratamento - tratamento profilático com sal pode ser realizado afim de estimular a produção de muco.

5.3.3. Arraçoamento e manejo nutricional:

- Método - utilizar fornecimento a lanço de forma mais espalhada e homogênea possível.

- Tipo - preferência por rações extrusadas, dependendo do sistema de cultivo e da espécie.

- Quantidade - verificar comportamento alimentar. Se toda a quantidade ofertada for ingerida em menos de 10 min, aumentar, se em mais de 15 min, diminuir.

- Frequência - em geral, pelo menos duas vezes ao dia, dependendo do sistema de cultivo e da fase de crescimento dos peixes.

- Horário - horas do dia com temperatura mais quente e com bom teor de oxigênio dissolvido na água. Por exemplo as 11 e 16h.

- Armazenamento - local fresco e seco. Coberto, utilizar estrados para manter os sacos de ração distantes do piso e das paredes.

- Preferencialmente usar tratadores treinados para observação no ato de alimentação.

- Fornecer a quantidade de alimento adequada à fase de criação e espécie

- Seleção da ração - levar em conta:

- Fornecedor idôneo e acreditado

- Aspecto uniforme

- Desempenho comprovado em testes e pesquisas

- Tipo adequado à espécie e a fase

- Boa estabilidade na água

- Alta palatabilidade

- Integridade da sacaria

- Logística de fornecimento

- Análise bromatológica eventual

5.4. Exemplos de BPMs recomendadas para efluentes:

- Qualidade - os efluentes devem apresentar qualidade igual ou superior a dos afluentes.

- Destino - sempre que possível, reutilizar água de descarga na propriedade.

- Quantidade - reduzir a descarga de efluente, adequando a renovação de água ao tipo de cultivo.

- Manejo - na despesca procurar fazer drenagem gradativa para concentrar os sólidos no tanque.

- Utilizar tanques de decantação com longo tempo de permanência da água, e colocar espécies filtradoras em baixas densidades.

- Buscar sistemas de produção que utilizem ao máximo os nutrientes evitando eutrofização do corpo receptor.

As BPMs referentes a efluentes recomendam boas práticas sobre a qualidade, a destinação, a quantidade e o manejo dos mesmos. Da mesma forma, objetivam a busca de sistemas de produção que, por combinarem diferentes espécies com diferentes nichos alimentares, promovam a máxima utilização dos nutrientes, evitando eutrofização do corpo receptor. Neste sentido, os policultivos vêm recebendo especial atenção devido a possibilidade de aumento de eficiência nos sistemas de produção Aquícola e redução de impactos ambientais causados pelo excesso de nutrientes presentes nos efluentes da piscicultura (LUTZ, 1993).

A principal justificativa para o uso de policultivos é a necessidade de uso de sistemas ambientalmente seguros para a produção de peixes que produzam efluentes de melhor qualidade tanto no tocante a sólidos em suspensão quanto em relação à quantidade de nutrientes (em especial fósforo e nitrogênio), evitando ou diminuindo a níveis toleráveis o assoreamento e a eutrofização dos corpos receptores e, conseqüentemente, suas bacias hidrográficas.

5.5. Exemplos de BPMs recomendadas para sanidade:

- Acesso

- Estabelecer limites da propriedade.

- Acessos fechados e com controle de trânsito.

- Evitar trânsito desnecessário.

- Agendar visitas para primeira hora da manhã.
- Registrar procedência de todos os visitantes.
- Não permitir o acesso de animais domésticos.
 - Barreiras
- Uso de pedilúvio, rodolúvio e até aspersores.
- Desinfecção de equipamentos e apetrechos. Vários produtos podem ser utilizados, entre eles o hipoclorito de cálcio (200 ppm) ou a formalina (250 ppm por 24-48 h).
- Restrições de tráfego.
- Área administrativa próxima a entrada e longe dos viveiros.
 - Manejo sanitário
- Alevinos de excelente qualidade.
- Nutrição adequada.
- Cuidados na recepção e povoamento.
- Engorda em sistema “tudo dentro, tudo fora”, ou seja, não estocar novos lotes durante o cultivo do lote anterior.
- Cuidado com equipamentos a fim de evitar a disseminação de doenças. Desinfecção após uso em viveiro contaminado.
- Desinfecção (cal virgem ou cal hidratada) e pousio pós-cultivo.
- Estabelecer procedimentos corretivos emergenciais para quando algum parâmetro de água chegar a níveis críticos.

- Enfermidades
 - Monitoramento de diagnóstico periódico.
 - Funcionários treinados para identificação de sinais clássicos de enfermidades.
 - Conhecer e sistematizar contato com laboratório de diagnóstico.
 - Isolamento de viveiros com doença.
 - Desinfecção criteriosa pós-despesca.
 - Retirar peixes mortos imediatamente e dar correto destino, por exemplo, enterrar em fossa e cobrir com cal e terra.
 - Evitar que aves ou outros animais consumam os peixes mortos.
- Tratamentos

- Somente após diagnóstico feito por Médico Veterinário.
- Antes de tratar, submeter à jejum de 24 h, repetindo o período de jejum depois do tratamento.
- Proceder ao cálculo correto da dosagem, de acordo com as recomendações do médico veterinário responsável pelo tratamento prescrito.
- Realizar ensaio prévio com poucos animais.
- Avaliar a validade e acondicionamento dos medicamentos.
- Respeitar o período de carência - via de regra 30 dias.
- Não usar recipientes galvanizados nas diluições.
- Evitar associações de medicamentos.
- Não usar defensivos agrícolas.

O enfoque combinado entre as BPMs e as MMEs pode ser verificado para todos os grupos de BPMs descritas e comentadas neste capítulo. As BPMs referentes às instalações, ao solo e a qualidade de água, visam bons ambientes de criação que, consequentemente, promovem condições de bem-estar aos peixes. Outros grupos de BPMs como as relacionadas ao plantel, ao sistema de produção e à sanidade visam peixes saudáveis com maiores possibilidades de enfrentar o estresse imposto pelas práticas aquícolas com consequente redução de enfermidades e redução do uso de químicos para tratamentos o que promoverá a maior segurança ambiental do cultivo. Como se pode perceber, apesar do foco das BPMs na sustentabilidade e segurança ambiental, estas se relacionam estreitamente com as MMEs. A adoção de BPMs busca um ambiente preservado que se constitui num ambiente adequado à vida aquática com a promoção de baixos níveis de estresse e, consequentemente, de alta produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALDISSEROTTO, B. 2009 Piscicultura continental no Rio Grande do Sul: situação atual, problemas e perspectivas para o futuro. *Ciência Rural*, Santa Maria, 39(1): 291-299.
- BARCELLOS, L.J.G.; SOUZA, S.M.G.; WOLEHL, V.M. 2000 Estresse em peixes: Fisiologia da resposta ao estresse, causas e consequências. (Revisão). *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 26(1): 99-111.

- BARCELLOS, L.J.G., KREUTZ, L.C., QUEVEDO, R.M., FIOREZE, I., RODRIGUES, L.B., SOSO, A.B., RITTER, F., CONRAD, J., CERICATO, L., FAGUNDES, M., LACERDA, L.A., TERRA, S. 2004 Hematological changes in jundia (*Rhamdia quelen* Quoy & Gaimard, Pimelodidae) provoked by usual aquaculture practices, with emphasis on immunosuppressive effects. *Aquaculture*, Amsterdam, 237(1-4): 229-236.
- BARTON, B.A. 2002 Stress in Fishes: A diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Integrative Comparative Biology*, Oxford, 42: 517-525.
- BARTON, B.A. and IWAMA, G.K. 1991 Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Annual Reviews of Fish Diseases*, Amsterdam, 10: 3 - 26.
- BILLARD, R., BRY, C.; GILLET, C. 1981 *Stress, environment and reproduction in teleost fish*. In: *Stress and Fish* (Pickering, A. D., ed.), pp:185-208. London: Academic Press.
- BOYD, C.E. 1999 *Codes of practice for responsible shrimp farming*. St. Louis: Global Aquaculture Alliance USA. 42p.
- BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F.; LEE, J. Y.; ROWAN, M.; WHITIS, G. N.; GROSS, A. 2000 Environmental assessment of channel catfish *Ictalurus punctatus* farming in Alabama. *Journal of the World Aquaculture Society*, Auburn, 31(4): 511-544.
- BOYD, C.E. and HULCHER, R.F. 2001 *Best management practices for channel catfish farming in Alabama. Highlights of Agricultural Research*, vol. 48. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, AL, pp. 1 - 4. Fall.
- BOYD, C.E. and QUEIROZ, J. 2001 Feasibility of retention structures, settling basins, and best management practices in effluent regulation for Alabama channel catfish farming. *Reviews in Fisheries Science*, Londres, 9: 43- 67.
- BOYD, C. E. 2003 Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level. *Aquaculture*, Amsterdam, 226: 101- 112.
- BOYD, C.E.; QUEIROZ, J.F.; WHITIS, G. N.; HULCHER, R.; OAKES, P.; CARLISLE, J.; ODOM JUNIOR, D.; NELSON, M. M.; HEMSTREET, W. G. 2003 *Best Management Practices for Channel Catfish Farming in Alabama*. Alabama: Alabama Catfish Producers, p. 3-38. (Special Report nº1 for Alabama Catfish Producers).
- BOYD, C.E.; LIM, C.; QUEIROZ, J.F.; SALIE, K.; WET, L.; McNEVIN, A. 2008 *Best Management Practices for Responsible Aquaculture*. Aquaculture CRSP, Oregon State University, v. 1, p. 1-47.
- BRAITHWAITE, V.A. and BOULCOTT, P. 2007 Pain perception, aversion and fear in fish. *Diseases of Aquatic Organisms*, Oldendorf, 75: 131-138.
- CAMPBELL, P.M., POTTINGER, T.G.; SUMPTER, J.P. 1992 Stress reduces the quality of gametes produced by Rainbow trout. *Biology of Reproduction* 47: 1140-1150.
- CAMPBELL, P.M., POTTINGER, T.G.; SUMPTER, J.P. 1994 Preliminary evidence that chronic confinement stress reduces the quality of gametes produced by brown and rainbow trout. *Aquaculture*, Amsterdam, 120: 151-169.
- CARRAGHER, J.F. and SUMPTER, J.P. 1990 The effect of cortisol on the secretion of sex steroids from cultured ovarian follicles of Rainbow trout. *General and Comparative Endocrinology*, Bathesda, 77: 403-407.
- CHANDROO, K.P.; DUNCAN, I.J.H.; MOCCIA, R.D. 2004 Can fish suffer?: perspectives on sentience, pain, fear and stress. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, 86: 225-250.
- CLEARWATER, S.J. and PANKHURST, N.W. 1997 The response to capture and confinement stress of plasma cortisol, sex steroids and vitellogenic oocytes in the marine teleost, red gurnard (*Chelidonichthys kumu*) (Triglidae). *Journal of Fish Biology*, Londres, 50:429-441.
- CLEARY, J.J., PANKHURST, N.W., BATTAGLENE, S.C. 2000 The effect of capture and handling stress on plasma steroid levels and gonadal condition in wild and farmed snapper *Pagrus auratus* (Sparidae). *Journal of World Aquaculture Society*, Baton Rouge, 31: 558-569.
- CRAIG, S.T. and HARGREAVES, J.A. 2008 *Environmental Best Management Practices for Aquaculture*. Wiley-Blackwell, San Francisco,

592p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2006 The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA). Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/sofia/en>. Acesso em 20 Set. 2008.

FIGUEIREDO, H.C.P.; LOPES, C.O.; LEAL, C.A.G. 2008 Sanidade Aquícola - Imunidade de Animais Aquáticos. *Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, 106:16-19.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA 2005 ESTATÍSTICA DA PESCA. Disponível em: [http://200.198.202.145/seap/Dados_estatisticos/boletim2005a\(tabela\).pdf](http://200.198.202.145/seap/Dados_estatisticos/boletim2005a(tabela).pdf) - Acesso em 01 Nov. 2008.

LUTZ, G.C. 1993 Polyculture: principles, practices, problems, and promises. *Aquaculture Magazine*, Arden, March/April.

MOYLE, P. B. and CECH, J.J. 1998 *Fishes: An introduction to ichthyology*. 2ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall. 559p.

NUNES, A.J.P.; GESTEIRA, T.C.V.; OLIVEIRA, G.G.; LIMA, R.C.; MIRANDA, P.T.C.; MADRID, R.M. 2005 *Princípios para Boas Práticas de Manejo na Engorda de Camarão Marinho do Estado do Ceará*. Fortaleza: Instituto de Ciências do Mar (Labomar/ UFC). 109p.

PANKHURST, N.W., VANDERKRAAK, G.; PETER, R.E. 1995 Evidence that the inhibitory effects of stress on reproduction in teleost fish are not mediated by the action of cortisol on ovarian steroidogenesis. *General and Comparative Endocrinology*, Bathesda 99: 249-257.

PEDRAZZANI, A.S.; FERNANDES-DE-CASTILHO, M.; CARNEIRO, P.C.F.; MOLENTO, C. F. M. 2007 Bem-estar de peixes e a questão da senciência. *Archives of Veterinary Science*, Curitiba, 11(3):60-

70.

PICKERING, A .D. 1993 Growth and stress in fish production. *Aquaculture*, Amsterdam, 111: 51-63.

SCHRECK, C.B., CONTRERAS-SANCHEZ, W.; FITZPATRICK, M.S. 2001 Effects of stress on fish reproduction, gamete quality and progeny. *Aquaculture*, Amsterdam, 197: 3-23.

SOSO, A.B.; BARCELLOS, L.J.G.; RANZANI-PAIVA, M.J.; KREUTZ, L.C.; QUEVEDO, R.M.; LIMA, M.; SILVA, L.B.; RITTER, F.; BEDIN, A.C.; FINCO, J.A. 2008 The effects of stressful broodstock handling on hormonal profiles and reproductive performance of *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard) females. *Journal of Aquaculture Society*, Baton Rouge, 39(6): 835-841.

VALENTI, W. C. 2002 Aquicultura sustentável. In: Congresso de Zootecnia, 12o, Vila Real, Portugal, 2002, Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. Anais...p.111-118.

VOLPATO, G.L.; GONÇALVES-DE-FREITAS, E.; FERNANDES-DE-CASTILHO, M. 2007 Insight into the concept of fish welfare. *Diseases of Aquatic Organisms*, Oldendorf, 75: 165-171.

WENDELAAR BONGA, S.E. 1997 The stress response in fish. *Physiological Reviews*, Bathesda, 77: 591-625.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (WCED): Our Common Future 2001 Disponível em: <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>. Acesso em 20 Set. 2008.