

25

Circular
TécnicaJaguariúna, SP
Novembro, 2016

Autor

Julio Ferraz de Queiroz
Oceanólogo, Doutor em Ciências
Agrárias. Pesquisador da Embrapa
Meio Ambiente, Rod. SP 340,
km 127,5 - CP 69, Tanquinho Velho,
Cep 13.820-000 - Jaguariúna, SP
julio.queiroz@embrapa.br

Boas Práticas de Manejo (BPM) para a Aquicultura em Viveiros Escavados e em Reservatórios

Introdução

A adoção de Boas Práticas de Manejo (BPM) é considerada uma das estratégias mais eficientes para reduzir eventuais impactos ambientais negativos causados pelos sistemas de produção de peixes, camarões e outros organismos aquáticos (BOYD et. al., 2013).



Foto: Julio F. Queiroz / Embrapa

A finalidade das BPM é contribuir para a melhoria da qualidade da água e dos índices de desempenho zootécnico de forma a aumentar a produtividade e a rentabilidade da produção em viveiros escavados e em tanques-rede, e também atender as demandas da Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, também conhecida como novo Código Florestal, com relação à adoção de boas práticas agrícolas para a prevenção dos processos erosivos do solo nas áreas de proteção ambiental e da preservação dos recursos hídricos (BRASIL, 2012).

O objetivo desta Circular Técnica é indicar um conjunto de BPM para monitoramento e manejo da qualidade da água e dos efluentes da produção de peixes em viveiros escavados e reservatórios. As BPM propostas nesta Circular Técnica foram atualizadas a partir da síntese de vários trabalhos de modo a contribuir de forma prática e objetiva para a melhoria dos índices zootécnicos e socioeconômicos da aquicultura (BOYD et. al., 2000, 2003, 2008b; BOYD; QUEIROZ, 2001, 2004, 2014).

Regulamentação da drenagem de efluentes e origem das Boas Práticas de Manejo (BPM)

Os principais trabalhos relacionados às BPM para a produção de peixes e camarões marinhos têm sido liderados pelo Prof. Dr. Claude E. Boyd e seus colegas associados à *School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences, Auburn University, Auburn, AL, USA*, e com a participação direta da Associação dos Produtores de *Catfish* – bagre do canal americano - do Alabama (*ACPA – Alabama Catfish Producers Association*), da Aliança Global da Aquicultura (*GAA – Global Aquaculture Alliance*) e do *WWF (World Wildlife Fund)*.

Nos EUA, esses trabalhos tiveram origem a partir das preocupações crescentes dos produtores de *catfish* com a possibilidade de que o Departamento de Gestão Ambiental do Alabama (*ADEM - Alabama Department of Environmental Management*) viesse a restringir a descarga de efluentes dos viveiros de produção de *catfish* com base em regulamentações federais impostas pelo Sistema Nacional de Eliminação e Descarga de Poluentes (*NPDES - National Pollution Discharge Elimination System*) (ESTADOS UNIDOS, 2000).

A primeira versão de um conjunto de BPM para a produção em escala comercial de peixes e intitulada *Best Management Practices for Channel Catfish Farming*

in Alabama – *Special Report No. 1* foi publicada em março de 2003. São 15 categorias diferentes de BPM identificadas, selecionadas e propostas para permitir aos produtores melhorar o desempenho ambiental e a competitividade econômica da produção de *catfish* nos EUA.

Desde 2003 essas BPM têm sido utilizadas como meio de monitorar e gerenciar a produção de peixes nos EUA, como também foram adaptadas para outras espécies produzidas em outros países. A adoção de BPM tem sido amplamente preferida em detrimento de regulamentações ambientais restritivas, as quais, em geral, são baseadas nas concentrações das variáveis de qualidade de água e dos efluentes dos viveiros de produção aquícola (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2005; 2011).

Algumas das BPM propostas nesta Circular Técnica são resultantes de projetos de pesquisa conduzidos pela Embrapa Meio Ambiente em parceria com outras Unidades Descentralizadas da Embrapa no âmbito do Projeto AQUABRASIL, assim como, com outras instituições de fomento, ensino e pesquisa, tais como: FINEP, CNPq, APTA – Polo Regional do Leste Paulista. Destaca-se, ainda, que a base desses trabalhos foi um amplo estudo realizado nos EUA com apoio do USDA/EPA (*United States Department of Agriculture/Environmental Protection Agency*), e também em outros países sob a supervisão do Prof. Dr. Claude E. Boyd da Auburn University, AL, EUA. O objetivo desses trabalhos sempre foi avaliar a sustentabilidade da produção de peixes e camarões a fim de identificar e propor BPM para assegurar a competitividade e sustentabilidade da aquicultura.

Eco-Label e Boas Práticas de Manejo (BPM)

Simultaneamente a essas ações um grande esforço, em escala global, tem sido feito para o desenvolvimento de um *Eco-Label* para programas de certificação da aquicultura. *Eco-Label* ou Rótulo Ecológico é um processo que vem sendo adotado de forma crescente na produção, comercialização e consumo de alimentos e de outros produtos. Diversos alimentos e produtos que variam de café, frutas, pescados, grãos, madeira e produtos manufaturados fazem uso de Rótulos Ecológicos. A uti-

lidade da rotulagem ecológica - como uma forma de criar um incentivo de mercado para a produção ambientalmente amigável - foi reconhecida há cerca de duas décadas quando os primeiros produtos com Rótulo Ecológico foram colocados à venda na Alemanha no final de 1970. Desde então, e especialmente durante a década de 1990, sistemas de rotulagem ecológica têm sido desenvolvidos na maioria dos países industrializados para uma ampla gama de produtos e setores.

A Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Económico (OCDE) definiu Rótulo Ecológico como: “Concessão voluntária de etiquetas/rótulos por uma instituição pública ou privada, para informar os consumidores e assim promover o consumo de produtos reconhecidos como ambientalmente mais amigáveis quando comparados a outros produtos funcionalmente similares e competitivos”.

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura - FAO (2011) em seu trabalho técnico que trata de “Padrões e Certificação para Pesca e Aquicultura: Práticas Atuais e Questões Emergentes” destaca que há muitos padrões diferentes para segurança e qualidade aplicáveis à pesca e à aquicultura, incluindo: padrões privados em nível de estabelecimento “*in-house*” (manuais de procedimentos operacionais padrão (POPs) para produtores e processadores; diretrizes para o comprador; padrões de qualidade coletivos privados (códigos de conduta ou códigos de prática) desenvolvidos por produtores/grupos industriais em nível local, regional ou nacional; esquemas/estratégias desenvolvidas por ONGs; e ainda um Sistema de Gestão para Segurança Alimentar - *Food Safety Management System (FSMS)* nacional e internacional.

Dentre os padrões citados acima o Sistema de Gestão para Segurança Alimentar implica na adoção de Boas Práticas de Manejo (BPM) - *Good Management Practices (GMP)*; Boas Práticas de Saúde ou Manejo Sanitário de Peixes (BPS) - *Good Health Practices (GHP)*; Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) - *Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP)*, e outras práticas a serem seguidas para garantir a segurança alimentar.

O Rótulo Ecológico é um instrumento utilizado pelo mercado com o objetivo de direcionar o comportamento de compra dos consumidores para considerar os atributos dos produtos ao invés apenas do preço. Para isso, é esperado que as preferências dos consumidores resultem em preço e/ou diferenciais compartilhados de mercado entre os produtos com e sem rótulos ecológicos. Assim, os preços e ou quotas potenciais de mercado diferenciais irão proporcionar o incentivo econômico necessário para as empresas buscarem a certificação de seus produtos.

Esses programas de certificação baseiam-se em padrões para os quais cada um dos participantes deve demonstrar observância - o que na maioria das vezes é muito difícil de ser realizado - e que significa, portanto, que a maneira mais comum e mais prática para alcançar esses padrões tem sido por meio da adoção de BPM. Além disso, muitas organizações governamentais e não governamentais vêm estimulando os produtores para adotar BPM para minimizar impactos ambientais negativos causados pela aquicultura (BOYD et. al., 2013).

Em grande medida as BPM têm como finalidade indicar maneiras simples e eficazes para melhorar o manejo da produção de peixes e outras espécies em viveiros e em tanques-rede. O aumento da produtividade somado à prevenção e à redução dos impactos ambientais negativos, resultantes da descarga de efluentes com altas concentrações de matéria orgânica, sólidos totais suspensos e, possivelmente, outros poluentes, tem sido o seu foco principal.

Normalmente as BPM propostas para assegurar o manejo adequado dos viveiros e outros sistemas de produção aquícola incluem o uso correto de fertilizantes, rações, materiais para calagem e terapêuticos e, ainda, medidas de emergência em resposta a baixas concentrações de oxigênio dissolvido que causam grandes mortalidades. O descarte de peixes e de camarões mortos se destaca como uma das questões sanitárias de maior relevância e deve ser tratada com a devida importância. Nesse sentido, toda a propriedade onde é feita a produção de organismos aquícolas deve ser mantida em ordem, segura e de forma ambientalmente responsável. Inclui aí questões fundamentais, como por exemplo, o projeto da infraestrutura de produção

visando a boa conservação da bacia hidrográfica e o uso racional dos recursos hídricos, a utilização de locais adequados para armazenamento de insumos e depósito de equipamentos, tanques para armazenamento de combustíveis e instalações para eliminação de resíduos.

É fundamental tomar todas as precauções para a eliminação de produtos químicos, incluindo o uso de produtos derivados de petróleo, de forma responsável. A segurança dos trabalhadores e a adoção de medidas para uma resposta rápida a acidentes e outras emergências médicas são essenciais. Além disso, devem ser feitos esforços para evitar conflitos com os vizinhos sobre a utilização dos recursos naturais e outras questões nas áreas adjacentes à produção de peixes.

As recomendações de BPM contidas nesta Circular Técnica procuram atender essas questões e devem considerar previamente, se possível, análises físico-químicas da água e dos sedimentos do fundo dos viveiros e reservatórios, além das observações coletadas *in situ* nas fazendas de produção de peixes, camarões e outros organismos aquícolas. É preciso, também, identificar os principais problemas que estão afetando a produção e, assim, selecionar a melhor estratégia para solução dessas questões. Uma vez que a ação corretiva for determinada, as BPM apropriadas poderão ser indicadas para as suas respectivas implementações.

O propósito desta Circular Técnica é fornecer aos piscicultores alguns exemplos de BPM que possam contribuir para uma produção mais eficiente e, ao mesmo tempo, conduzir a uma melhoria ambiental.

Principais problemas associados ao manejo dos sistemas de produção aquícola

A escolha do local é um aspecto crítico para a aquicultura. A produção de organismos aquícolas não poderá ser alcançada de uma forma eficiente onde as características do local são limitantes e impossíveis de serem melhoradas de forma economicamente viável.

É importante observar que em locais onde o meio ambiente está muito degradado – água e solo contaminados por agrotóxicos; bacias hidrográficas com

várias áreas sem proteção de cobertura vegetal e avançado processo erosivo, onde se pode notar a presença de barrancos e ravinas bem acentuados; lagos, reservatórios e viveiros eutrofizados e com alta turbidez - não se deve implantar qualquer projeto de aquicultura porque, frequentemente, esses locais apresentam muitas restrições relacionadas à qualidade da água e do solo. Embora essas restrições se constituam em um obstáculo para a implantação de um projeto de aquicultura nesses locais, elas necessariamente não impossibilitam que a criação de peixes ou de outros organismos aquáticos não possa ser realizada com sucesso em locais com essas características. Ou seja, um projeto de aquicultura poderia servir como fonte de recuperação de um ambiente degradado se os seus efluentes - ricos em nutrientes – pudessem ser utilizados para recompor áreas degradadas com árvores nativas, culturas apropriadas, paisagismo, entre outros. Por outro lado desde que os custos de implantação não sejam muito altos a ponto de serem economicamente inviáveis é possível recobrir o fundo e os diques de viveiros escavados com filmes de PVC ou outros materiais resistentes similares.

Pode estar neste contexto de integração com bacias hidrográficas um foco que aproxime produtores (aquicultores) e recomposição da paisagem. Este procedimento pode reforçar um processo de certificação, o que contribui para a distribuição do produto no mercado que não deixa de ser um dos objetivos do Rótulo Ecológico.

Portanto, a partir da escolha criteriosa de um local adequado muitos impactos ambientais negativos, certamente, poderão ser evitados. Várias publicações descrevem BPM para seleção do local e para a correção de problemas relacionados com as características do terreno e das fontes de abastecimento de água e, ainda, do manejo da qualidade da água, do solo, dos peixes e dos diversos sistemas de produção (BOYD et. al., 2008a; TUCKER; HARGREAVES, 2008).

Considerando que as instalações foram construídas adequadamente em um local apropriado, os demais impactos negativos que eventualmente poderiam ser causados pela aquicultura, e que não estão relacionados com as características do local, irão resultar, essencialmente, dos efluentes drena-

dos dos viveiros de produção e da fuga de alguns organismos aquáticos.

Além das características do local é preciso considerar outros aspectos importantes que irão afetar diretamente os índices zootécnicos e socioeconômicos da produção, tais como, a seleção da espécie, a densidade de estocagem, o uso e a aplicação de insumos para controle da acidez do solo e da água, e também da quantidade de fertilizantes e rações. Obviamente, quando são utilizadas rações comerciais para peixes e outros organismos aquáticos a quantidade diária que será adicionada aos viveiros e aos tanques-rede deverá ser determinada em função da densidade, das trocas de água, da quantidade de aeradores e dos métodos de arrazoamento e manejo alimentar utilizados. A maneira como os peixes serão retirados dos viveiros também irá afetar a qualidade da água e dos efluentes.

Qualidade da água e dos efluentes

Um dos principais aspectos para evitar estresse e assegurar bons resultados na produção de peixes em viveiros e reservatórios é a manutenção da qualidade da água e dos sedimentos do fundo. Peixes estressados irão se alimentar menos e crescer mais lentamente em comparação aos peixes que não estão sofrendo nenhum tipo de estresse. Além disso, peixes estressados estão mais suscetíveis a doenças.

A qualidade da água dos sistemas de produção aquícola é determinada, em primeiro lugar, pela condição da fonte de água utilizada para abastecimento, e como a sua qualidade se altera em decorrência da adição de insumos e nutrientes aos viveiros e reservatórios. Nesse sentido, é importante dar ênfase especial ao monitoramento das fontes de abastecimento de água para assegurar sua qualidade e, simultaneamente, realizar o manejo adequado dos sedimentos do fundo dos viveiros e reservatórios.

Muitas das BPM relacionadas nesta Circular Técnica têm por finalidade contribuir para otimizar o uso de insumos, tais como agroquímicos, fertilizantes e ração para níveis ótimos visando a redução de resíduos, a conservação dos recursos hídricos e a melhoria dos índices de competitividade e susten-

tabilidade da aquicultura. Obviamente, essas BPM contribuirão para a conservação dos recursos naturais e para a redução da descarga de resíduos para o meio ambiente promovendo, portanto, a manutenção da qualidade nos corpos de água adjacentes aos sistemas de produção aquícola. A adoção dessas BPM deve ser vista pelos produtores como uma ação proativa que resultará na redução de impactos ambientais negativos, ao contrário de ser entendida como uma despesa extra.

Recomendações

BPM – Manejo da qualidade da água e dos efluentes da produção de peixes em viveiros e em tanques-rede

1. Selecionar uma espécie adaptada às condições climáticas e às características do local, principalmente com relação à qualidade da água e do solo, de modo a evitar perdas de peixes, aumento dos custos de produção e diminuição da produtividade, e de evitar, também, problemas relacionados ao manejo dos peixes selecionando uma espécie fácil de lidar e tolerante ao manuseio.
2. Verificar se volume da fonte de água para abastecimento é suficiente para repor as perdas diárias de água por evaporação e infiltração no fundo dos viveiros e nos pequenos reservatórios rurais, e também se a redução do volume de água dos viveiros não irá resultar na deterioração da qualidade da água e no estresse dos peixes.
3. Observar se as perdas diárias de água não são superiores a 5 cm nos viveiros e pequenos reservatórios. Caso afirmativo usar argila ou um revestimento de plástico para reduzir a infiltração da água no fundo dos viveiros, e também através dos diques dos pequenos reservatórios rurais.
4. Construir estruturas para redução da velocidade da água em todos os canais de drenagem e proteger as laterais dos canais com vegetação ou pedregulho para reduzir a erosão e a quantidade de sólidos em suspensão (Foto 1).
5. Projetar valetas para direcionar a água dos viveiros para cursos de água naturais (rios, córregos, riachos, e outros) para reduzir a velocidade da água e a erosão instalando estruturas de controle do fluxo de água em locais onde a velocidade da água é muito rápida.
6. Medir a alcalinidade e a dureza total da água para determinar se é necessário fazer a calagem dos viveiros. Geralmente não é preciso fazer a calagem se a alcalinidade total da água for maior que 60 mg/L, porque os materiais usados para calagem não irão dissolver totalmente em águas muito alcalinas.
7. Fazer a calagem dos viveiros cujo solo é ácido seguindo as recomendações contidas na Tabela 1. Seguir os procedimentos e métodos para coleta, processamento e análise das amostras de solo para determinar as exigências de calagem e os métodos de aplicação dos materiais para calagem indicados por (BOYD, 1995; QUEIROZ; BOEIRA, 2006).
8. Secar o solo do fundo dos viveiros antes de abastecer e estocar os peixes para um novo ciclo de produção a fim de eliminar organismos que podem competir por alimentos com os peixes que serão criados, ou causar doenças, resultando em mortalidade e taxas muito baixas de crescimento dos peixes. Observar que a combinação de secagem e a aplicação de produtos químicos para desinfecção é mais efetiva. Aplicar 10 mg/L de CL_2 ativo ou 15 mg/L de HTH para desinfetar o fundo dos viveiros e eliminar os organismos patogênicos ou competidores.
9. Abastecer os viveiros com 10 a 20 cm de água antes da aplicação de fertilizantes para promover o crescimento de fitoplâncton

- e organismos bentônicos. Aumentar o nível da água em seguida ao aumento da concentração de fitoplâncton e do crescimento dos organismos bentônicos. Permitir um período de 1 a 3 semanas antes de estocar os peixes nos viveiros.
10. Estocar os viveiros com uma densidade menor do que 3 peixes/m² e entre 100 e 150 peixes/m³ em tanques-rede. Na medida do possível, fazer biometria mensal para acompanhar o crescimento dos peixes e ajustar a quantidade de ração que deve ser oferecida para promover a melhor taxa de crescimento e conversão alimentar (TCA).
 11. Usar aeração mecânica na proporção de 1hp para 10 kg/ha de ração para prevenir quedas abruptas na concentração de oxigênio dissolvido.
 12. Posicionar os aeradores afastados das laterais dos viveiros para evitar a erosão dos diques e taludes e, ao mesmo tempo, assegurar que os aeradores produzam um movimento da água sobre o fundo dos viveiros suficiente para evitar zonas anaeróbicas na interface solo e água. Instalar os aeradores onde a coluna de água tiver pelo menos 1,5 metros abaixo das pás dos aeradores (Foto 2).
 13. Evitar drenar água dos viveiros para diminuir a concentração de fitoplâncton, amônia e nitrito ou para melhorar a concentração de oxigênio dissolvido, porque, frequentemente as trocas de água não são efetivas para resolver esses problemas.
 14. Aplicar uma dosagem de tratamento de 20 a 30 mg/L de alumínio (sulfato de alumínio) e de 100 a 200 mg/L de gesso (sulfato de cálcio). Aplicar gesso ou alumínio para precipitar o fósforo contido na água dos viveiros para prevenir altas concentrações de fitoplâncton, variações bruscas na concentração de oxigênio dissolvido, estresse e redução nas taxas de crescimento dos peixes.
 15. Interromper a fertilização dos viveiros quando a visibilidade do disco de Secchi for inferior a 40 cm, e quando as taxas de alimentação forem maiores que 30 Kg/ha por dia.
 16. Prevenir baixa concentração de oxigênio dissolvido em viveiros sem aeração limitando o aporte de ração de 30 a 40 kg/ha/dia. Acima dessas quantidades é necessário usar aeração mecânica para prevenir baixas concentrações de oxigênio dissolvido e estresse dos peixes durante a noite.
 17. Armazenar os sacos de ração em depósitos fechados e bem ventilados ou em silos quando a ração for comprada a granel. Distribuir a ração nos viveiros de forma uniforme e na medida do possível usar um veículo adaptado para essa finalidade (Fotos 3 e 4).
 18. Determinar a quantidade correta de ração que deve ser oferecida diariamente aos peixes baseada no percentual da biomassa, a qual poderá ser calculada multiplicando a quantidade de peixes estocados nos viveiros e nos tanques-rede pelo peso médio dos peixes, calculado durante a biometria.
 19. Evitar o uso de cloreto de sódio nos viveiros porque na maioria dos casos isso não produz o resultado esperado de reduzir a toxicidade do nitrito e tratamento de doenças. Frequentemente, o uso de cloreto de sódio irá matar os peixes antes que os agentes patogênicos sejam eliminados. Nos casos em que as concentrações de nitrito estejam acima de 0,2 mg/L ou que estejam ocorrendo altas mortalidades de peixes devido a doenças, o uso de cloreto de sódio nas aplicações não deve exceder 100 mg/L.
 20. Usar cloro somente para esterilizar a água dos viveiros que ainda não foram estocados com peixes. Nesses casos uma quantidade suficiente de cloro deve ser

aplicada para superar a demanda de cloro e suprir pelo menos 2 a 3 mg/L de cloro livre. Em algumas situações que se devem à redução do cloro pela matéria orgânica poderá ser necessário aplicar entre 20 a 30 mg/L de hipoclorito de cálcio comercial para fornecer de 2 a 3 mg/L de cloro livre.

21. Prevenir o estresse dos peixes e redução das taxas de crescimento causadas pela toxidez da amônia resultante do excesso de calagem e pH elevado. Evitar que as aplicações de calcário agrícola e gesso (sulfato de cálcio) excedam, respectivamente, 5.000 kg/ha e 2.000 kg/ha.

Tabela 1. Exigências para calagem do solo do fundo de viveiros de piscicultura baseadas no pH e na textura do solo.

pH do solo	Exigências de Calagem (kg/ha de CaCO ₃)		
	Argila	Silte/Areia	Areia
< 4,0	14.320	7.160	4.475
4,0-4,5	10.740	5.370	4.475
4,6-5,0	8.950	4.475	3.580
5,1-5,5	5.370	3.580	1.790
5,6-6,0	3.580	1.790	895
6,1-6,5	1.790	1.790	0
> 6,5	0	0	0

Fonte: Boyd e Queiroz (2004).



Foto 1: Detalhe da cobertura vegetal e da proteção dos diques externos de viveiros de produção de peixes para reduzir a erosão causada pela descarga de efluentes. Foto: Julio F. Queiroz.



Foto 2: Detalhe da cobertura vegetal do dique de um viveiro de produção de peixes e instalação correta de um aerador. Foto: Julio F. Queiroz.



Foto 3: Silos e veículo para distribuição automática de ração nos viveiros de produção de peixes. Foto: Julio F. Queiroz



Foto 4: Carreta de trator adaptada para distribuição automática de ração nos viveiros de produção de peixes. Foto: Emiko K. Resende.

Referências

BOYD, C. E. **Bottom soils, sediment and pond aquaculture**. New York: Chapman and Hall, 1995. 347 p.

BOYD, C. E.; LIM, C.; QUEIROZ, J. F.; SALIE, K.; WET, L.; McNEVIN, A. **Best management practices for responsible aquaculture**. Washington, DC: USAID: Aquaculture Collaborative Research Support Program, 2008a. 47 p.

BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F. Feasibility of retention structures, settling basins, and best management practices in effluent regulation for Alabama channel catfish farming. **Reviews in Fisheries Science**, Florida, v. 9, n.2, p. 43-67, 2001.

BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F. Manejo das condições do sedimento do fundo e da qualidade da água e dos efluentes de viveiros. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALLOSSI, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (Org.). **Tópicos especiais em piscicultura tropical intensiva**. Jaboticabal: Associação Brasileira de Aquicultura e Biologia, 2004. v. 1, p. 25-43.

BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F. The role and management of bottom soils in aquaculture ponds. **Infofish International**, Puchong, v. 2, p. 22-28, 2014.

BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F.; McNEVIN, A. Perspectives on the responsible aquaculture movement. **World Aquaculture**, Baton Rouge, v. 44, n. 4, p. 14-21, 2013.

BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F.; LEE, J. Y.; ROWAN, M.; WHITIS, G. N.; GROSS, A. Environmental assessment of channel catfish *Ictalurus punctatus* farming in Alabama. **Journal of the World Aquaculture Society**, Auburn, v. 31, n. 4, p. 511-544, 2000.

BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F.; WHITIS, G. N.; HULCHER, R.; OAKES, P.; CARLISLE, J.; ODOM, D.; NELSON, M. M.; HEMSTREET, W. G. **Best management practices for channel catfish farming in Alabama**. Auburn: Alabama Agricultural Experiment Station: Alabama Catfish Producers, 2003. 38 p.

BOYD, C. E.; ZAJICEK, P. W.; HARGREAVES, J. A.; JENSEN, G. L. Development, implementation and verification of better management practices for aquaculture. In: TUCKER, C. S.; HARGREAVES, J. A. (Ed.). **Environmental best management practices for aquaculture**. Oxford: Wiley-Blackwell, 2008b. p. 129-149.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 maio 2012. Seção I, p. 1.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 maio 2011. Seção 1, p. 89.

ESTADOS UNIDOS. Environmental Protection Agency. Effluents guidelines panel. **Federal Register**, Washington, D.C.: v. 75, n. 117, p. 37783-37788.

FAO. **Private standards and certification in fisheries and aquaculture**. Rome: 2011. (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, nº 553).

QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C. **Calagem e controle da acidez de viveiros de aquicultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006 (Embrapa Meio Ambiente. Circular Técnica, 14). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/83130/1/circular14.pdf>>. Acesso em 18 ago. 2016.

TUCKER, C. S.; HARGREAVES, J. A. (Ed.). **Environmental best management practices for aquaculture**. Oxford: Wiley-Blackwell, 2008. 592 p.

Circular Técnica, 25

Embrapa Meio Ambiente
Endereço: Rodovia SP 340 km 127,5
Caixa Postal 69, Tanquinho Velho
13.820-000 Jaguariúna/SP
Fone: (19) 3311-2700
Fax: (19) 3311-2640
www.embrapa.br/meio-ambiente/sac

1ª edição eletrônica (2016)



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê de publicações

Presidente: Maria Isabel de Oliveira Penteadó
Secretária-Executiva: Cristina Tiemi Shoyama
Membros: Rodrigo Mendes, Rodrigo Mendes, Ricardo A. A. Pazianotto, Maria Cristina Tordin, Nilce Chaves Gattaz, Victor Paulo Marques Simão, Daniel Terao (suplente), Lauro Charlet Pereira (suplente) e Marco Antônio Gomes (suplente).

Expediente

Revisão de texto: Nilce Chaves Gattaz
Normalização bibliográfica: Victor P. Marques Simão
Tratamento das ilustrações: Gabriel Pupo Nogueira
Editoração eletrônica: Gabriel Pupo Nogueira