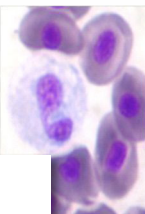
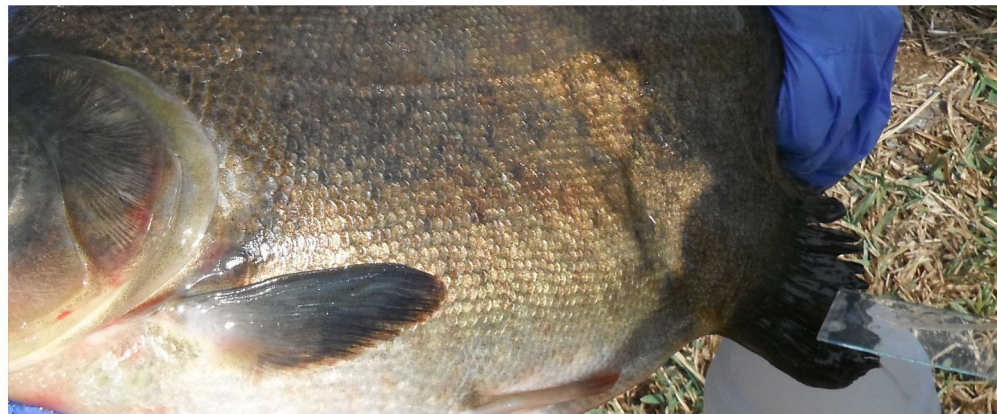
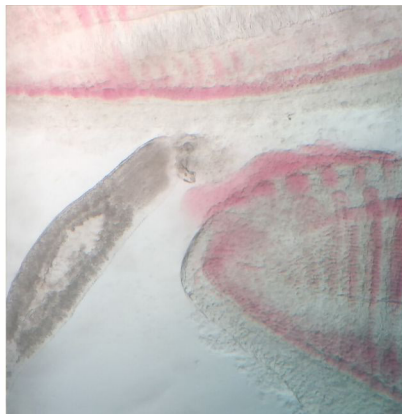
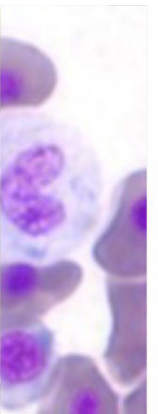


Uso de biomarcadores em peixe e boas práticas de manejo sanitário para a piscicultura



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Meio Ambiente
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 126

Uso de biomarcadores em peixe e boas práticas de manejo sanitário para a piscicultura

*Márcia Mayumi Ishikawa
Julio Ferraz de Queiroz
Júlia Lourenço do Nascimento
Santiago Benites de Pádua
Maurício Laterça Martins*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Meio Ambiente
Rodovia SP-340, Km 127,5, Tanquinho Velho
Caixa Postal 69, CEP: 13820-000, Jaguariúna, SP
Fone: +55 (19) 3311-2700
Fax: +55 (19) 3311-2640
<https://www.embrapa.br/meio-ambiente/>
SAC: <https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/>

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente
Ana Paula Contador Packer

Secretária-Executiva
Cristina Tiemi Shoyama

Membros
*Rodrigo Mendes, Ricardo A. A. Pazianotto, Maria
Cristina Tordin, Daniel Terao, Victor Paulo Marques
Simão, Geraldo Stachetti Rodrigues, Vera Lucia
Ferracini, Marco Antonio Gomes*

Revisão de texto
Eliana de Souza Lima

Normalização bibliográfica
Victor Paulo Marques Simão, CRB-8/5139

Editoração eletrônica
Silvana Cristina Teixeira

Fotos da Capa
*Márcia Mayumi Ishikawa
Santiago Benites de Pádua*

1ª edição
2020

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Meio Ambiente

Uso de biomarcadores em peixe e boas práticas de manejo sanitário para a
piscicultura / Márcia Mayumi Ishikawa... [et al.]. -- Jaguariúna: Embrapa Meio
Ambiente, 2020.
PDF (28p.) : -- il. color. (Documentos / Embrapa Meio Ambiente, 1516-4691;
126).

1. Piscicultura. 2. Peixe de água doce. 3. Biomarcador. 4. Boas práticas de
aquicultura. I. Ishikawa, Márcia Mayumi, II. Série.

CDD (21. ed.) 639.3

Autores

Márcia Mayumi Ishikawa

Médica veterinária, doutora em Parasitologia Veterinária, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

Julio Ferraz de Queiroz

Oceonólogo, doutor em Aquicultura, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

Júlia Lourenço do Nascimento

Graduanda em Tecnologia em Processos Químicos, bolsista do CNPq na Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

Santiago Benites de Pádua

Médico veterinário, mestre em Aquicultura, gerente de produtos Aqua do Biovet Vaxxinova, Vargem Grande Paulista, SP.

Maurício Laterça Martins

Biólogo, doutor em Aquicultura, professor da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

Apresentação

A pesquisa precisa caminhar em sintonia com o setor produtivo e para isso ações e ferramentas precisam ser elaboradas e validadas. Avanços na pesquisa precisam ser divulgados e repassados ao setor produtivo.

Uma forma eficiente para transferência de tecnologias geradas na pesquisa são as visitas e reuniões técnicas, workshops, projetos em parceria, assim como palestras e dias de campo.

Algumas metodologias precisam de orientações básicas e do treinamento de mão de obra e por isso, cartilhas e documentos contendo noções básicas, procedimentos e recomendações são necessários para contemplar o público alvo.

Este documento foi elaborado para servir como material de apoio durante a divulgação e os treinamentos da metodologia de biomarcadores em peixe para monitoramento da qualidade da água e para orientar e esclarecer sobre a proposta da inclusão desta ferramenta nas Boas práticas de manejo sanitário (BPM sanitário).

Marcelo Boechat Morandi
Chefe-geral da Embrapa Meio Ambiente

Sumário

Resumo	7
Introdução.....	8
Uso de Biomarcadores e Monitoramento Sanitário.....	8
Uso de Produtos Químicos na Aquicultura.....	11
Uso de Medicamento e Parasiticida na Aquicultura	12
Uso de Hormônios e Probióticos na Aquicultura	15
Considerações finais	25
Agradecimentos.....	26
Referências	26

USO DE BIOMARCADORES EM PEIXE E BOAS PRÁTICAS DE MANEJO SANITÁRIO PARA A PISCICULTURA

Resumo

O aumento na produtividade da aquicultura brasileira está fortemente relacionado com a capacidade e efetividade de monitoramentos da sanidade dos organismos aquáticos e do ambiente. Procedimentos e ferramentas precisam ser incluídos na rotina da piscicultura para que os resultados econômicos, sociais e ambientais sejam positivos. Os biomarcadores em peixe para monitoramento da saúde e da qualidade da água podem ser integrados às Boas Práticas de Manejo Sanitário contribuindo para a promoção do bem-estar e saúde dos peixes e, conseqüentemente, para a qualidade do pescado. O objetivo deste documento é apresentar uma revisão sobre o uso de biomarcadores em peixe, esclarecer conceitos e propor boas práticas de manejo sanitário com a inclusão desta ferramenta. Desta forma, facilitar a compreensão do uso desta metodologia na rotina de uma piscicultura e incentivar a participação de todos os envolvidos na cadeia produtiva. Nesta publicação serão abordados os conceitos e aplicações de duas temáticas: a saúde animal e a gestão ambiental, sendo que ambas estão relacionadas com a prevenção, controle e diagnóstico de doenças.

Palavras chaves: Qualidade de água, Prevenção, Diagnóstico, Gestão ambiental.

Introdução

A produção mundial da aquicultura alcançou novo recorde em 2018 com 117,5 milhões de toneladas. A produção total consistiu de 82,1 milhões de toneladas de organismos aquáticos, 32,4 milhões de toneladas de algas e 26 mil toneladas de conchas marinhas ornamentais e pérolas. Deste total, a aquicultura de água doce contribuiu com 51,3 milhões de toneladas de organismos aquáticos, correspondendo a 62,5% do total global da produção de peixes (FAO, 2020).

O uso de biomarcadores em peixe incluído nas Boas Práticas de Manejo (BPM) para questões sanitárias terá um papel fundamental, porque, apesar da aquicultura apresentar vantagens comparativas com a produção bovina, suína ou de aves (OCDE/FAO, 2019), a intensificação dos sistemas de produção facilita a transmissão de doenças e parasitas. Essa transmissão pode ocorrer e se espalhar das espécies cultivadas para as espécies selvagens e vice-versa, resultando em impactos negativos decorrentes do aumento de doenças. Em casos extremos as doenças podem causar mudanças nas populações naturais e alterar a relação entre predadores e suas presas. Também podem causar alterações na abundância do hospedeiro patogênico, redução da variação genética intraespecífica, extinção local de grupos de organismos nas comunidades aquáticas e até mesmo extinções de espécies.

Os biomarcadores são sinalizadores das respostas biológicas que ocorrem em um organismo após sua exposição a um agente poluente (Schlenk, 1999). Essa metodologia utilizando biomarcadores tem sido muito estudada para avaliar a saúde dos peixes, e também apresenta resultados relevantes na avaliação da saúde ambiental, especialmente, na detecção preventiva de efeitos adversos (Amorim, 2003; Jesus; Carvalho, 2008; Lins et al., 2010).

É imprescindível que a produção seja feita visando ao equilíbrio entre o aumento da produtividade, a preservação do ambiente aquático e o bem-estar dos peixes. A melhor estratégia para solucionar essa questão é adotar um comprometimento mútuo entre os diversos atores que compõem a cadeia produtiva da aquicultura e também com os representantes dos órgãos ambientais. Com isso, espera-se alcançar um equilíbrio entre a produção aquícola e a preservação ambiental a partir do uso de padrões de produção e de qualidade para a certificação dos produtos, como por exemplo, o Eco Label, o Green Label, e outros (Boyd et al., 2013; Queiroz, 2016).

Assim, o uso de biomarcadores em peixe e a adoção de BPM poderão ajudar os produtores a reduzir os eventuais impactos da aquicultura sobre o ambiente e, ainda, contribuir diretamente para aumentar a produtividade. Adicionalmente, irão melhorar a qualidade dos peixes e a segurança alimentar (Coimbra et al., 2010), e conseqüentemente, contribuirão para aumentar os benefícios sociais e melhorar a aceitação social do risco ambiental causado pela aquicultura.

Uso de Biomarcadores e Monitoramento Sanitário

Algumas ferramentas podem otimizar o monitoramento sanitário e ambiental de uma piscicultura. Para tanto, o mesmo procedimento poderá ser utilizado para avaliação da saúde dos peixes e do ambiente. A adoção de uma metodologia eficiente para o manejo sanitário é fundamental para garantir a sanidade dos peixes e, conseqüentemente, a rentabilidade dos sistemas intensivos de produção. O uso de biomarcadores hematológicos, comportamentais, patológicos e de estresse em peixes consistem de ferramentas práticas que podem ser aplicadas em uma piscicultura sem

comprometer a sua rotina. Todavia, necessitam de padronização e treinamento dos funcionários para serem viáveis (Figura 1). Por exemplo, o monitoramento da parasitofauna dos peixes é uma ferramenta que pode ser realizada durante a biometria ou mesmo na hora da despesca. Este procedimento, além de fornecer informações sobre o estado de saúde dos peixes, também pode auxiliar o piscicultor no manejo dos viveiros e no monitoramento da qualidade da água (Madi; Ueta, 2009, 2012; Ishikawa et al., 2016b). No entanto, para sua execução é necessário que uma pessoa treinada faça a coleta, leitura e interpretação das amostras.



Figura 1. Amostragem e coleta de material biológico de peixes durante despesca em uma piscicultura.

A aplicação dos biomarcadores pode ter diferentes propósitos e depende do tipo de estudo. Podem ser utilizados para avaliação de exposição ou da quantidade absorvida, para avaliação dos efeitos do poluente no organismo, ou podem ser utilizados também para avaliação da suscetibilidade individual. Os biomarcadores de efeito são parâmetros biológicos frequentemente utilizados na prática clínica para diagnóstico de doenças como, por exemplo, os biomarcadores hematológicos, enzimáticos, bioquímicos e histopatológicos. Biomarcadores de exposição são aqueles que quantificam o produto ou seus metabólitos no plasma, músculo ou outro órgão. Os biomarcadores de exposição e de efeito são muito utilizados nos estudos ambientais. Também podem ser considerados diferentes grupos de biomarcadores na elaboração de metodologias de monitoramento (Amorim, 2003; Jesus; Carvalho, 2008; Satake et al., 2009).

Os principais grupos de biomarcadores que apresentam características favoráveis para uso no monitoramento sanitário e estão sendo utilizados na padronização de ferramentas para monitoramento da saúde e da qualidade da água são aqueles que não necessitam de equipamentos de alto custo e que possam fornecer informações rápidas. Os principais seriam os biomarcadores de comportamento, biomarcadores hematológicos, biomarcadores do estresse, biomarcadores da parasitofauna dos peixes e os biomarcadores patológicos (Figura 2) (Satake et al., 2009; Ranzani-Paiva et al., 2013; Ishikawa et al., 2016b).

Estes biomarcadores, após padronização, podem ser realizados a campo utilizando-se materiais simples e de fácil obtenção em lojas agropecuárias ou farmácias, como puçá, pano úmido, lâminas e lamínulas de vidro, tubos de microhematócrito, seringas descartáveis heparinizadas, agulhas hipodérmicas, caixa térmica ou caixa de isopor, aparelho de dosagem de glicemia, celular para registro de lesões e sintomas, balança, régua e um microscópio portátil. Caso não seja possível dispor de um microscópio a campo, amostras podem ser coletadas e analisadas posteriormente, em laboratório. Amostras de sangue podem ser mantidas em tubos tipo “ependorf” e transportadas

dentro de uma caixa térmica para serem examinadas no laboratório. Amostras de muco da pele e amostras de um raspado de brânquias podem ser mantidas em potes de boca larga com solução fisiológica para serem examinadas posteriormente. Análises hematológicas e de parasitofauna são exames de baixo custo, que podem ser encaminhadas para um laboratório de patologia clínica veterinária, mas devem ser enviadas e examinadas no mesmo dia da coleta.



Figura 2. Amostragem, observação clínica e registro fotográfico de biomarcadores patológicos em peixes em uma piscicultura.

As BPM têm sido adotadas com sucesso para melhorar os índices zootécnicos e sócios econômicos da aquicultura, entretanto, ainda é possível complementar essa BPM com ferramentas que possam favorecer o monitoramento sanitário, onde seja possível associar o monitoramento da qualidade da água, do bem-estar dos peixes, e os diagnósticos rápidos para prevenção e tratamento de doenças. Neste contexto, o uso de biomarcadores em peixes pode ser incluído nas Boas Práticas de Manejo e contribuir na rotina de uma piscicultura para realização do monitoramento sanitário associado ao monitoramento ambiental.

Em geral, os problemas sanitários e ambientais mais comuns que ocorrem durante a produção de peixes estão relacionados às deficiências no diagnóstico de doenças, tratamentos sem acompanhamento de profissionais capacitados, carência de dados sobre a epidemiologia de doenças e descartes de forma incorreta de peixes doentes ou mortos. Diante disso, medidas para controle e prevenção de doenças devem ser priorizadas e o tratamento, quando necessário, deve ser precedido de um diagnóstico preciso e acompanhado por um técnico capacitado. Este profissional é quem deverá avaliar as condições ambientais e dos peixes para determinar o tipo, a concentração e o tempo do tratamento a ser ministrado (Martins, 2004a; Moraes; Martins, 2004).

Nesse sentido, a metodologia para monitoramento sanitário, utilizando os biomarcadores em peixe, poderá ser padronizada e os funcionários capacitados de forma que o profissional especialista seja acionado apenas quando os dados dos biomarcadores avaliados estejam sinalizando esta necessidade.

É importante observar que o monitoramento sanitário não está apenas restrito às questões intrínsecas ao diagnóstico eficiente de doenças e medidas preventivas como procedimentos de vacinação e profilaxia. O bem-estar dos peixes sofre influência de vários fatores que podem afetar diretamente o seu rendimento.

Fontes de poluição localizadas no entorno dos viveiros são consideradas potencialmente impactantes à produção, especialmente, se na área houver evidências do uso de pesticidas. Frequentemente, o escoamento superficial que entra nos viveiros causa vários problemas relacionados à deterioração da qualidade da água e ao estresse dos peixes. A escolha correta do local e a adoção de metodologias

para a prevenção da erosão do solo são exemplos de medidas simples baseadas em BPM que o produtor poderá incluir na rotina de sua produção.

Adicionalmente, o sucesso da produção dependerá em grande medida dos ganhos de produtividade e da qualidade do produto final, os quais têm uma relação direta com o manejo sanitário e o bem-estar dos peixes. Para atingir estes objetivos é necessário adotar uma série de BPM que englobam desde a compra dos alevinos, acondicionamento para transporte, aclimatação, estocagem dos viveiros, monitoramento da qualidade da água, biometrias e despesca. Estratégias simples podem evitar grandes problemas relacionados à ocorrência de doenças, surtos de mortalidade, prejuízos econômicos e impactos ambientais.

Uso de Produtos Químicos na Aquicultura

O uso de produtos químicos é muito comum na aquicultura, os quais são utilizados como combustíveis, fertilizantes, corretores da acidez do solo do fundo dos viveiros, oxidantes, coagulantes, osmorreguladores, algicidas, herbicidas, controladores de predadores, anti-incrustantes, terapêuticos, desinfetantes, anestésicos, pesticidas e hormônios. Muitos desses produtos são perigosos e poucos produtos químicos foram desenvolvidos especificamente para uso na aquicultura. O seu uso deve ser feito somente quando necessário, ou quando alternativas não estiverem disponíveis.

Dentre os produtos químicos mais usados na aquicultura destacam-se aqueles para a correção da acidez do solo do fundo dos viveiros. Os mais comuns são o calcário dolomítico $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$; calcário agrícola comum que geralmente contém mais CaCO_3 do que MgCO_3 e calcário calcítico CaCO_3 (Scheleder; Skrobot, 2016). Os fertilizantes químicos também são muitos utilizados nos viveiros de piscicultura. Os compostos de nitrato, como por exemplo, o nitrato de sódio e outros fertilizantes a base de nitratos podem atuar como oxidantes, fornecendo oxigênio para a desnitrificação. Embora a aplicação de nitrato possa contribuir para impedir o baixo potencial redox na interface solo-água, os compostos de nitrato são perigosos e podem causar explosões.

Os desinfetantes mais comuns utilizados são os compostos de cloro como o $\text{Ca}(\text{OCl})_2$, também chamados de hipoclorito de alto teste (HTH). A taxa de tratamento recomendada é de 10 mg/L de resíduos ativos de cloro (15 mg/L de HTH). Outros desinfetantes também são usados como o cloreto de benzalcônio (BKC), glutaraldeído de formalina, iodóforo, peroximonopersulfato, monopersulfato de potássio, peróxido de hidrogênio, ácido tricloroisocianúrico (TCCA) e N-cloro-para-toulenossulfonamida de sódio (Leal; Figueiredo, 2019). Os inseticidas também são utilizados como, por exemplo, o dichlorvos (DDVP) a 2 ou 3 mg/L; piretróides sintéticos como cipermetrina e deltametrina em concentrações muito mais baixas (Luvizotto-Santos et al., 2009).

Os oxidantes mais comuns utilizados são o permanganato de potássio, os peróxidos, como por exemplo, o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), carbonato de sódio peróxihidratado ($\text{NaCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$), peróxido de cálcio (CaO_2), sulfito de sódio (NaHSO_3) e metabissulfito de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$).

Um dos grandes problemas enfrentados pelos piscicultores tem sido o controle de organismos aquáticos, principalmente, o fitoplâncton, cujo crescimento excessivo é resultante do uso de fertilizantes, e muitas vezes das sobras de ração no interior dos viveiros. Vários herbicidas têm sido

usados para o controle do crescimento das microalgas e macrófitas nos viveiros de piscicultura: 2,4 d, Diquat, Fluridone, Imazapir, e o sulfato de cobre (Santos; Banzatto, 1998; Pompêo, 2017).

Alguns produtos químicos podem deixar resíduos perigosos nos alimentos e na água. Apesar do perigo potencial resultante destes produtos na aquicultura o seu uso é necessário, e pode ser feito com segurança se as precauções adequadas forem tomadas. Os produtos químicos devem ser armazenados de forma segura e o seu descarte no ambiente deve ser reduzido ou evitado. As pessoas que usam esses produtos devem ser treinadas sobre os procedimentos de segurança e descarte de produtos fora de uso ou vencidos. As informações contidas nos rótulos dos produtos químicos e os procedimentos de segurança para o seu uso devem ser seguidas rigorosamente.

Uso de Medicamentos e Parasiticidas na Aquicultura

Com relação ao uso de medicamentos, antibióticos, pesticidas e outros, há relatos de uma grande variedade de compostos usada para controlar doenças de peixes e outros animais aquáticos. Maximiano et al. (2005) realizaram um extenso trabalho com o objetivo de identificar as demandas nacionais para uso desses produtos e as lacunas existentes na legislação federal pertinente que, muitas vezes, não estimam o risco oferecido por tais atividades para a saúde humana e ambiental. Os autores destacam que o uso desses produtos é regulado por diferentes órgãos governamentais, o que gera dificuldades no controle e no gerenciamento.

Com relação à utilização de drogas veterinárias diretamente em ambientes hídricos, observa-se que o Decreto No. 1.662/95 estabelece que todo produto veterinário deverá ser registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) (Brasil, 1995). É importante ressaltar que nem sempre os produtos mais utilizados pelos piscicultores são produtos certificados para uso na aquicultura. Neste documento serão citados e discutidos os mais utilizados, pois são estes os mais importantes para serem monitorados.

Botelho et al. (2013) reafirma que no Brasil não há legislações específicas para uso de drogas na aquicultura. Além disso, os autores destacam que a falta de dados e leis fragmentadas dificultam o estabelecimento de critérios quantitativos para o uso dessas drogas em ambientes hídricos e de seus perigos potenciais.

Os biomarcadores hematológicos como o hematócrito, número de eritrócitos e concentração de hemoglobina podem ser utilizados na avaliação da contaminação da água por produtos químicos e medicamentos, mas devem ser analisados de forma complementar com os biomarcadores de comportamento e patológicos, pois doenças como parasitoses e bacterioses também podem causar alterações nestes parâmetros. (Azevedo et al., 2006) Estes biomarcadores podem responder de forma diferente de acordo com a espécie de peixe avaliada e do composto, por isso é necessária a padronização desta metodologia para cada espécie, além do treinamento dos usuários para correta interpretação dos resultados (Serione; Ranzani-Paiva, 2012; Ventura et al., 2015; Lima et al., 2019; Nascimento et al., 2020).

Produtos como os antibióticos são usados com frequência para controle de contaminações causadas por microrganismos. Porém, a exposição frequente de microrganismos a antibióticos pode levar à seleção espontânea de organismos mutantes resistentes a antibióticos. Os antibióticos usados na aquicultura geralmente são administrados na ração e entre 70 a 80% da dosagem dos tratamentos

permanecem na água, de modo que os resíduos de antibióticos podem ser encontrados em produtos da aquicultura (Bojarski et al., 2020). Além disso, a resistência provocada nos organismos alvo torna um antibiótico menos efetivo, e induz a preocupação da transmissão horizontal da resistência ao antibiótico das bactérias existentes no local para as bactérias patogênicas.

No Brasil existem dois antimicrobianos aprovados para uso na aquicultura: a oxitetraciclina e o florfenicol, e um parasiticida, o triclorfon (SINDAN, 2020). No entanto, muitos antibióticos e parasiticidas aprovados para outras espécies animais são utilizados para o tratamento de peixes (Tabela 1).

Assim, o uso de antimicrobianos no tratamento das enfermidades de peixes deve ser conduzido quando não existir alternativa. O seu uso deve seguir os cuidados básicos e sempre que possível, deve-se priorizar o uso de tratamentos alternativos com menor toxicidade tanto para os peixes como para o ambiente. O uso do cloreto de sódio dissolvido na água, assim como a inclusão de imunostimulantes e vitaminas na ração são práticas que podem auxiliar na prevenção e reduzir o uso de medicamentos químicos (Martins, 2004b; Tavares-Dias; Montagner, 2015).

Tabela 1. Relação dos antibióticos mais usados na aquicultura. Aqueles com um asterisco também são comumente usados em medicina humana.

Classe	Composto
Aminoglicosídeos	Neomicina *
	Gentamicina *
	Estreptomicina (obsoleta)
β-lactâmicos; penicilina	Amoxicilina *
	Ampicilina *
Fenólicos	Cloranfenicol
	Florfenicol
Fluoroquinolonas	Ciprofloxacina **
	Enrofloxacin*
	Flumequina*
Macrólidos	Eritromicina *
Guinolonas não fluoradas	Ácido oxolínico
	Sarafloxina
Sulfonamidas	Sulfametazina
	Sulfamerazina
Sulfonamidas	Sulfadimetoxicina
Trimetoprim	Trimetoprim *
Tetraciclina	Clortetraciclina
	Oxitetraciclina *
	Tetraciclina *

Fonte: Adaptado de Boyd e Tucker (1998) e Gastalho et al. (2014).

Além dos antibióticos também são usados vários produtos químicos para eliminação e controle de parasitas nos sistemas de produção aquícola. A Tabela 2 apresenta uma relação dos parasiticidas usados com mais frequência na aquicultura. Vale ressaltar que muitos produtos utilizados na aquicultura são proibidos ou não são certificados para uso na aquicultura. Dentre os fungicidas destacam-se: ácido acético, cloreto de sódio, peróxido de hidrogênio, verde de malaquita, azul de

metileno, nistatina, furazolidona, terramicina, estreptomicina, eritromicina, cloranfenicol, perfuran, compostos de iodo e compostos de amônia,

Tabela 2. Principais parasiticidas usados na aquicultura.

Classe	Composto	Classe	Composto
Avermectinas	Benzoato de emamectina	Organofosfato	Azamethiphos
	Ivermectina		Diclorvos
Inibidores da síntese de quitina	Teflubenzuron		Malathion
	Diflubenzuron		Trichlorfon
Geral	Ácido acético	Piretróide	Cipermetrina
	Sulfato de cobre		Deltametrina
	Formalina	Corante de triarilmetano	Verde de malaquita
	Peróxido de hidrogênio		
	Permanganato de potássio		
	Cloreto de sódio		

Fonte: Adaptado de Boyd e Tucker (1998) e Luvizotto-Santos et al. (2009).

O uso de anestésicos é importante para auxiliar na redução do estresse dos peixes durante algum manejo como a biometria e a despesca. Os anestésicos também necessitam de cuidados durante seu uso, especialmente com relação à dose e ao tempo da anestesia.

Quanto aos anestésicos a Tabela 3 apresenta uma relação dos anestésicos mais comuns usados na aquicultura.

Tabela 3. Anestésicos usados na aquicultura (nome comum, nome químico e dosagem).

Nome comum	Nome químico	Dosagem
MS-222	3-ethoxycarbonylphenyl	25-100 mg/L
Benzocaina	4-aminobenzoato de etilo	25-100 mg/L
Quinaldina	2-methylquinoline	15-1,000 mg/L
Fenoxietanol	2-phenoxyethanol	200-300 mL/L
Óleo de cravo (Eugenol)	4-allyl-2-methoxyphenol	2-120 mg/L
Óleo essencial da menta (<i>Mentha</i> spp.)	2-isopropyl-5-methylcyclohexanol	50-250 mg/L

Fonte: Adaptado de Boyd e Tucker (1998), Vidal et al. (2008), Simões e Gomes (2009) e Okamura et al. (2010).

Todo anestésico deve ser utilizado com cuidado e o seu preparo deve ser realizado sempre com a supervisão de um técnico responsável. A dosagem e o tempo anestésico devem ser preconizados de acordo com o grau de anestesia necessário para cada procedimento ou manejo dos peixes, e de acordo com a espécie e tamanho do peixe.

Desta forma, de acordo com cada procedimento devem ser obtidos estágios anestésicos diferentes que podem ser classificados em estágio 1, 2 ou 3. Estes estágios de indução e recuperação dos peixes podem ser monitorados de acordo com o comportamento dos peixes (Tabela 4).

Tabela 4. Características comportamentais de tilápias em três estágios de indução e três estágios de recuperação à anestesia

Estágio	Indução	Estágio	Recuperação
1	Poucos movimentos de natação, ainda apresenta reação aos estímulos externos e apresenta equilíbrio normal	1	Início da recuperação dos movimentos operculares e movimentos natatórios
2	Início de perda de movimentos musculares e do equilíbrio. Ocorre redução dos movimentos operculares e dos reflexos aos estímulos externos	2	Recuperação do equilíbrio e leve reação aos estímulos externos
3	Perda total dos reflexos aos estímulos externos e movimentos operculares quase ausentes	3	Recuperação completa com retorno dos movimentos e do equilíbrio natatório

Fonte: Adaptado de Okamura et al. (2010).

Uso de Hormônios e Probióticos na Aquicultura

Os hormônios são mais usados nos peixes reprodutores e nas larviculturas. Dentre eles, destacam-se a gonadotrofina coriônica humana, hormônio folículo estimulante, hormônio hipofisário, gonadotrofina de peixes e hormônio luteinizante (Venturieri; Bernardino, 1999).

A reversão sexual induzida por hormônios é muito praticada e é possível para muitas espécies com o uso de vários hormônios. O hormônio mais comum utilizado é o 17-metiltestosterona (MT), principalmente para a tilápia. Entretanto, o seu uso tem sido controverso (Homklin et al., 2011; Rivero-Wendt et al., 2013). Este hormônio é administrado na ração de tilápias na proporção de 30 a 60 mg/kg de ração.

A poluição causada pelo uso de hormônios pode gerar graves consequências na saúde animal e ambiental. Esses compostos são farmacologicamente ativos e entram no ambiente, principalmente, nas águas superficiais.

Biomarcadores hematológicos podem ser utilizados para monitorar a toxicidade deste hormônio no sangue de peixes expostos a estes poluentes por meio de testes de genotoxicidade, assim como na toxicidade decorrentes da exposição aos pesticidas (Hooftman; Raat, 1982; Bila; Dezotti, 2007; Rivero et al., 2008; Grisolia et al., 2009).

O uso da biotecnologia vem crescendo em todo mundo devido à necessidade de manter a qualidade da água dos sistemas de produção, assegurar um bom desempenho zootécnico, e contribuir para a saúde e o bem-estar dos organismos aquáticos. Assim, atualmente, tem crescido o uso de probióticos na aquicultura para aumentar os índices de produtividade e a promoção de melhorias na qualidade da água e a redução da incidência de doenças nos peixes.

O uso de probióticos se destaca nessa temática, não somente pelos seus efeitos positivos sobre a qualidade da água e dos sedimentos do fundo dos viveiros de produção intensiva de peixes e camarões, como também, sobre os ganhos de produtividade e melhoria da qualidade final do produto.

Probióticos são culturas de microrganismos viáveis contendo uma ou mais espécies que, ao serem administradas nas doses recomendadas, resultam em efeitos benéficos à saúde do hospedeiro. Diferentes espécies e cepas de microrganismos estão disponíveis comercialmente como probióticos,

as quais podem se apresentar tanto como produto de cepa única, ou também como multi-cepas (ou seja, produto contendo diferentes espécies de organismos probióticos).

É importante frisar que o probiótico ideal é aquele que não é patogênico ao hospedeiro, além de ser espécie-específico e ter capacidade de ultrapassar o ambiente ácido do suco gástrico e chegar ao intestino, onde o hospedeiro receberá os efeitos positivos do probiótico. As bactérias ácido lácticas são as mais utilizadas como microrganismos probióticos, com destaque para as dos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, além de espécies dos gêneros *Bacillus* e *Escherichia* e fungos *Saccharomyces cerevisiae* (Vieira; Pereira, 2016).

Em resumo, as principais causas e consequências do uso de drogas veterinárias e outros produtos químicos pela aquicultura são apresentadas na Tabela 5. A tabela contém a indicação de algumas BPM para evitar e reduzir os impactos ambientais negativos causados por procedimentos inadequados para tratamento de doenças, eliminação de predadores, preparação e desinfecção de viveiros e melhoria da qualidade da água e dos sedimentos do fundo de viveiros.

Tabela 5. Exemplos de algumas causas e consequências relacionadas ao uso de drogas veterinárias e outros produtos químicos pela aquicultura e indicação de BPM para evitar ou reduzir o uso desses produtos.

Causas e Consequências	BPM
1. A maioria dos produtos tem longo histórico de uso seguro na produção de alimentos, porém, alguns compostos e, especialmente, as drogas veterinárias, pesticidas, produtos para eliminação de predadores e antibióticos podem ser tóxicos, bioacumulativos ou ambos.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar listas de drogas e produtos químicos aprovados para uso na aquicultura. Anotar em um caderno de campo sempre que um destes produtos for usado. • Indicar como as drogas foram usadas, os métodos de aplicação e o tempo de descarte. • Monitorar efeitos tóxicos na saúde dos peixes e do ambiente por meio de biomarcadores hematológicos, bioquímicos e enzimáticos.
2. A liberação de água no ambiente natural, contendo algumas substâncias pode resultar em danos ecológicos, e alguns compostos podem contaminar a carne dos peixes colocando em perigo a saúde dos consumidores.	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar aplicações de sulfato de cobre que excedam a dosagem máxima de 1,0 mg/L. • A água dos viveiros não deve ser drenada por 72 horas após a aplicação de sulfato de cobre. • Aplicar calcário (óxido ou hidróxido de cálcio) em taxas que não excedam 125 Kg/ha por aplicação • Aplicar calcário agrícola e gesso (sulfato de cálcio) em taxas que não excedam 6.250 Kg/ha por aplicação e 2.500 Kg/ha por aplicação, respectivamente. • Evitar o uso de cloro para desinfecção de água que contém peixes. • O cloro tem toxicidade similar tanto para organismos patogênicos como para organismos desejáveis, incluindo, as espécies de peixes cultivadas.

Fonte: Adaptado de Boyd e Tucker (1998), Gastalho et al. (2014) e Queiroz, 2016.

BPM para Manejo Sanitário na Piscicultura

Todos os procedimentos referentes às várias etapas que compõem o ciclo produtivo de peixes são importantes desde a compra de alevinos de boa qualidade, que devem ter tamanho homogêneo e oriundos de linhagens geneticamente melhoradas, até os procedimentos para assegurar a qualidade do produto final, incluindo o transporte, os processos de quarentena e aclimatação dos peixes, monitoramento da qualidade da água e bem-estar dos peixes, manejo alimentar e monitoramento dos índices de desempenho zootécnico, controle e prevenção de doenças, uso de produtos químicos e terapêuticos, manejo de despesca, treinamento de mão de obra (Figura 3) até os procedimentos para assegurar a qualidade do produto final .



Fotos: Márcia Mayumi Ishikawa

Figura 3. Treinamento de mão de obra para realização de despesca de tilápias em um viveiro escavado.

Demais aspectos, como por exemplo, escolha da espécie e povoamento dos viveiros irão afetar a produção com consequências diretas sobre o consumo de ração e o crescimento dos peixes. Uma das formas de acompanhar e monitorar o crescimento dos peixes é fazer biometrias rotineiras como forma de determinar se o ritmo de crescimento está adequado e também se a escolha da ração foi correta. Para selecionar a espécie de peixe alguns critérios básicos devem ser observados, tais como, sua capacidade de reproduzir em cativeiro, idade e tamanho da maturidade sexual, variedade doméstica, disponibilidade de estoque, taxa de crescimento e tamanho, nível trófico e tolerância ao manuseio. Também a tolerância às variações na qualidade da água, resistência a doenças, ao estresse, adaptação ao ambiente de cultivo, à temperatura e sua aceitação no mercado são fundamentais para assegurar o sucesso da produção.

Com relação aos métodos de controle de predadores, vale destacar que alguns pássaros são predadores naturais de peixes e de outros animais aquáticos, de modo que algumas vezes podem ocorrer grandes prejuízos econômicos causados pela ação predatória de diversas espécies de pássaros. Em geral, não se deve permitir que os aquicultores matem essas espécies de pássaros, porque existem outras maneiras não destrutivas de controlá-los.

A Tabela 6 apresenta de forma resumida alguns exemplos de restrições para o cultivo de peixes em viveiros escavados e BPM para redução de impactos ambientais e manejo sanitário da produção. Estas BPM consistem de um conjunto de ações concretas, objetivas e específicas, que tem por finalidade aumentar e assegurar a competitividade e a sustentabilidade dos sistemas de produção.

Tabela 6. Exemplos de restrições para o cultivo de peixes em viveiros escavados e BPM para redução de impactos ambientais e manejo sanitário da produção.

Tipo de Prática ou Manejo Inadequado	BPM
Acúmulo de água e predadores no fundo dos viveiros	<ul style="list-style-type: none"> • Nivelar o fundo dos viveiros de modo a manter uma inclinação no mínimo de 2% para facilitar a drenagem, a despesca e a eliminação de predadores
Contaminação cruzada de viveiros com organismos portadores de doenças	<ul style="list-style-type: none"> • Construir estruturas (comportas, monges etc.) para abastecimento e drenagem de cada um dos viveiros separadamente e não transferir água entre os viveiros durante o ciclo de produção
Acúmulo de sedimentos no fundo dos viveiros	<ul style="list-style-type: none"> • Retirar os montículos de sedimentos do interior dos viveiros e dos pequenos reservatórios. Esses sedimentos devem ser secos entre os intervalos compreendidos entre os cultivos, e então espalhados sobre as áreas erodidas.
Erosão dos viveiros e aumento dos sólidos em suspensão nas correntes de água localizadas próximas aos canais de drenagem	<ul style="list-style-type: none"> • Remover os sedimentos finos acumulados no fundo dos viveiros para prevenir a redução da disponibilidade de alimento natural e da produtividade e para a eliminação de organismos patogênicos
Erosão dos viveiros e aumento dos sólidos em suspensão nas correntes de água localizadas próximas aos canais de drenagem	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar deixar os viveiros e reservatórios vazios porque a chuva poderá causar erosão das paredes internas dos taludes e das extremidades mais rasas. Esse procedimento irá impedir que o material erodido se acumule nas partes mais profundas servindo de habitat para organismos patogênicos
Acúmulo de sedimentos nas áreas externas dos viveiros	<ul style="list-style-type: none"> • Recolocar os sedimentos nas áreas dos viveiros e reservatórios de onde eles foram erodidos • Depositar os sedimentos em excesso fora dos viveiros de uma maneira responsável para prevenir acúmulos, evitar a degradação ecológica e a erosão decorrentes de sedimentos deteriorados
Acúmulo de água no fundo dos viveiros entre diferentes ciclos de produção	<ul style="list-style-type: none"> • Secar o fundo dos viveiros para eliminar a maior parte dos organismos causadores de doenças. A combinação da secagem com a aplicação de desinfetantes químicos é mais efetiva
Taxas de fertilização incorretas	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar fertilizantes somente quando for necessário para prevenir o crescimento excessivo de macrófitas no fundo dos viveiros e reservatórios onde há excesso desse tipo de vegetação. • Aplicar os fertilizantes na proporção 5 a 10 kg de fósforo (P₂O₅/ha) por aplicação, em intervalos de 2 a 4 semanas para obter melhores resultados. • Aplicar dosagens moderadas de fertilizantes para evitar a fertilização excessiva e monitorar a necessidade de fertilização com base na transparência da água através do uso do disco de Secchi
Cultivo de diferentes espécies de peixes no mesmo viveiro	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar produzir diferentes espécies de peixes no mesmo viveiro, a não ser que se distribuam em diferentes níveis da coluna de água e que tenham hábitos alimentares diferentes. • Para sistemas intensivos de produção é muito difícil manejar e prevenir perdas causadas pela deterioração da qualidade da água, manejo inadequado da alimentação e mortalidades causadas por canibalismo e competição alimentar

Continua...

Tabela 6. Continuação.

Tipo de Prática ou Manejo Inadequado	BPM
Posicionamento e uso incorreto de aeradores	<ul style="list-style-type: none"> • Instalar os aeradores mecânicos distantes das margens e das áreas mais rasas dos viveiros para que as correntes de água produzidas por esses equipamentos não causem erosão do fundo e dos taludes dos viveiros
Drenagem total dos viveiros	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar drenar os viveiros no momento da despesca. Entretanto, se os viveiros precisarem ser drenados totalmente, manter entre 20% a 25% do volume final da água do viveiro, por 2 a 3 dias, para permitir a decantação dos sólidos suspensos e após este período efetuar a drenagem lentamente
Trocas de água desnecessárias	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar utilizar água de poços e de outras fontes (riachos, rios etc.) para trocar a água. Esse procedimento geralmente não melhora a qualidade da água dos viveiros e reservatórios
Métodos de despesca inadequados	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir os custos de produção usando métodos seletivos de despesca para capturar peixes de diferentes tamanhos e, especialmente, para remover os peixes maiores para fora dos viveiros

Fonte: Adaptado de Boyd e Queiroz (2004) e Queiroz (2016).

BPM – Localização e Impactos de Poluentes

Um dos aspectos mais relevantes apontados pelos produtores se refere às características do local que na maioria das situações são determinantes para o sucesso da produção de peixes. Um dos primeiros passos é avaliar se a produção de peixes será ameaçada pela deterioração na qualidade da água e, especialmente, por uma quebra repentina da estratificação térmica da coluna d'água que pode ser provocada, por exemplo, pela entrada de uma frente fria ou uma chuva torrencial no local. Também é preciso determinar se a atividade irá causar um aumento na eutrofização da água e, ainda, se a implantação e utilização de tanques-rede no interior de viveiros de grandes dimensões irá causar uma redução na biodiversidade.

Outras práticas, como por exemplo, o controle de erosão dos taludes e do fundo dos viveiros também são importantes e devem começar com o projeto e a construção dos viveiros. O uso de métodos de drenagem e abastecimento são fundamentais para evitar a descarga de efluentes com uma quantidade elevada de sólidos em suspensão. Também é preciso instalar e usar os aeradores de forma apropriada. Além destas medidas, é importante reduzir a troca de água, reutilizar a água, fazer uso de bacias de sedimentação e evitar a salinização do solo, reduzindo o uso de produtos químicos.

A presença de fontes de poluição no entorno das áreas de produção de peixes é um grande problema e, certamente, compromete a qualidade da água e o bem-estar dos peixes. Derramamentos e vazamentos de derivados de petróleo, fertilizantes e pesticidas são exemplos de fontes difusas com grande potencial de poluição e causadoras de grandes prejuízos para a produção de peixes. Outras questões importantes que podem afetar diretamente a produção de peixes são atividades agropecuárias, drenagem de resíduos de origem animal, domésticos e industriais diretamente nos viveiros e de resíduos gerados pelo tratamento de esgoto doméstico e industrial.

A quantidade de sedimentos e outras substâncias que entram nos viveiros transportadas pelo escoamento superficial depende do tamanho e das características da bacia hidrográfica onde os viveiros estão situados. Além disso, o volume de água que entra nos viveiros em resposta da ocorrência de chuvas fortes depende em grande parte da relação entre a área da bacia hidrográfica e a área do viveiro.

Fontes exógenas de nutrientes também devem ser consideradas como causadoras de problemas nos viveiros de piscicultura. A entrada de fertilizantes agrícolas, poluentes domésticos, industriais e esgotos no interior dos viveiros podem causar um aumento repentino da densidade de fitoplâncton, redução da concentração de oxigênio dissolvido, redução do pH, estresse aos peixes e aumento da incidência de parasitos e ocorrência de doenças. Abaixo são apresentadas algumas BPM para prevenir e evitar esses problemas:

- Evitar a criação de peixes em viveiros próximos de áreas com sistemas de produção agrícola intensivos, cidades e indústrias e, se não for possível, deve-se adotar um procedimento eficaz para o manejo sanitário nesses locais;
- Analisar previamente a qualidade da água de locais com declives muito acentuados, pouca cobertura vegetal e períodos chuvosos muito longos e intensos para avaliar se existe contaminação por poluentes antes de estocar os peixes nos viveiros;
- Evitar a criação de peixes em viveiros localizados em áreas com muitos declives e topografia acidentada para evitar problemas relacionados aos impactos causados por fontes difusas de poluição;
- Formar uma cortina vegetal às margens dos viveiros para promover a sua conservação e proteção contra a erosão e contaminação da água por poluentes. Esta prática poderá evitar grandes problemas relacionados à entrada de poluentes e outros materiais transportados pelo escoamento superficial no interior dos viveiros.

Outros fatores como possíveis conflitos com outros usuários da água, efeitos das tempestades sobre os tanques-rede instalados em viveiros com grandes dimensões e pequenos reservatórios rurais e fontes potenciais de poluição, principalmente, os coliformes termotolerantes também devem ser considerados. Os principais fatores ambientais que devem ser considerados para avaliação do local na implantação de um projeto de piscicultura encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7. Principais fatores ambientais que devem ser considerados para a escolha do local de piscicultura.

Principais fatores ambientais	Restrições
Disponibilidade e qualidade da água	<ul style="list-style-type: none"> • Variações climáticas extremas podem ocasionar secas e enchentes, afetando diretamente a disponibilidade e a qualidade da água. Observar também se há fontes pontuais de poluição que podem prejudicar diretamente a qualidade da água
Condições climáticas	<ul style="list-style-type: none"> • Variações extremas de temperatura. Exemplo: a temperatura da água deve se manter entre 20 e 30°C
Fluxo da água, incluindo os níveis alcançados durante as inundações e sua frequência	<ul style="list-style-type: none"> • Viveiros para produção de peixes não devem ser construídos nas áreas de drenagem das bacias hidrográficas
Relevo do terreno	<ul style="list-style-type: none"> • Viveiros e pequenos reservatórios rurais construídos em áreas onde o relevo é muito acidentado estão sujeitos a receber um volume grande de água transportada por escoamento superficial, resultando no aumento da turbidez com prejuízos à qualidade da água
Cobertura vegetal	<ul style="list-style-type: none"> • É fundamental para prevenir a erosão do solo e a redução do transporte de sedimentos por escoamento superficial para o interior dos viveiros e reservatórios
Características do solo	<ul style="list-style-type: none"> • Podem resultar em problemas relacionados com a acidez do solo e na produtividade primária dos viveiros
Outros fatores	<ul style="list-style-type: none"> • Conflitos com vizinhos pelo uso comum da água e com a comunidade local pelo uso de áreas em comum no entorno dos viveiros

Fonte: Adaptado de Frascá-Scorvo et al. (2011) e Tucker e Hargreaves (2008).

BPM – Segurança dos Alimentos

A presença de microrganismos patogênicos é comum nos sistemas de produção de peixes em viveiros. Os coliformes fecais são os mais comuns e sua presença na água dos viveiros de piscicultura é um indicador da existência de possíveis microrganismos patogênicos. Normalmente, estes microrganismos estão associados à decomposição da matéria orgânica, como por exemplo, fezes de animais. Frequentemente, nos locais onde o número de coliformes é maior, indica que esse valor está diretamente relacionado com a presença de gado e outros animais.

Esse é um problema sério porque a contaminação da água por esses microrganismos pode levar à transmissão de doenças, tais como, febre tifoide, febre paratifoide, disenteria bacilar e cólera. O número de coliformes fecais é expresso em NMP/100 ml, onde NMP = Número Mais Provável. Muitos desses problemas podem ser eliminados a partir da adoção de algumas BPM de prevenção, como por exemplo:

- Evitar criar peixes em viveiros em áreas próximas a centros urbanos e também em locais onde há presença de gado e outros animais nas margens dos viveiros;
- Evitar áreas onde há uma concentração de sítios e pequenas fazendas onde se pratica a criação de animais em pequena escala;
- Evitar áreas onde há uma concentração grande de casas, que provavelmente podem descarregar esgoto “in natura” nos viveiros.

BPM – Transporte e Quarentena de Alevinos

A adoção de alguns critérios básicos para a escolha e compra de alevinos e para a preparação dos viveiros também irão afetar diretamente a sobrevivência e os ganhos de produtividade, além de contribuir para o aumento da resistência dos peixes às variações na qualidade da água e às doenças (Ishikawa et al., 2012).

A forma como são efetuados o transporte e a aclimação dos alevinos nos viveiros irá determinar em grande medida sua sobrevivência e bem-estar. Em geral, o estresse causado durante o transporte é uma das principais causas de mortalidade e ocorrência de doenças. Para evitar estresse durante o transporte e assegurar o bem-estar dos alevinos é preciso seguir algumas regras básicas, tais como (Faria et al., 2014; Trombeta; Mattos, 2019):

- Manusear os peixes de maneira rápida, cuidadosa e com material apropriado;
- Colocar os sacos plásticos utilizados para o transporte dos peixes dentro dos viveiros por aproximadamente 30 minutos até que a temperatura da água no interior dos sacos plásticos e da água no interior dos viveiros se equilibrem;
- Manter os peixes recém-adquiridos em quarentena por um período de aproximadamente 15 dias, dependendo da procedência, idade e avaliação da saúde dos peixes;
- Manter os peixes por no mínimo 12h em jejum, antes de qualquer procedimento (biometria, despesca, tratamento) ou transporte;
- Estocar os viveiros, na medida do possível, de manhã cedo quando a temperatura da água é mais amena;
- Fazer a contagem dos peixes antes da estocagem dos viveiros com cuidado, de modo a não estressar e machucar os peixes ou causar perda do muco da pele, além de evitar o manuseio por um período muito longo.

BPM – Preparação e Desinfecção das Unidades de Produção

A desinfecção é uma das principais etapas do processo de manejo sanitário. Além disso, o diagnóstico e o tratamento das doenças devem ser realizados o mais rápido possível. Para realizar o diagnóstico é fundamental obter um atestado de um profissional da área, ou um laudo de um laboratório registrado junto à Anvisa. E para a prescrição de medicamentos deverá ser consultado um médico veterinário (Martins, 2004a; Ishikawa et al., 2012; Fujimoto et al., 2015). As seguintes BPM são recomendadas:

- Fazer a desinfecção dos viveiros após o término de cada um dos ciclos de produção, e quando a prevenção não for suficiente será preciso tratar os peixes com um banho de sal. Esse tratamento é o mais utilizado devido à facilidade, baixo custo e eficiência comprovada;
- Utilizar de 2 a 10g de sal para cada litro de água com tempo de imersão entre 30 a 60 minutos. A quantidade de sal depende do tempo do banho e do grau de infecção. Quanto maior a quantidade de sal, menor o tempo do tratamento;
- Fazer a desinfecção de todo material utilizado para evitar contaminação ou infestação de organismos indesejáveis. Lavar e retirar todo material orgânico das redes e puçás, expor o material à luz solar e deixar secar antes de serem utilizadas em outro tanque ou viveiro.

BPM – Prevenção e Tratamento de Infecções Causadas por Patógenos

As infestações e infecções causadas por patógenos têm como suas principais causas a intensificação dos sistemas de produção, a deterioração da qualidade da água e o estresse dos peixes. Uma das estratégias mais eficientes para evitar esses problemas é prevenir as doenças com base em uma boa nutrição, manejo adequado dos viveiros e na redução generalizada do estresse dos peixes em lugar da aplicação de tratamentos para doenças (Ishikawa et al., 2016a).

Em algumas situações, quando não for possível a identificação dos parasitos no local, será preciso enviar as amostras dos peixes doentes para exames em laboratórios capacitados. Para isso, é preciso observar as instruções sobre o envio de amostras, ou então fazer raspados com auxílio de lâminas e lamínulas da superfície corporal (muco) e das brânquias (guelras) para a visualização dos parasitos em microscópio ou estereomicroscópio (lupa) (Ishikawa et al. 2010; Jerônimo et al., 2012).

Vale destacar que o diagnóstico rápido a campo na maioria das vezes é suficiente para as ações emergenciais. Para isso, basta identificar corretamente os patógenos e adotar BPM durante todo período de cultivo para prevenir surtos de parasitoses (Fujimoto et al., 2015). Algumas das BPM que podem ser adotadas estão resumidas na Tabela 8.

BPM – Descarte de Peixes Mortos

A mortalidade de peixes nos viveiros de piscicultura não é um fato incomum, e para evitar prejuízos com a perda de peixes é aconselhável monitorar rotineiramente qualquer indício de doenças. Obter um diagnóstico geral da situação é fundamental para controlar doenças não infecciosas relacionadas às condições do viveiro e para corrigir não somente a qualidade da água, como também, para indicar o tratamento adequado das doenças.

Os três aspectos ambientais mais importantes referentes à mortalidade de peixes são as carcaças e as bactérias associadas a ela que podem ser levadas para fora dos viveiros se houver um fluxo excessivo de água; a decomposição dos peixes mortos seguida de uma mortalidade em massa, que certamente poderá prejudicar a qualidade da água dos viveiros e causar a redução da qualidade das correntes de água naturais adjacentes; e os maus odores provenientes de mortalidades em massa, que podem se tornar um grande problema (Martins, 2004a; Moraes; Martins, 2004). Caso ocorra algum destes problemas, as BPM recomendadas estão na Tabela 8.

BPM – Qualidade do Produto Final

A qualidade do produto final irá depender não somente do monitoramento da qualidade da água, como também, do manejo alimentar, sanitário, despesca e processamento (Trombeta; Mattos, 2019). Estes aspectos são fundamentais para garantir ao consumidor final um produto de qualidade e isento de qualquer problema que comprometa a sua inocuidade.

A identificação da origem (rastreabilidade) e a certeza de que o produto possui um alto valor nutricional são vantagens comparativas que o produtor terá para agregar valor aos peixes e assegurar uma aceitação maior do mercado consumidor.

A despesca e o acondicionamento para transporte dos peixes são processos importantes e a maneira como serão conduzidos determinará a qualidade final do produto (Trombeta; Mattos, 2019).

A Tabela 8 mostra as BPM relacionadas ao monitoramento dos animais e manejo sanitário que deve ser preconizado na propriedade.

Tabela 8. Resumo de BPM para Monitoramento e Manejo Sanitário.

Situação	Efeitos/Consequências	BPM
Aquisição de alevinos	<ul style="list-style-type: none"> Mortalidade de alevinos recém-adquiridos Baixa qualidade dos peixes Disseminação de doenças nos tanques de produção 	<ul style="list-style-type: none"> Aquisição de alevinos de produtores com garantia de qualidade Adotar protocolo e técnicas de transporte adequados para evitar estresse aos alevinos Proceder a aclimação adequada dos alevinos antes da estocagem para reduzir o estresse Manter peixes recém-adquiridos em quarentena
Falhas na biometria	<ul style="list-style-type: none"> Baixo desenvolvimento e comprometimento da saúde dos peixes Baixa conversão alimentar dos peixes e desperdício de ração 	<ul style="list-style-type: none"> Manter registro das biometrias e agenda para organização e planejamento Treinamento da equipe para evitar estresse dos peixes Aquisição e manutenção dos equipamentos básicos e EPIs para manejo adequado dos peixes e segurança dos funcionários
Estresse dos peixes durante a produção	<ul style="list-style-type: none"> Baixa da resistência dos peixes e favorecimento do surgimento de doenças Afeta o consumo satisfatório de ração Mortalidades entre 5% a 7%, alguns dias após o estresse 	<ul style="list-style-type: none"> Treinamento dos funcionários Manter uma rotina na propriedade com relação ao manejo dos peixes como horário da alimentação, limpeza e monitoramento da qualidade da água Utilizar ração de boa qualidade e adequar a frequência e a quantidade de acordo com a espécie, idade e temperatura da água Manter os tanques protegidos de predadores e competidores (redes na entrada da água, controle de entrada de visitantes, construção dos tanques em locais protegidos de ruídos)
Infestações e infecções por patógenos	<ul style="list-style-type: none"> Redução no desempenho dos peixes Mortalidade de peixes Alteração de comportamento dos peixes 	<ul style="list-style-type: none"> Monitorar a qualidade da água e a saúde dos peixes (biomarcadores hematológicos e parasitofauna) Conferir e ajustar a densidade de estocagem Separar os animais doentes e encaminhar amostra para diagnóstico Tratar os animais de acordo com o diagnóstico
Uso de produtos químicos e quimioterápicos	<ul style="list-style-type: none"> Resistência aos patógenos se não for utilizado seguindo as recomendações de Boas Práticas Riscos ambientais e econômicos 	<ul style="list-style-type: none"> Todo produto deve ser utilizado sob prescrição de um profissional capacitado Seguir todos os cuidados básicos descritos na bula do produto Uso de EPIs ao manipular o produto Monitorar a saúde dos peixes e da qualidade da água durante o período em que o produto estiver em uso (biomarcadores hematológicos, enzimáticos e comportamentais)

Continua...

Tabela 8. Continuação.

Situação	Efeitos/Consequências	BPM
Mortalidade dos peixes nos viveiros	<ul style="list-style-type: none"> • Ocorrem logo após a estocagem dos peixes nos viveiros • Estresse causado pelo manuseio • Durante o cultivo em função da ocorrência de doenças • Deterioração da qualidade da água 	<ul style="list-style-type: none"> • Conferir os parâmetros físico-químicos da água e aumentar a renovação da água • Retirar os peixes mortos e realizar o descarte adequado • Suspender a alimentação até a confirmação do diagnóstico • Tratar os peixes de acordo com orientações de um técnico capacitado
Presença de microrganismos patogênicos	<ul style="list-style-type: none"> • Coliformes fecais associados aos excrementos dos animais, decomposição de carcaças e a decomposição de matéria orgânica de modo geral • Comprometimento da qualidade da água 	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar presença de animais próximos aos tanques de produção de peixe • Descarte adequado das carcaças de animais
Crescimento excessivo de algas	<ul style="list-style-type: none"> • Comprometimento da qualidade do pescado • Favorece o desenvolvimento de doenças no peixe e ocorrência de mortalidade • Detecção de “off flavor” no pescado 	<ul style="list-style-type: none"> • Manter a densidade adequada nos tanques de acordo com a espécie e idade dos peixes • Ajustar a frequência e quantidade de ração de acordo com a espécie, idade e temperatura da água
Vazamentos e contaminação ambiental pelos medicamentos, fertilizantes e pesticidas	<ul style="list-style-type: none"> • Poluentes e pesticidas acumulados no solo, equipamentos e resíduos no pescado • Comprometimento na qualidade do pescado • Intoxicação dos funcionários e residentes na propriedade 	<ul style="list-style-type: none"> • Armazenamento de produtos químicos em local adequado • Treinamento da equipe para armazenamento, descarte e uso adequado dos produtos químicos

Fonte: Adaptado de Martins (2004a, 2004b), Moraes e Martins (2004) e Ishikawa et al. (2012, 2016b).

Considerações Finais

O sucesso na produção de peixes depende de alguns fatores, do manejo adequado, da mão de obra qualificada e do uso racional dos recursos ambientais. Neste sentido, o uso de tecnologias para auxiliar o piscicultor é essencial para otimizar tempo e recursos.

O uso de biomarcadores em peixe consiste em uma ferramenta para o biomonitoramento do ambiente aquático. Esta ferramenta pode ser inserida na rotina de uma piscicultura junto com as BPM, mas para isto é necessário viabilizar protocolos e treinamentos aos envolvidos.

O uso de biomarcadores em peixe no monitoramento do estado de saúde animal e da qualidade da água são ferramentas práticas, mas que necessitam de padronização para cada espécie e idade do peixe, e assim como as BPM, possuem especificidades para cada tipo de sistema produtivo. Dessa forma, as BPM sanitário com a inclusão do uso dos biomarcadores em peixe foram apresentadas e algumas tabelas foram elaboradas contendo um resumo dos principais pontos críticos sanitários.

Agradecimentos

Ao Projeto BRS Aqua, parceria celebrada entre o BNDES, FEA e Embrapa, com aporte de recursos do BNDES, SAP/Mapa, contrapartida da Embrapa e apoio do CNPq. Ao CNPq pela bolsa PIBIC à J. L. Nascimento e bolsa de Produtividade em Pesquisa à M. L. Martins (CNPq 306635/2018-6).

Referências

AMORIM, L. C. A. Os biomarcadores e sua aplicação na avaliação da exposição aos agentes químicos ambientais. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 6, n. 2, p. 158-170, 2003.

AZEVEDO, T. M. P.; MARTINS, M. L.; BOZZO, F. R.; MORAES, F. R. Haematological and gill responses in parasitized tilapia from Valley of Tijucas River, SC, Brazil. **Scientia Agricola**, v. 63, n. 2, p. 115-120, 2006.

BILA, D. M.; DEZOTTI, M. Desreguladores endócrinos no meio ambiente: efeitos e conseqüências. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 651-666, 2007.

BOJARSKI, B.; KOT, B.; WITESKA, M. Antibacterials in aquatic environment and their toxicity to fish. **Pharmaceuticals**, v. 13, n. 8, article 189, 2020.

BOTELHO, R. G.; ALVES, P. A. T.; MARANHO, L. A.; MONTEIRO, S. H.; SOUZA, B. A. I.; AVELAR, D. S.; TORNISIELO, V. L. Prós e contras da aplicação de pesticidas na aquicultura. **Visão Agrícola**, v. 1, p. 45-48, 2013.

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.; FRACALOSI, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (org.). **Tópicos especiais em piscicultura tropical intensiva**. Jaboticabal: Associação Brasileira de Aquicultura e Biologia, 2004. v. 1, p. 25-43, 2004.

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

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

BRASIL. **Decreto Nº 1.662, de 6 de Outubro de 1995**. Aprova o Regulamento de fiscalização de produtos de uso veterinário e dos estabelecimentos que os fabriquem e/ou comerciem, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 9 out. 1995. Seção 1, p.15799.

COIMBRA, R. S. C.; SANTOS, C. R.; SARAIVA, V. B.; OLIVEIRA, M. M. Biomarcadores como ferramentas na avaliação da qualidade do pescado contaminado com metais traço. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, v. 7, n. 1,, p. 153-172, 2013.

FAO. **The state of world fisheries and aquaculture 2020**: in brief: sustainability in action. Rome, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/ca9231en>. Acesso em: 9 abr. 2020.

FARIA, R. H. S. de; SORANNA, M. R. G. DE S.; SALLUM, W. B. **Manual de criação de peixes em viveiros**. Brasília, DF: Codevasf. 2014. 136p.

FRASCÁ-SCORVO, C. M. D.; QUEIROZ, J.; LOSEKANN, M. E. 2011. Boas práticas de manejo (BPM) aplicadas à qualidade da água da aquicultura em viveiros e tanques-rede Instalados em reservatórios. In: AYROSA, L. M. S. (coord.). **Piscicultura**. Campinas: CATI, 2011. p. 161-174. (Manual Técnico CATI, 79).

FUJIMOTO, R. Y.; CHAGAS, E. C.; ISHIKAWA, M. M.; BENAVIDES, M. V.; PEREIRA, A. M. L.; IWASHITA, M. K. P.;

MACIEL, P. P.; BOIJINK, C.; MAJOLO, C.; TAVARES-DIAS, M.; PEREIRA, S. L. A.; HIDE, D. M. V. **Procedimentos analíticos para avaliação de doenças de peixes**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 26 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 204).

GASTALHO, S.; SILVA, G. J.; RAMOS, F. Uso de antibióticos em aquicultura e resistência bacteriana: impacto em saúde pública. **Acta Farmacêutica Portuguesa**, v. 3, n. 1, p. 29-45, 2014.

GRISOLIA, C. K.; RIVERO, C. L. G.; STARLING, F. L. R. M.; SILVA, I. C. R. da; BARBOSA, A. C.; DOREA, J. G. Profile of micronucleus frequencies and DNA damage in different species of fish in a eutrophic tropical lake. **Genetics and Molecular Biology**, v. 32, n. 1, 138-143, 2009.

HOMKLIN, S.; ONG, S. K.; LIMPIYAKOM, T. Biotransformation of 17[alpha]-methyltestosterone in sediment under different electron acceptor conditions. **Chemosphere**, v. 82, n. 10, 1401-1407, 2011.

HOOFTMAN, R. N.; RAAT, W. K. Induction of nuclear abnormalities (micronuclei) in the peripheral blood erythrocytes of the eastern mudminnow *Umbra pygmaea* by ethyl methanesulphonate. **Mutation Research**, v. 104, n. 1-3, p. 147-152, 1982.

ISHIKAWA, M. M.; JERÔNIMO, G. T.; HISANO, H. **Como enviar peixes ao laboratório para diagnóstico de enfermidades**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2010. 1 Folder

ISHIKAWA, M. M.; JERÔNIMO, G. T.; VENTURA, A. S.; PEREIRA, N. L.; SILVA, T. S. de C.; ZANON, R. B.; FUJIMOTO, R. Y.; CHAGAS, E. C.; MACIEL, P. O.; BENAVIDES, M. V.; MARTINS, M. L. **Parasitas de peixes redondos produzidos na região da Grande Dourados-MS: características e possíveis soluções**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2016a. 40 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 106).

ISHIKAWA, M. M.; PÁDUA, S. B.; VENTURA, A. S.; JERÔNIMO, G. T.; RUSSO, M. R.; CARRIJO-MAUAD, J. R.; MARTINS, M. L. **Biologia e estratégias na sanidade de alevinos de bagres carnívoros**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2012. 47 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 115).

ISHIKAWA, M. M.; SILVA, M. S. G. M. e; PÁDUA, S. B. de; OLIVEIRA, J. A.; DIAS, D. V. L.; SOUZA, B. H. **Procedimentos básicos para monitoramento da parasitofauna de peixes**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2016b. 5 p. il. (Embrapa Meio Ambiente. Circular Técnica, 24).

JERÔNIMO, G. T.; TAVARES-DIAS, M.; MARTINS, M. L.; ISHIKAWA, M. M. **Coleta de parasitos em peixes de cultivo**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 36 p. il.

JESUS, T. B.; DE CARVALHO, C. E. V. Utilização de biomarcadores em peixes como ferramenta para avaliação de contaminação ambiental por mercúrio (Hg). **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 4, p. 680-693, 2008.

LEAL, C. A. G.; FIGUEIREDO, H. C. P. Uso de desinfetantes na piscicultura: o que são, como funcionam e para que servem: parte I. **Panorama da Aquicultura**, v. 172, p. 15-23, 2019.

LIMA, T. A. de; PIMENTEL, S. C. R.; PINHEIRO, V. R.; CAMARGO, V. A. A. de; ISHIKAWA, M. M. Alterações de parâmetros hematológicos em tilápias mantidas em diferentes sistemas de aquários experimentais. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 13., 2019, Campinas. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônomo, 2019. Nº 19411.

LINS, J. A. P. N.; KIRSCHNIK, P. G.; QUEIROZ, V. da S.; CIRIO, S. M. Uso de peixes como biomarcadores para monitoramento ambiental aquático. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 8, n. 4, 2010.

LUVIZOTTO-SANTOS, R.; ELER, M. N.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; VIEIRA, E. M. O uso de praguicidas nas pisciculturas e pesqueiros situados na bacia do rio Mogi-Guaçu. **Boletim do Instituto da Pesca**, v. 35, n. 3, p. 343-358, 2009.

MADI, R. R.; UETA, M. T. O papel de Ancyrocephalinae (Monogenea: Dactylogyridae), parasito de *Geophagus brasiliensis* (Pisces: Cichlidae), como indicador ambiental. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 18, n. 2, p. 38-41, 2009.

MADI, R. R.; UETA, M. T. Parasitas de peixe como indicadores ambientais. In: SILVA-SOUZA, A. T.; LIZAMA, M. de los A. P.; TAKEMOTO, R. M. **Patologia e sanidade de organismos aquáticos**. Maringá: Massoni, 2012. p. 33-58.

MARTINS, M. L. Manejo sanitário na piscicultura. In: RANZANI-PAIVA, M. J. T.; TAKEMOTO, R. M.; LIZAMA, M. de los A. P. (ed.). **Sanidade de organismos aquáticos**. São Paulo: Varela, 2004a. p. 323-332.

MARTINS, M. L. Cuidados básicos e alternativas no tratamento de enfermidades de peixes na aquicultura brasileira. In: RANZANI-PAIVA, M. J. T.; TAKEMOTO, R. M.; LIZAMA, M. de los A. P. (ed.). **Sanidade de organismos aquáticos**. São Paulo: Varela, 2004b. p. 357-370.

MAXIMIANO, A. A.; FERNANDES, R. O.; NUNES, F. P.; ASSIS, M. P.; MATOS, R. V.; BARBOSA, C. G. S.; OLIVEIRA-FILHO, E. C. Utilização de drogas veterinárias, agrotóxicos e afins em ambientes hídricos: demandas, regulamentação e considerações sobre riscos à saúde humana e ambiental. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 10, n. 2, p. 483-491.

MORAES, F. R.; MARTINS, M. L. Condições predisponentes e principais enfermidades de teleósteos em piscicultura intensiva. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALLOSSI, D. M.; CASTAGNOLI, N. (ed.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. p.343-383.

NASCIMENTO, J. L.; GIL, J. A.; SMANIOTTO, F.; VALLIM, J. H.; ISHIKAWA, M. M. Efeito das concentrações residuais do óleo de cravo e do florfenicol nos biomarcadores hematológicos em tilápias. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14., 2020, Campinas. **Anais...** Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2020. RE20403. p. 1-12.

OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2019-2028. Paris: OECD; Rome: FAO, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/7b2e8ba3-es>. Acesso em: 12 set. 2020. OKAMURA, D.; ARAÚJO, F. G.; ROSA, P. V.; FREITAS, R. T. F.; MURGAS, L. D. S.; CESAR, M. P. Influência da concentração de benzocaína e do comprimento dos peixes na anestesia e na recuperação de tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p. 971-976, 2010.

POMPÊO, M. **Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais brasileiros**. São Paulo: Instituto de Biociências da USP, 2017. 138 p.

QUEIROZ, J. F. de. **Boas práticas de manejo (BPM) para a aquicultura em viveiros escavados e em reservatórios**. Jaguariúna: Embrapa meio Ambiente, 2016. 8 p. il. color. (Embrapa Meio Ambiente. Circular Técnica, 25).

RANZANI-PAIVA, M. J. T.; PÁDUA, S. B.; TAVARES-DIAS, M.; EGAMI, M. I. **Métodos para análise hematológica em peixes**. Maringá: Eduem. 2013. 140p.

RIVERO, C.; BARBOSA, A.; FERREIRA, M.; DOREA, J.; GRISOLIA, C. Evaluation of genotoxicity and effects on reproduction of nonylphenol in *Oreochromis niloticus* (Pisces: cichlidae). **Ecotoxicology**, v. 17, n. 8, p. 732-737, 2008.

RIVERO-WENDT, C. L. G.; MIRANDA-VILELA, A. L.; FERREIRA, M. F. N.; BORGES, A. M.; GRISOLIA, C. K. Cytogenetic toxicity and gonadal effects of 17 α -methyltestosterone in *Astyanax bimaculatus* (Characidae) and *Oreochromis niloticus* (Cichlidae). **Genetics and Molecular Research**, v. 12, n. 3, p. 3862-3870, 2013.

SCHELEDER, J.; SKROBOT, K. **Calagem na piscicultura: técnicas de calagem em viveiros de água doce: manual técnico**. Curitiba: Instituto GIA, 2016. 46 p.

SANTOS, D. M. M.; BANZATTO, D. A. Influência de herbicidas em macrófitas aquáticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 6, p. 823-830, 1998.

SATAKE, F.; PÁDUA, S. B.; ISHIKAWA, M. M. Distúrbios morfológicos em células sanguíneas de peixes em cultivo: uma ferramenta prognóstica. In: TAVARES-DIAS, M. (Org.). **Manejo e sanidade de peixes em cultivo**. Macapá: Embrapa Amapá, 2009. p. 330-345.

SCHLENK, D. Necessity of defining biomarkers for use in ecological risk assessment. **Marine Pollution Bulletin**, v. 39, p. 48-53, 1999.

SERIANI, R.; RANZANI-PAIVA, M. J. T. Alterações hematológicas em peixes: Aspectos fisiopatológicos e aplicações em ecotoxicologia aquática. In: SILVA-SOUZA, A. T.; LIZAMA, M. de los A. P.; TAKEMOTO, R. M. **Patologia e sanidade de organismos aquáticos**. Maringá: Massoni. 2012. p. 221-242.

SIMÕES, L. N.; GOMES, L. C. Menthol efficiency as anesthetic for juveniles Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. **Brazilian Journal of Veterinary and Animal Science**, v. 61, n. 3, p. 613-620, 2009.

SINDAN. **Compêndio de Produtos Veterinários**, 2020. Disponível em: <<https://sistemas.sindan.org.br/cpvs/pesquisar.aspx>>

TAVARES-DIAS, M.; MONTAGNER, D. **Uso e principais aplicações do sal comum na piscicultura de água doce**. Macapá: Embrapa Amapá, 2015. 38 p. (Embrapa Amapá. Documentos, 89).

TROMBETA, T. D.; MATTOS, B. O. de. **Manual de criação de peixes em tanques-rede**. 3. ed. Brasília, DF: Codevasf, 2019. 80 p.

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

VENTURA, A. S.; CORSINI, F. E.; GABRIEL, A. M. A. Hematologia como biomarcador de contaminação ambiental em peixes. **Nutri-Time**, v. 12, n. 6, p. 4500-4507, 2015.

VENTURIERI, R.; BERNARDINO, G. Hormônios na reprodução artificial de peixes. **Panorama da Aquicultura**, v. 55, p.39-48, 1999.

VIDAL, L. V. O.; ALBINATI, R. C. B.; ALBINATI, A. C. L.; LIRA, A. D.; ALMEIDA, T. R.; SANTOS, G. B. Eugenol como anestésico para a tilápia-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 43, n. 8, p. 1069-1074, 2008.

VIEIRA, B. B.; PEREIRA, E. L. Potencial dos probióticos para uso na aquicultura. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 14, n. 2, p. 1223-1241, 2016.



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL