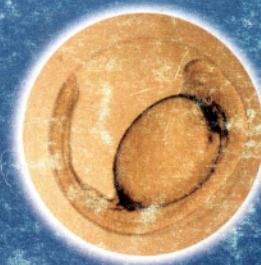
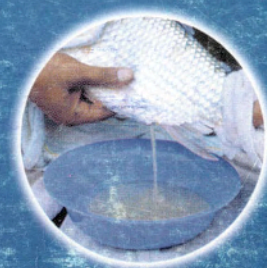


INFORME AGROPECUÁRIO



v. 21 - n. 203 - mar./abr. 2000 Uma publicação bimestral da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais



Aqüicultura Empresarial: Pesquisa e Planejamento

Governo do Estado de Minas Gerais
Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Sistema Estadual de Pesquisa Agropecuária
EPAMIG, UFLA, UFMG, UFV



Ninguém ficou de fora

Hidrelétrica de Nova Ponte e Reserva de Galheiro. Agora com ISO 14001

Toda a natureza pode participar desta festa, até sapo de fora. A Usina de Nova Ponte é a primeira de grande porte do País e uma das primeiras hidrelétricas do mundo a receber o Certificado ISO 14001. Uma recomendação feita pela Det Norske Veritas, empresa norueguesa especializada em certificação de sistemas de gestão.

Nova Ponte foi a primeira usina do Brasil construída para atender a todas as exigências governamentais referentes ao meio ambiente.

E a Reserva Natural de Galheiro, implantada à margens do reservatório para preservar espécies da fauna e flora local, ameaçadas de extinção, também vai receber o Certificado.

ISO 14001. Uma conquista que a Cemig faz questão de comemorar com a natureza e com toda a equipe de Nova Ponte, que teve uma participação fundamental neste momento histórico da empresa.

CEMIG
A Melhor Energia do Brasil.



Aqüicultura racional é a solução para a indústria de pescado

O Diretor-Presidente da Granja Integral Alimentos Ltda. (Saboral), Miguel Arcanjo Fonseca da Silva, é um empreendedor que sempre acreditou no potencial produtivo de Minas Gerais. Desde 1979, vem administrando sua empresa, no município de Vista Alegre (MG). Inicialmente, atuava na criação, comércio e distribuição de aves, passando, em 1993, à comercialização de pescados. O crescimento considerável do setor de pescados propiciou a busca de um produto, cuja matéria-prima fosse nacional e preferencialmente produzida na Zona da Mata, o que levou a estudos para definição de quais os tipos de peixes mais adaptáveis a estas condições.



IA - Por que a Saboral escolheu o município de Vista Alegre (MG) para implantação de sua indústria?

Miguel Arcanjo - A escolha foi feita em virtude da posição estratégica da cidade, para o escoamento da produção e compra de insumos. A quase equidistância das capitais de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo e a proximidade com São Paulo são um grande diferencial de logística.

IA - Quais os principais produtos comercializados pela Saboral e onde ela tem buscado a sua matéria-prima?

Miguel Arcanjo - Os principais produtos são cortes congelados de pescado na

forma de filés e postas. Com relação à origem da matéria-prima, podemos destacar as importações do Mercosul e da Islândia, além de grandes suprimentos de pescado amazônico provenientes da Região Norte do país.

IA - Qual a contribuição da industrialização do pescado para a geração de empregos na região?

Miguel Arcanjo - Pode-se calcular que para cada emprego gerado, em nível de produtor rural, haja a criação de mais quatro empregos ao longo da cadeia produtiva. É difícil dizer quantos destes são gerados pela indústria frigorífica, já que a espécie, tipo de processamento, grau de mecanização e fonte de matéria-prima variam muito de uma empresa para outra. O que se pode afirmar é

que sem o processo de industrialização a atual produção de pescado cultivado no país já não seria absorvida, de modo que a condição *sine qua non* para a consolidação da aqüicultura nacional é a expansão da atuação das indústrias frigoríficas.

IA - Dados do Departamento de Pesca e Aqüicultura (DPA) revelam que a produção brasileira de pescado corresponde a 0,5% do total mundial. Muito baixa, considerando as condições climáticas favoráveis e o grande potencial hídrico do país. O que deve ser feito para aumentarmos nossa produção e para tornarmos nosso produto competitivo no mercado externo?

Miguel Arcanjo - Ressaltaria três aspectos principais: desburocratização e redução das taxas para o licenciamento dos empreendimentos, alcance dos custos financeiros de ordem internacional e formação de mão-de-obra com qualificação empresarial, diminuindo a distância entre o centro de pesquisa e as salas de aula da realidade prática.

IA - A Saboral está desenvolvendo o Projeto Tilápia - Produção de Pescados em Cultivo. Quais os objetivos deste projeto e como funciona?

Miguel Arcanjo - Estamos muito satisfeitos com os resultados atingidos até o momento e, dentre as principais etapas vencidas, podemos destacar a definição de um pacote de cultivo, cartilha do produtor e contrato com a integradora, convênio com agentes financeiros (Banco do Brasil e BDMG), para custeio e implantação das piscigranjas, finalização da unidade de pesquisa e capacitação de mão-de-obra e readequação de algumas normas junto aos órgãos de meio ambiente. Ressaltamos que nestas conquistas contamos com o apoio de diversos parceiros, entre os quais destacamos a EPAMIG, Emater, Fishtec Consultores Assciados, UFV e IEF. Com relação a números específicos podemos informar, em linhas gerais, que temos mais de 160 produtores cadastrados nas mais diversas etapas do processo, desde a avaliação da área até a fase de despesca e realojamento de novos lotes.

IA - Minas Gerais, pelas suas potencialidades, poderia ser um dos maiores produtores de peixe cultivado do país. Na sua

opinião, o que impede que isto aconteça?

Miguel Arcanjo - A situação mineira não difere do restante do país. Os obstáculos para que isto aconteça são os mesmos apontados em nível nacional.

IA - Com o incremento da piscicultura na Zona da Mata mineira, prevêem-se grandes modificações no ecossistema de rios e córregos da região. Como a Saboral pretende atuar diante do problema ambiental?

Miguel Arcanjo - A Saboral preocupa-se sobremaneira com esta questão, já que necessita de água em quantidade e com qualidade para continuar com a sua atividade. Para isso, desenvolveu um sistema de cultivo de efluente zero, que foi testado na Fazenda Experimental da EPAMIG, em Leopoldina, através de um convênio de pesquisa. Durante os nove meses de trabalho, a qualidade das águas efluentes mostrou-se em diversos momentos superior à das afluentes e, em todos os casos, abaixo dos parâmetros permitidos pela legislação vigente. Além desses cuidados com o sistema de cultivo, a Saboral efetua os projetos das fazendas e supervisiona as obras de implantação com vistas a minimizar as perdas decorrentes de falhas de projeto ou de execução. Realiza os projetos de licenciamento ambiental dos integrados e, através de um protocolo de intenções com o IEF, inicia estudos para recuperação das áreas de nascente e recarga dentro das propriedades, através da recomposição da vegetação original. A Saboral vê as atividades de meio ambiente como investimento e não como despesa, já que deseja atin-

gir mercados e consumidores conscientes, para os quais a certificação ambiental é uma exigência e não mera formalidade.

IA - No Brasil, o consumo de carne de frango teve um crescimento de 40% no período de 1992 a 1997, saltando de 17 para 24kg per capita/ano. Podemos esperar que ocorra o mesmo com o consumo de carnes de pescado? Nossas indústrias estão preparadas para atender esta demanda?

Miguel Arcanjo - Estamos seguros de que um crescimento da ordem de 50% nos próximos cinco anos é inevitável, até porque, quando isso ocorrer, o consumo de pescado deverá atingir 9kg por habitante ao ano, ainda assim 50% inferior à ingestão anual mínima recomendada pela Organização Mundial de Saúde (OMS). Vale ressaltar que o consumo de pescado deixou de ser diletantismo para se constituir em questão de saúde pública.

No que diz respeito ao parque industrial brasileiro de pescado, o que se nota é uma boa ociosidade, apesar de estar bem sucateado, devido, em grande parte, ao declínio de quase um milhão de toneladas anuais da produção nacional de pesca extrativista e à sobrepeca dos nossos principais estoques.

Portanto, apenas contando com uma aqüicultura racional como fornecedora de matéria-prima, aliada a processos eficientes de industrialização e distribuição, poderemos suprir essa demanda, caso contrário seguiremos importando praticamente 50% do pescado consumido no país.

REVISTA BIMESTRAL

ISSN 0100-3364

INPI: 1231/0650500

COMISSÃO EDITORIAL

Márcio Amaral
 Marcos Reis Araújo
 Marcelo Franco
 Antônio M. S. Andrade
 Luthero Rios Alvarenga
 José Braz Façanha
 Eustáquio da Abadia Amaral
 Vânia Lúcia Alves Lacerda

EDITOR

Vânia Lúcia Alves Lacerda

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Elizabeth Lomelino Cardoso

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Marlene A. Ribeiro Gomide

AUTORIA DOS ARTIGOS

Bruno Machado Queiroz, Cecília Del Rosário Guerra, Eduardo Maldonado Turra, Evandro V. Holanda Junior, Eve Duarte Holanda, Evoy Zaniboni Filho, Gilberto Cezar Pavanelli, Gilmar Bastos Santos, Hugo P. Godinho, João Ricardo Alvanez, Jorge da Costa Eiras, José Eduardo Aracena Rasguido, José Ricardo Albanez, Lincoln Pimentel Ribeiro, Lúcia Helena Sipaúba-Tavares, Luciene Corrêa Lima, Manuel Vazquez Vidal Junior, Márcia Ferreira Guerra, Márcia Pinheiro Tavares, Maria Beatriz Boschi, Maria Christina Sanches Muratori, Mário Olindo Tallarico de Miranda, Nilo Bazzoli, Paulo Sérgio Formaggio, Ricardo Massato Takemoto, Sadaaki Sobue, Solange Machado da Costa, Vitor B.R. Alt e Weber Pires de Sá Júnior

REVISÃO LINGÜÍSTICA E GRÁFICA

Marlene A. Ribeiro Gomide, Rosely A. R. Battista Pereira

NORMALIZAÇÃO

Fátima Rocha Gomes e Maria Lúcia de Melo Silveira

PRODUÇÃO E ARTE**Digitação:** Maria Alice Vieira e Rosangela Maria Mota Ennes**Formatação:** Maria Alice Vieira e Rosangela Maria Mota Ennes**Capa:** Lamounier Lucas Pereira Júnior**Fotos da capa:** Yoshimi Sato, Elizabeth Lomelino Cardoso e Willibaldo B. Sallum**Programação visual:** Lamounier Lucas Pereira Júnior**IMPRESSÃO**

Santa Clara Editora Produção de Livros Ltda.

(31) 391-0549

PUBLICIDADE

Miguel Talini Marques Filho

Assessoria de Marketing

Av. Amazonas, 115 - CEP 30180-902 - Belo Horizonte-MG

Fone: (31) 273-3544 e 274-8194 - Fax: (31) 273-3884

Copyright © - EPAMIG - 1977

É proibida a reprodução total ou parcial, por quaisquer meios,
 sem autorização escrita do editor. Todos os direitos são
 reservados à EPAMIG.

Informe Agropecuário. - v.3, n.25 - (jan. 1977) -

Belo Horizonte: EPAMIG, 1977 -

v.: il.

Bimestral

Cont. de Informe Agropecuário: conjuntura e estatística. -

v.1, n.1 - (abr.1975).

ISSN 0100-3364

1. Agropecuária - Periódico. 2. Agricultura - Aspecto
 Econômico - Periódico. I. EPAMIG.

CDD 630.5

ASSINATURAS: SETA/EPAMIG

Amazonas, 115 - 6º andar - Caixa Postal 515 - Fone: (031) 273-3544 Ramais 137/149

Fax: (031) 201-8867 - CEP 30180-902 Belo Horizonte, MG, Brasil

CGC(MF) 17.138.140/0001-23 - Insc. Est.: 062.150146.0047

Pesquisa é fundamental para o sucesso da aqüicultura

Em 1997, a produção brasileira de peixes de água doce atingiu cerca de 256 mil toneladas, das quais, 30% foram oriundas de cultivo. No mesmo período, em Minas Gerais foram produzidas 12 mil toneladas de peixe, sendo a maior parte (60%) obtida da pesca extrativista. Considerando as tendências mundial e brasileira de diminuição dos estoques naturais de pescado de águas continentais e confirmando-se a demanda crescente de peixe na alimentação, a aqüicultura apresenta-se como a única alternativa viável de aumento da produção.

Minas Gerais caracteriza-se por sua riqueza em bacias hidrográficas: rios de grande e médio portes e reservatórios que se estendem por grande parte do território. Entretanto, o Estado subutiliza o potencial hídrico na piscicultura empresarial e ocupa a 6ª posição na produção tecnificada de pescado de água doce. Para o desenvolvimento do setor, são necessárias medidas de impacto direcionadas à identificação de demandas tecnológicas e à gestão dos componentes da cadeia produtiva de pescado, com o objetivo de suprir o mercado de produtos de boa qualidade, obtidos por meio de processos de criação rentáveis e sustentáveis ao longo do tempo.

A EPAMIG, em seus 25 anos, teve um papel relevante na questão da aqüicultura. Desde 1975, ano de início do Programa Aqüicultura, a Empresa procurou ampliar o conhecimento tecnológico, através da pesquisa, formação de recursos humanos e da divulgação das informações geradas. Para tanto, buscou parcerias e associações com instituições, visando à otimização dos recursos disponíveis. No início deste novo milênio, a EPAMIG, ciente de seu importante papel sócio-econômico no Estado, convoca as comunidades científica e produtora a unirem-se num esforço conjunto para o crescimento do setor aqüícola em Minas Gerais.

Márcio Amaral
 Presidente da EPAMIG

Minas Gerais, com sua disponibilidade de terra, potencial hídrico, condições climáticas e diversidade de espécies, tem vocação natural para fazer da piscicultura uma atividade de expressão social e econômica.

O potencial de consumo de pescado ainda é pouco explorado no Estado. Em média, o beloizontino consome 400g de carne de peixe ao ano, e esse consumo, no interior do Estado, é de apenas 100g por pessoa. Mesmo assim, para abastecer esse mercado precisamos importar a merluza da Argentina, salmão do Chile, bacalhau da Noruega e o surubim do Amazonas.

Provavelmente, o baixo consumo não é apenas uma questão de hábito alimentar, mas de oferta e preço. Para que a aqüicultura mineira desenvolva-se de acordo com seu potencial e participe ativamente do incremento da produção nacional, é fundamental que seja alcançado um equilíbrio entre a satisfação do produtor e o bom atendimento ao consumidor. Visão empresarial, pesquisa aplicada, orientação técnica, legalização da atividade e espírito associativista são condições indispensáveis para a consolidação do setor piscícola em Minas Gerais.

A coordenação técnica

Sumário

Aquacultura empresarial	
<i>Lincoln Pimentel Ribeiro, Mário Olindo Tallarico de Miranda, Luciene Corrêa Lima e Eve Duarte Holanda</i>	5
Análise de viabilidade financeira de projetos de piscicultura	
<i>Evandro V. Holanda Junior, Lincoln Pimentel Ribeiro, Vitor B.R. Alt, Eve Duarte Holanda e Mário Olindo Tallarico de Miranda</i>	10
Criopreservação de sêmen de peixes	
<i>Hugo P. Godinho</i>	16
Aspectos legais da aqüicultura em Minas Gerais	
<i>Maria Beatriz Boschi</i>	21
Piscicultura em Minas Gerais	
<i>José Eduardo Aracena Rasguido e João Ricardo Alvarez</i>	32
Utilização de biofiltros em sistemas de cultivo de peixes	
<i>Lúcia Helena Sipaúba-Tavares</i>	38
A produção de peixes ornamentais em Minas Gerais	
<i>Manuel Vazquez Vidal Junior e Solange Machado da Costa</i>	44
Sanidade de peixes	
<i>Gilberto Cezar Pavanelli, Ricardo Massato Takemoto e Jorge da Costa Eiras</i>	48
Construção de benfeitoria para piscicultura: viveiros e tanques	
<i>Sadaaki Sobue</i>	57
Aspectos higiênico-sanitários na produção de peixes	
<i>Maria Christina Sanches Muratori, Lincoln Pimentel Ribeiro, Mário Olindo Tallarico de Miranda, Luciene Corrêa Lima, Eve Duarte Holanda, Bruno Machado Queiroz e Eduardo Maldonado Turra</i>	62
Piscicultura em recirculação: uma tendência inevitável	
<i>Lincoln Pimentel Ribeiro, Mário Olindo Tallarico de Miranda e Luciene Corrêa Lima</i>	65
Larvicultura de peixes de água doce	
<i>Evoy Zaniboni Filho</i>	69
Produção de organismos zooplanctônicos utilizados na alimentação de peixes nativos brasileiros na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Furnas (EHPF)	
<i>Weber Pires de Sá Júnior</i>	78
Estresse e sua importância para a piscicultura	
<i>Eve Duarte Holanda, Lincoln Pimentel Ribeiro e Luciene Corrêa Lima</i>	83
Consumo de oxigênio pelo surubim	
<i>Márcia Pinheiro Tavares, Lincoln Pimentel Ribeiro e Cecília Del Rosário Guerra</i>	86
Inversão sexual em tilápias: análise e sugestões	
<i>Lincoln Pimentel Ribeiro, Luciene Corrêa Lima, Eve Duarte Holanda e Márcia Pinheiro Tavares</i>	90
A importância da iniciação científica na formação profissional: a ictiologia como exemplo	
<i>Nilo Bazzoli</i>	95
Estrutura da ictiofauna dos reservatórios do rio Grande, com ênfase no estabelecimento de peixes piscívoros exóticos	
<i>Gilmar Bastos Santos e Paulo Sérgio Formagio</i>	98

Informe Agropecuário	Belo Horizonte	v.21	n.203	p.1-108	mar./abr. 2000
----------------------	----------------	------	-------	---------	----------------

O Informe Agropecuário é indexado nas Bases de Dados: CAB INTERNATIONAL e AGRIS.

Os nomes comerciais apresentados nesta revista são citados apenas para conveniência do leitor, não havendo preferências, por parte da EPAMIG, por este ou aquele produto comercial. A citação de termos técnicos seguiu a nomenclatura proposta pelos autores de cada artigo.

Aquicultura empresarial

Lincoln Pimentel Ribeiro¹
Mário Olindo Tallarico de Miranda²
Luciene Corrêa Lima³
Eve Duarte Holanda⁴

Resumo - A aquicultura é uma atividade empresarial como outra qualquer. Seu crescimento está ligado ao desenvolvimento do agribusiness e tem potencial para se tornar o segundo maior meio de produção de alimentos. Em 1966, foram comercializadas internacionalmente 22 milhões de toneladas no valor de US\$ 52,5 bilhões, representando cerca de 11% do valor de exportação de toda a agricultura e 1% de todo o comércio internacional, além de ter gerado 1.200 novos empregos para cada 45.000t de produtos processados. O crescimento da aquicultura em diversos países deve-se ao emprego de tecnologia moderna que propicia altas produtividades e sobretudo o uso racional da água, considerada um dos recursos mais críticos e estratégicos para o desenvolvimento no século 21. É essencial desenvolver uma cultura totalmente nova e ética para o manejo eficiente e sustentável deste recurso. Como em qualquer atividade empresarial, o sucesso é sinônimo de obtenção de lucro em bases sustentáveis. O fator que mais tem contribuído para o insucesso de diversos programas de desenvolvimento da atividade é a ausência de estudos objetivos de mercado e sua correta interpretação. Por que produzir alguma coisa se não pode ser vendida com um lucro razoável?

Palavras-chaves: Aquicultura empresarial; Agronegócio; Piscicultura empresarial.

INTRODUÇÃO

A aquicultura é a produção comercial de peixes em cativeiro, na qual todos os aspectos a ela inerentes estão sob rigoroso controle do produtor, desde a qualidade de água, a composição de rações especialmente formuladas, até os aspectos sanitários, sem se esquecer do processamento e comercialização, aliados a ações de marketing, que permitem gerar um produto com comprovada qualidade e que atenda às necessidades do consumidor.

Normalmente entre os leigos e mesmo entre alguns técnicos é feita uma série de subdivisões da aquicultura, que vai da atividade de subsistência até a empresarial. No entanto, se compararmos esta atividade à avicultura, podemos afirmar que a cha-

mada aquicultura de subsistência equivale à criação de galinhas de fundo de quintal que, embora utilize a mesma espécie animal, não pode ser enquadrada como avicultura comercial, nesse caso, como aquicultura empresarial.

Até mesmo o aspecto sócio-econômico da aquicultura tem sido alvo de considerações emotivas, uma vez que as produtividades e produções alcançadas são tão reduzidas, que nem contribuem efetivamente para a melhoria da alimentação dos produtores e seus familiares, nem geram receita capaz de incentivá-los a permanecerem no ramo e mesmo expandirem seus negócios.

Na maioria das vezes em que o governo brasileiro discutiu programas de incentivo à piscicultura, lançou mão de chavões lin-

güísticos do tipo: “a piscicultura é uma atividade de baixo nível tecnológico, acessível, portanto, ao produtor de baixa renda e reduzido nível cultural, capaz de gerar proteína de excelente qualidade a baixo custo para a população carente”, o que é uma inverdade.

PANORÂMICA MUNDIAL

O Brasil, desde a década de 70, seja através do governo federal - Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (Sudepe) e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) - seja através dos governos estaduais - Secretarias de Estado, Emater e assemelhados - vem insistindo no mesmo caminho, sem se preocupar em fazer uma

¹Veterinário, Dr., Prof. Adj. UFMG - Escola de Veterinária, Caixa Postal 567, CEP 30123-970 Belo Horizonte-MG.

²Biólogo, M.Sc., Ibama-MG, Caixa Postal 1304, CEP 30110-120 Belo Horizonte-MG.

³Veterinária, M.Sc., Doutoranda Ciência Animal, UFMG - Escola de Veterinária, Caixa Postal 567, CEP 30123-970 Belo Horizonte-MG.

⁴Veterinária, Mestranda Medicina Veterinária Preventiva, UFMG - Escola de Veterinária, Caixa Postal 567, CEP 30123-970 Belo Horizonte-MG.
E-mail: eveholan@hotmail.com

avaliação sócio-econômica isenta capaz de nortear futuros programas de desenvolvimento.

A própria Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), órgão das Nações Unidas, com projetos de desenvolvimento no mundo todo, reviu suas posições ao constatar que a aquicultura de subsistência respondia por menos de 7,5% do total produzido na América Latina, que por sua vez representa apenas 1,5% da produção mundial.

Na América Latina os países que se despertaram para o problema, encarando a atividade com visão econômica, mudando seu público-alvo, reverteram o quadro, tornando-se inclusive, grandes exportadores. Podem ser citados o Chile (segundo maior produtor mundial de salmões), o México, o Panamá, a Costa Rica, a Colômbia e o Equador.

O Brasil, com raras exceções, vem tentando em contrariar todas as tendências mundiais, sendo cogitado até mesmo a implantação de modelos de produção como o generalizado na China Continental. É verdade que este país responde por cerca de 50% da produção mundial da aquicultura, mas é igualmente verdade, que sua produtividade é uma das mais baixas do mundo (cerca de 90kg/ha/ano) e com um dos menores consumos *per capita* do mundo (4,5kg/ano). Para se ter uma idéia das conseqüências do tipo de política a ser adotado por um país, podemos comparar a produção de Formosa e do Japão com a da China Continental, uma vez que se trata de países com origens culturais comuns (Quadro 1).

Muitos cientistas acreditam que a produção mundial de alimentos por métodos tradicionais está próxima de atingir seu ponto máximo. Isso cria a necessidade de outras formas de produção de alimento para a humanidade. Como os oceanos possuem uma capacidade limitada e inconstante de produção (extrativismo), apenas a aquicultura pode garantir produções regulares de alimento. Desse modo, a aquicultura tem condições de expandir mundialmente por meio de divulgação de tecnologias modernas de produção. O crescimento da aquicultura está ligado ao desenvolvimento da agricultura, tendo o potencial de

vir a se tornar o segundo maior meio de produção de alimentos.

O pescado representa 7,5% de toda a produção global de alimentos, sendo a quinta *commodity* mundial no seu setor, perdendo apenas para o arroz, produtos florestais, leite e trigo. Assim, o cultivo de animais aquáticos tem recebido considerável atenção dos setores públicos e privados como um novo agribusiness capaz de diversificar as economias agrícola e pesqueira de países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Em 1995 e 1996, a produção pesqueira expandiu-se rapidamente, atingindo 121 milhões de toneladas no segundo ano. A aquicultura cresceu dramaticamente durante este biênio. O fornecimento para consumo humano aumentou consideravelmente, passando de 14,3 kg *per capita* em 1994 para 15,7 em 1996. No Quadro 2, pode-se observar a evolução da produção de pescado no período compreendido entre 1990 e 1997, além da contribuição da aquicultura e do consumo humano. A aquicultura forneceu 20% da produção de pescado

mundial e 29% de peixes para alimentação humana em 1996.

COMÉRCIO DE PESCADO E DERIVADOS

Peixes, crustáceos e produtos derivados são amplamente comercializados em mais de 195 países, existindo cerca de 180 países importadores. Este comércio vem crescendo em parte devido à expansão da economia mundial e também como reflexo de maior disponibilidade de produtos de aquicultura de espécies de alta demanda.

Em 1996, o setor exportou 22 milhões de toneladas no valor de US\$ 52,5 bilhões, representando cerca de 11% do valor de exportação de toda a agricultura e 1% de todo o comércio internacional.

A maioria das exportações, em termos de valor, originou-se em países em desenvolvimento e consiste largamente de importações por países desenvolvidos. Enquanto a Tailândia foi o líder mundial em exportação de produtos pesqueiros entre 1993 e 1996, com o valor de US\$ 3,4 bilhões, as expor-

QUADRO 1 - Diferenças de produtividade em função do modelo de desenvolvimento adotado

País	Produção (1.000 t/ano)	Valor (bilhão US\$)	Produtividade (kg/ha/ano)	Consumo (kg/ <i>per capita</i> /ano)
China	5.600	-	902	4,5
Formosa	⁽¹⁾ 300	1,1	⁽²⁾ >5.000	44,0
Japão	1.100	3,9	> 250.000	83,0

FONTE: Liao (1992).

(1) sendo 135 mil em água doce. (2) Em sistemas intensivos atinge 600 mil kg/ha/ano.

QUADRO 2 - Produção mundial de pescado

Produção (milhões de toneladas)	1990	1992	1994	1995	1996	⁽¹⁾ 1997
Aquicultura	13.13	15.52	20.77	24.28	26.38	28.27
Captura	85.88	86.21	92.68	93.00	94.63	93.73
Total produção de pescado	99.01	101.73	113.46	117.28	121.01	122.00
Utilização/consumo humano	70.82	72.43	79.99	86.49	90.62	92.50

FONTE: State... (1999).

(1) produção estimada.

tações norueguesas foram as maiores em 1997. Japão é o maior importador, com US\$ 15,5 bilhões, enquanto os Estados Unidos absorvem cerca de 10% das importações de peixes do mundo. Estes dois países e a Comunidade Européia (CE), incluindo para esta o valor de comércio, importam 75%, em termos de valor do mercado internacional de produtos pesqueiros.

A demanda por produtos da aquacultura nos mercados da América do Norte e da Europa tem demonstrado crescimento contínuo de 15% ao ano. A produção mundial dos principais produtos comerciais, chamados as grandes quatro espécies, ou seja, camarão, salmão, bagre-de-canal e tilápia, representa atualmente mais de 1,6 milhão de toneladas. Assumindo-se um crescimento de 10% ao ano, deve-se colocar anualmente no mercado pelo menos 160 mil toneladas de novos produtos (Lockwood, 1998).

Destaca-se a produção do Japão com 1,1 milhão de toneladas, o que equivale a US\$ 3,9 bilhões e consumo *per capita* de 83 kg/ano; e Taiwan com 300 mil toneladas, no valor de US\$ 1,1 bilhão, sendo que exclusivamente em água doce produziu 135 mil toneladas, ultrapassando o Japão em 50 mil toneladas. Esses dois países são modelo de desenvolvimento para os asiáticos e acreditamos ser também para muitos outros.

O sucesso tecnológico da aquacultura no Japão e Taiwan resulta do desenvolvimento de técnicas para o cultivo de espécies de interesse comercial, praticamente sob completo controle do criador.

A aquacultura não é vista exclusivamente como geradora de alimentos e divisas, mas também de empregos. Para exemplificar, só nos EUA, país que prima pela mecanização, são gerados 1.200 empregos para cada 45 mil toneladas de produtos processados.

Em decorrência da estagnação e mesmo da tendência ao declínio das capturas mundiais de pescado, a aquacultura é vista como opção por atender à crescente demanda por alimentos com baixos teores de gordura e fácil digestão, características estas cada vez mais exigidas pelos consumidores.

Pode-se ver pelo Quadro 3, que, em 1990, foi estimada uma população de 5,4

QUADRO 3 - Projeção do crescimento populacional relacionado com a demanda por alimento aquícola e possíveis produções

Ano	População (bilhões)	Demanda (milhões t)	Fonte (milhões t)	
			Pesca ⁽¹⁾	Aquacultura
1990	5,4	102,6	84,6	⁽²⁾ 11
2000	6,3	120,0	85,0	35
2010	7,2	136,8	85,0	52
2025	8,5	162,0	85,0	77

FONTE: Hopkins & Mancini (1992).

(1) mantendo-se a produção estável. (2) estimativa da FAO, na realidade atingiu 13,2 milhões t.

bilhões, demandando cerca de 100 milhões de toneladas de produtos aquícolas. A pesca contribuiu com 84,6 milhões de toneladas, enquanto a aquacultura com 13,2 milhões de toneladas.

Pelo ritmo de crescimento da população mundial, a estimativa para o ano 2025 é de 8,5 bilhões de pessoas, que apresentarão uma demanda da ordem de 162 milhões de toneladas, sendo que, sem o aumento das capturas, a aquacultura teria que responder por 77 milhões de toneladas, o que representaria um aumento de 600%, em 35 anos.

AQUACULTURA E PESCA NO BRASIL

Os brasileiros sempre acreditaram que o país dispunha de recursos naturais inesgotáveis, entre eles o pesqueiro. Pesquisas na costa brasileira (8.400 km de extensão), incluindo as 200 milhas, estimaram em 1,4-1,7 milhão de toneladas o potencial teórico das capturas nacionais, que em 1994 estavam em 800 mil toneladas e hoje já caíram para 500 mil toneladas, com tendência a um declínio maior.

Como não dispomos de estatística para produtos da aquacultura em função da falta de cadastro de produtores, estima-se em 80 mil t/ano a produção brasileira, a partir de estimativas da capacidade de produção de alevinos. No entanto, como se sabe, estas produções não são regulares, as quan-

tidades informadas são superestimadas e a sobrevivência até o abate, nas condições mais comuns, é muito baixa.

Potencial da aquacultura brasileira

Se considerarmos a população brasileira estimada em 150 milhões de habitantes e o consumo de peixes preconizado pela FAO de 25 kg *per capita*/ano, constata-se uma demanda reprimida de 3,75 milhões de t/ano. Mesmo considerando menos da metade do ideal (10kg/pessoa/ano), ainda assim necessita-se produzir 1,5 milhão t/ano. Somente Minas Gerais, com seus 16 milhões de habitantes, representa uma demanda aproximada de 160 mil toneladas ou o ideal de 400 mil toneladas.

Como nossas capturas encontram-se estabilizadas em torno de 500 mil toneladas, há um deficit corrente de 1.000 toneladas, sem contar o desenvolvimento populacional e as exportações.

Tradicionalmente, o Brasil exporta pescados para os EUA (70%), Japão (20%), Argentina (2%), devendo explorar melhor o Mercado Comum do Sul (Mercosul) e a Comunidade Econômica Européia (CEE). Como possui uma das menores produções em catifeiro das Américas, nossas exportações baseiam-se em capturas, com exceção de alguns camarões oriundos de criações. Por outro lado o país é o maior importador de pescado da América Latina, tendo pas-

sado de US\$ 190 milhões em 1993, para US\$ 455 milhões em 1996, correspondendo a 190 mil toneladas. O déficit na balança comercial de pescado é de 166 mil toneladas, no valor de US\$ 289 milhões.

A questão que surge é se temos condições naturais (água, solo, clima) e sobretudo competência para atender ao desafio de produzir alimentos de origem aquática, não só para o mercado interno, mas também para exportação. Não devemos fantasiar as enormes características naturais brasileiras para produção de peixes tropicais, como terra barata, água em abundância e clima privilegiado, além de mão-de-obra barata, acreditando-se que os recursos naturais sozinhos irão resolver a questão.

Das afirmativas citadas a única incontestável é que o clima brasileiro é realmente privilegiado, permitindo produções contínuas 365 dias/ano e um ciclo de produção que atinge a metade ou até um quarto do tempo necessário em outros países.

Concentrando-nos na água, uma vez que os demais aspectos são abominados pelos economistas, a abundância deste recurso no país e mesmo em Minas Gerais, considerada a caixa d'água nacional, deve ser olhada com muito cuidado. Precisamos distinguir quantidade de qualidade. Em um Estado, onde pouquíssimas cidades efetuam tratamento de esgotos antes destes serem lançados nos rios, torna-se preocupante a quantidade de água potável ou de boa qualidade realmente disponível e até quando estará disponível.

No extremo oposto, recusa-se no Brasil a discutir o emprego de uma fonte significativa de água, que é a subterrânea, por uma questão de dogma, alegando-se ser inviável economicamente, mas, como todo dogma, não possui fundamento científico e/ou técnico-econômico.

Minas Gerais possui um dos maiores aquíferos subterrâneos do Brasil, o qual está subutilizado no momento. O emprego de água subterrânea oferece vantagens como temperatura constante, baixíssimo risco de contaminação, além de, se usada com técnica, não implicar em grandes gastos energéticos.

Diversos países utilizam água subterrânea em seus projetos aquícolas comerciais, como EUA, Taiwan, Israel (chegam a

bombear água de 3 mil metros de profundidade), inúmeros países europeus, entre outros. Até mesmo no Brasil tem sido demonstrado que a agricultura irrigada com essa água é viável economicamente, por que não a aquacultura?

Em diversas regiões do Estado e mesmo do país existem águas superficiais que podem ser usadas, mas as decisões deveriam ser tomadas após estudos técnico-econômicos, análises de custo-benefício, incluindo-se aqui os riscos de contaminação ao longo do tempo e a tendência mundial de produzir-se o mais próximo possível dos centros consumidores.

ÁGUA E O MEIO AMBIENTE

Segundo o professor José L. T. da Costa, especialista em recursos hídricos da Universidade de Algarve, em Portugal (Ribeiro, 1995), "estamos muito próximos da guerra da água, pois os recursos hídricos são cada vez mais escassos e serão inevitáveis os conflitos entre países que têm rios internacionais. O futuro da água no mundo passa pela necessidade de fazer uso racional dela. Nós temos uma herança milenar de desperdício de água, a qual é considerada como um bem que não é precioso, nem supérfluo. Tem-se a noção de que é inesgotável. Toda esta mentalidade milenar tem que ser substituída pela mentalidade do uso racional da água, mesmo porque já existe carência deste recurso, as cidades estão cada vez maiores, gigantescas, as indústrias absorvem grandes quantidades de água, além da irrigação, que já é responsável pelo maior consumo hídrico do mundo."

O sucesso da aquacultura nos últimos anos em diversos países deve-se ao emprego de tecnologia moderna, que propicie altas produtividades, mas sobretudo ao uso racional da água, inclusive quanto ao tratamento de efluentes. Não basta preocupar-se com a intensificação dos sistemas de produção, mas sim com a sua perpetuação, o que desperta cada vez maiores atenções voltadas para o impacto ambiental destas criações, a concorrência com outros setores pelo uso da água, acima de tudo para uso direto pelo homem.

A capacidade de expansão e sustentabilidade do Brasil depende de como e

onde pretendemos criar peixes. Podemos exemplificar comparando-se os gastos com água em três distintos sistemas de produção. No sistema de fluxo contínuo, comumente empregado na triticultura, necessita-se de 38.000 - 76.000 litros de água para produzir 1 kg de peixe, mesmo usando-se oxigênio líquido.

Com a tradicional técnica de criação em viveiros, que consiste no seu enchimento, a estocagem e reposição de perdas por evaporação e infiltração chegam a um consumo de 12.000 - 38.000 litros de água/kg de peixe produzido, mesmo com aeração.

Já nos sistemas de recirculação de água, com descargas diárias que variam de 2% a no máximo 10%, estando o mais comum entre 2 e 5%, requer-se 38 - 76 litros de água/kg de peixe, alimentado na proporção de 2,5% do peso vivo ao dia e com conversão alimentar entre 0,9 e 1,5:1.

A água é considerada um dos recursos mais críticos e estratégicos para o desenvolvimento das Américas no século XXI. É essencial desenvolver uma cultura totalmente nova e ética para o manejo eficiente e sustentável deste recurso (Gonzalez, 1998).

Nunca é demais salientar que 97% da água existente no mundo é salgada. Dos 3% de água doce, 2% estão nos pólos e 1% disponível para uso humano. Este 1% ainda é subdividido em 73% para irrigação, 21% para uso industrial e 6% uso doméstico.

O uso racional da água é mais fácil e barato do que a tecnologia para limpá-la.

CAUSAS DE SUCESSO E INSUCESSO EM AQUACULTURA

Em tradução de parte do artigo publicado por Avault (1997), pode-se obter uma idéia das causas de sucesso ou insucesso em aquacultura. O que é necessário para obter sucesso em aquacultura? Como sucesso entende-se obter lucro em bases sustentáveis.

Freqüentemente, um planejamento é feito e nenhum obstáculo permanece ignorado, por que, então, alguns empreendimentos obtêm sucesso e outros não? Assumindo-se que seja elaborado um estudo de viabilidade, com planilhas de custos e

rentabilidade, projeções de fluxo de caixa e outras análises, o produto final é um estudo de viabilidade. O que teria sido esquecido?

Existe uma gama de fatores a ser considerada. A determinação, energia e persistência são alguns desses fatores.

Alguns indivíduos entram lentamente na aquicultura, muitos começam como agricultores. Eles possuem o temperamento e o conhecimento de como plantar e comercializar seu produto. Alguns começam com cautela, um viveiro após o outro, aprendendo com erros, conforme estes vão surgindo.

Ainda que existam companhias gigantes em aquicultura, elas possuem recursos para contratar um grupo de especialistas, com experiência necessária para produzir e comercializar seu produto com lucro. Por que então algumas dão certo e outras não?

Podem-se, arbitrariamente, agrupar as causas de insucesso em três categorias. Você pode criar o que deseja? Pode comercializar o produto? Pode lidar com imprevistos?

É prudente não ser o primeiro a criar uma espécie, até que seu ciclo de produção esteja fechado.

É tentador ser pioneiro com uma nova espécie. Isto é ótimo se você o faz por *hobby* e não investe muito capital, ou se você é um pesquisador que conduz trabalhos com dinheiro do governo. Se alguém obtém todas as respostas, poderá ser admirado, mas, provavelmente, houve um custo muito alto. No princípio, é melhor ser orientado por algum agente governamental. Muitas pessoas no setor privado não possuem paciência para esperar até que determinadas respostas sejam fornecidas e não possuem uma visão clara do momento adequado para entrar em uma determinada operação comercial. Isto é o que torna a aquicultura tão excitante e ao mesmo tempo irritante.

MARKETING

Em todo o mundo tem-se cometido alguns equívocos comuns no desenvolvimento da aquicultura. Possivelmente, o fator que mais tem contribuído para o insucesso de diversos programas de desenvolvimento da atividade seja a ausência de estudos objetivos de mercado e sua correta interpretação para tomada de decisões

quanto ao tipo e forma de investimento a ser feito.

Observando-se a coluna de Dallimore (1998), verifica-se que existem alguns passos que deveriam ser seguidos para a obtenção de sucesso nos investimentos e, por conseguinte, do desenvolvimento da aquicultura como atividade empresarial.

Ainda segundo este autor, podem-se listar alguns passos que servem de orientação a quem pretende implantar um projeto de aquicultura, quais sejam:

- a) filosofia do projeto: a decisão de uma companhia deve ser com base no mercado e não focada na produção (por que produzir alguma coisa, se não pode ser vendida com um lucro razoável?);
- b) pesquisa de mercado: não pode ser limitada ao aporte de capital durante o estudo de viabilidade, que compreende o conjunto do mercado, não só onde se deseja vender, mas também os fornecedores de insumos (não se pode vender algo, se não se dispõe do necessário para produzi-lo, como por exemplo, alevinos);
- c) instrumentos de marketing: o conjunto de atividades ligadas ao marketing pode ser listado, como variedade de produtos a ser ofertada e o público-alvo, local e canais de comercialização, políticas de preço e margens realísticas de lucro, e a necessidade de campanhas publicitárias para atingir o público-alvo;
- d) estratégia de marketing: planejamento com recursos suficientes para monitorar e continuar o desenvolvimento de produtos;
- e) preço: preços existentes, sazonalidade, margem de lucro potencial, garantias de preço, preço mínimo, suporte público, etc. Financiamento - custos para entrar no mercado em termos de embalagens, processamento e distribuição, e seus efeitos no lucro;
- f) produto: os tipos de produtos existentes no mercado e disponibilidade de novos nichos de mercado (fresco, congelado, filé, defumado, etc.), qualidade, sempre a melhor e de conformidade com controle de qualidade em pontos críticos (HACCP), embalagem e design; necessidade e exigências

dos consumidores;

- g) local: onde o produto será vendido, os canais de distribuição, como chegar ao mercado e seus efeitos sobre o lucro, vendas através de atacadistas ou direto para varejistas (especialmente supermercados) e os custos do pessoal de vendas;
- h) propaganda: anúncios específicos ou genéricos, campanhas especiais para novos mercados ou produtos, uso de marca registrada, desenvolvimento de novas embalagens (sugestões de receitas tem-se tornado muito importante), qualidade e continuidade do produto para estar sempre disponível para atender à demanda.

Em resumo, pode-se afirmar que é fundamental a elaboração de um plano de marketing, com previsão orçamentária para executá-lo integralmente, incluindo-se uma cota razoável de imprevistos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVAILT, J. A. Success in aquaculture. *Aquaculture Magazine*, Asheville, USA, v.23, n.1, p.63-65, 1997.
- DALLIMORE, J. Developing your marketing concept. *Fish Farming International*, Middlesex, UK, v.25, n.10, p.42, Oct. 1998.
- GONZALEZ, C. E. A. Water management in the Americas. *International Journal of Water Resources Development*, Basings-toke, UK, v. 14, n. 3, p. 289-291, 1998.
- HOPKINS, A.; MANCI, W.E. Aquaculture: opportunity now. *Aquaculture Magazine*, Asheville, USA, v.18, n.6, p. 44, 1992.
- LIAO, I.C. Aquaculture in Asia: status, constraints, strategies and prospects. In: APO SYMPOSIUM ON AQUACULTURE, 1990, Keelung. [Proceedings...]. Aquaculture in Asia. Keelung: Taiwan Fisheries Institute, 1992, p. 13-27.
- LOCKWOOD, G. S. Capital markets and aquaculture. *Aquaculture Magazine*, Asheville, USA, v.24, n.6, p.37-45, Nov./Dec. 1998.
- RIBEIRO, L. Guerra da água próxima de acontecer entre países com rios internacionais. *Estado de Minas*, Belo Horizonte, 28 out. 1995. Agropecuário, p.4.
- The STATE of world fisheries and aquaculture 1998. Disponível site FAO. <http://www.fao.org/docrep/w9900e/w9900e00.htm>. Consultado em 1999.

Análise de viabilidade financeira de projetos de piscicultura

Evandro V. Holanda Junior¹
Lincoln Pimentel Ribeiro²
Vitor B. R. Alt³
Eve Duarte Holanda⁴
Mário Olindo Tallarico de Miranda⁵

Resumo - São descritas as principais fases de elaboração de um projeto de piscicultura, com especial atenção para análise de viabilidade financeira. Para a identificação de um projeto potencial faz-se necessário um certo volume de informações, que pode advir de análises de políticas governamentais, sugestões de especialistas técnicos, fazendeiros locais, visitas a outras regiões, cursos e leituras etc. A estrutura e a apresentação do projeto variam muito. Porém, o processo de elaboração e execução de cada fase de um projeto, ao longo do tempo, deve conter, pelo menos, as seguintes etapas básicas: definição do conceito do produto; estudo de mercado; estudo de tamanho e localização; engenharia; análise de custos e receitas; avaliação do mérito do projeto e pilotagem. O estudo de viabilidade econômica de um projeto envolve o conhecimento de aspectos técnicos, econômicos, institucionais e sociais do empreendimento, subsidiando a decisão de implantação ou não do projeto. Os resultados obtidos neste exemplo demonstrativo servem para indicar que em projetos de piscicultura, o preço de venda do produto e a produtividade do sistema de produção são os itens mais sensíveis para os resultados econômicos.

Palavras-chave: Projeto; Piscicultura; Viabilidade econômica; Taxa interna de retorno.

INTRODUÇÃO

A demanda por produtos aquícolas na Europa e na América do Norte tem crescido a uma taxa de 10 a 15% ao ano (Lockwood, 1998). A Comunidade Econômica Européia (CEE) importa anualmente entre 60 e 70% dos alimentos de origem aquática, no valor de aproximadamente, US\$ 11 bilhões, e o mercado americano 8,7 milhões toneladas no valor de US\$ 9,9 bilhões, além do mercado japonês.

Segundo a Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), a produção mundial, em 1996, aumentou

10,61% (em peso) e 6,20% (no valor). A produção brasileira por sua vez cresceu cerca de 30%, desempenho superior ao mundial (Madrid, 1998), atingindo 80 mil toneladas, em 1998. Mesmo assim, a demanda reprimida do consumo de peixe no Brasil ainda é muito grande. Se a população brasileira for estimada em 160 milhões de habitantes, e o consumo de peixes preconizado pela FAO de 25 kg *per capita*/ano, constata-se uma demanda reprimida de 4 milhões de t/ano.

Tradicionalmente, o Brasil exporta pescados para os EUA (70%), Japão (20%), Argentina (2%), devendo portanto explorar

melhor o Mercosul e a CEE. Como possui uma das menores produções em cativeiro das Américas, nossas exportações baseiam-se em capturas, com exceção de alguns camarões oriundos de criações. Por outro lado, o país é o maior importador de pescado da América Latina, tendo passado de US\$ 190 milhões, em 1993, para US\$ 455 milhões em 1996, correspondendo a 190 mil toneladas. O déficit na balança comercial de pescado é de 166 mil toneladas, no valor de US\$ 289 milhões.

O potencial de desenvolvimento da aqüicultura em uma região depende de três fatores (Shang, 1990):

¹Veterinário, M.Sc. Especialista Adm. Rural, Doutorando Ciência Animal, UFMG - Escola de Veterinária, Caixa Postal 567, CEP 30123-970, Belo Horizonte-MG. E-mail: holandjr@hotmail.com

²Veterinário, Dr., Prof. Adj. UFMG - Escola de Veterinária, Caixa Postal 567, CEP 30123-970 Belo Horizonte-MG.

³Eng^o, Consultor sobre viabilização de empreendimentos. E-mail: vitor@bhnet.com.br

⁴Veterinária, Mestranda Medicina Veterinária Preventiva, UFMG - Escola de Veterinária, Caixa Postal 567, CEP 30123-970 Belo Horizonte-MG. E-mail: eveholan@hotmail.com

⁵Biólogo, M. Sc., Ibama-MG, Caixa Postal 1304, CEP 30110-120 Belo Horizonte-MG.

- a) economia relativa de criação e venda de diferentes espécies animais;
- b) vantagens comparativas;
- c) desempenho econômico em relação a outras atividades econômicas.

Dentre as regiões brasileiras, a Sudeste destaca-se por apresentar o maior mercado potencial e de maior poder aquisitivo (Workshop..., 1996).

Com o aumento da demanda por projetos de piscicultura empresarial em todo o Brasil, será preciso que os técnicos estejam preparados para atender às expectativas de crescimento.

A tomada de decisões de investimento para implantação de qualquer empresa exige muita cautela, pois disso dependem o sucesso e a rentabilidade do empreendimento (Salazar, 1999). Os investimentos, portanto, devem sempre ser precedidos de um conjunto de análises econômico-financeiras que sirva de ferramenta para o processo de tomada de decisão (Nogueira, 1997).

PROJETO DE INVESTIMENTO

Um investimento pode ser definido como a aplicação de recursos em um sistema de produção que visa gerar benefícios, dentro de um determinado período.

O estudo de viabilidade econômica de um projeto envolve o conhecimento quanto a aspectos técnicos, econômicos, institucionais e sociais do empreendimento, subsidiando a decisão de implantação ou não do projeto.

FASES DE UM PROJETO

Para identificação de um projeto potencial é necessário um certo volume de informações. Estas podem advir de análises de políticas governamentais, sugestões de especialistas técnicos, fazendeiros locais, visitas a outras regiões, leituras, etc. (Shang, 1990 e Barbosa, 1996). Nesta fase, acúmulo de conhecimentos e "tino" dos empreendedores são os radares mais aguçados para essa identificação.

O trabalho dos projetistas inicia-se por

uma análise de previabilidade, na qual é realizado um estudo preliminar, com base em dados não necessariamente definitivos ou completos. Se existirem justificativas que indiquem ser válido o investimento em um estudo definitivo, então os projetistas passam para a elaboração do estudo de viabilidade (Shang, 1990 e Buarque, 1991).

A passagem de uma fase para outra representa um momento crítico e uma busca por aumento de confiança no processo de elaboração de um projeto. Deve-se sempre perguntar se vale a pena continuar destinando tempo, esforço e dinheiro em reunir antecedentes mais completos e realizar estudos mais refinados. "Em geral, o básico é que o custo do estudo deve representar sempre uma parte pequena do total dos investimentos." Contar com as orientações de uma equipe multidisciplinar e afinada de especialistas aumenta muito as chances de tomar decisões acertadas (Buarque, 1991).

As seguintes razões podem levar ao abandono temporário da idéia de ampliar ou instalar um cultivo de peixes de água doce:

- a) aumento da oferta de alimentos protéicos;
- b) correções de ineficiências na produção que levem a um aumento da produção, advindas da melhor alocação dos recursos existentes;
- c) deficiências no fornecimento de insumos, equipamentos e serviços;
- d) instabilidade da moeda;
- e) alta taxa de juros;
- f) política fiscal indefinida;
- g) altos custos para importação de equipamentos;
- h) restrições ambientais, etc.

A seqüência em cada fase poderia ser a seguinte, sendo o grau de aprofundamento definido pelo estágio de desenvolvimento do projeto (Buarque, 1991):

- a) caracterização do produto numa macrolocalização provisória;

- b) determinação do potencial de procura;
- c) conhecimento técnico do nível dos custos, da localização e do tamanho do empreendimento;
- d) determinação dos custos e receitas, da estrutura do financiamento e da rentabilidade do projeto.

A estrutura e a apresentação do projeto variam muito. Porém, o processo de elaboração e execução de cada fase de um projeto, ao longo do tempo, deve conter, pelo menos, as seguintes etapas básicas:

- a) definição do conceito do produto;
- b) estudo de mercado;
- c) estudo de tamanho e localização;
- d) engenharia;
- e) análise de custos e receitas;
- f) avaliação do mérito do projeto;
- g) pilotagem.

Conceituação

Na fase de conceituação do produto é preciso definir as características da mercadoria-peixe, tais como:

- a) alta perecibilidade;
- b) características biológicas e organolépticas próprias de cada espécie;
- c) existência de produtos substitutos;
- d) forma de apresentação ou tamanho do peixe preferida pelos consumidores;
- e) faixa de mercado a ser ocupada;
- f) tendências de consumo, entre outras.

A definição do produto é pormenorizada através da realização do estudo de mercado.

Estudo de mercado

Nesta etapa é avaliado o grau de necessidade que a sociedade tem em relação ao produto, destacando-se os seguintes pontos: existe mercado para venda de peixes? Quais espécies são mais aceitas pelos con-

sumidores? Em que lugar? De que tamanho é o mercado? Que fatores afetam a demanda e os preços dos produtos? Existem concorrências? Que quantidade produzir? Sobre o potencial consumidor é útil frisar seus gostos, a classe social, escolaridade, sexo, faixa etária e local de trabalho? O mercado é de que tipo? Existem segmentos de mercado que podem ser penetrados? Alguma estratégia mercadológica poderia ser estabelecida? E por fim: já existe um local? Verificar se as vias de acesso ao ponto de venda permitem o tráfego o ano todo.

O conhecimento do mercado envolve alguns custos e necessita de planejamento e técnicas científicas. Cada estudo de mercado exige uma formulação metodológica diferenciada e uma grande criatividade do especialista de mercado envolvido no projeto (Shang, 1990, Buarque, 1991, Abreu, 1996 e Silva & Batalha, 1997).

Tamanho e localização

A teoria econômica demonstra que, em uma situação de concorrência perfeita, exige-se das empresas que tenham um tamanho mínimo para poderem continuar competindo (Moro, 1995).

O tamanho ótimo situa-se entre o mínimo econômico e a demanda máxima permitida pela dinâmica do mercado. Para sua determinação é preciso levar em conta ainda a capacidade financeira e gerencial do empresário e a influência da localização da fazenda sobre o preço dos insumos.

Na escolha da localização de um projeto que inclua a compra de terra, deve-se definir a região ou cidade, onde será instalado e as terras específicas de interesse.

Em relação ao local, os pontos-chave para a escolha são (Buarque, 1991):

- comparação entre os custos de transporte e comercialização;
- facilidade de transporte dos insumos e dos produtos;
- disponibilidade, custo e qualificação da mão-de-obra;
- disponibilidade e custo de serviços de infra-estrutura e assistência técnica;

e) incentivos oferecidos pelos poderes públicos (federal, estadual e municipal);

f) características de infra-estrutura, da água e do solo.

Engenharia

Esta etapa objetiva determinar o processo de produção, os equipamentos e as instalações e, assim, tornar possível o cálculo dos custos de investimento e de operação.

Após levantamentos plani-altimétricos e definição do sistema de produção a ser adotado, procede-se à elaboração de uma planta básica das instalações, em cima da qual definem-se equipamentos e demais insumos necessários.

Investimentos, custos e receitas

A montagem e a operação de uma estrutura produtiva exigem dispêndios de capital que podem ser chamados de investimentos e despesas, respectivamente. A venda dos produtos gerados na operação é chamada de receita. O cálculo dos valores monetários dos investimentos, das despesas e das receitas permite a realização da análise de viabilidade financeira do projeto.

Os investimentos podem ser realizados com recursos próprios ou empréstimos de terceiros (financiamentos). Estes podem ser obtidos para a montagem da infra-estrutura, custeio das despesas operacionais de um ciclo de produção e/ou comercialização dos produtos. É importante analisar a existência de linhas de crédito, os incentivos, bem como as taxas de juros aplicáveis.

Segundo Clary et al. (1984), a realização do investimento só deverá ser feita com financiamento, quando a taxa interna de retorno do projeto for maior que a taxa de juros sobre o capital emprestado.

Análise de viabilidade e sensibilidade

Os métodos de análise do mérito do projeto compreendem técnicas conhecidas co-

mo orçamento de capital. "O processo de orçamento de capital envolve a geração de propostas de investimento a longo prazo; a avaliação, a análise e a seleção delas, e a implementação e acompanhamento das que foram selecionadas" (Gitman, 1997).

Existem diversas técnicas e uma primeira escolha consiste em considerar ou não as variações do valor do dinheiro no tempo. Para os propósitos de tomada de decisão sobre um empréstimo, as seguintes técnicas são suficientes: Período de Retorno (*Pay-back*), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Presente Líquido (VPL).

Período de retorno

A técnica de período de retorno consiste em determinar quanto tempo é necessário para o investidor recuperar o capital empregado (Buarque, 1991, Gitman, 1997 e Salazar, 1999). Pode ser vista como uma medida de risco (quanto maior tempo a empresa precisa para recuperar o investimento, maior o risco).

O critério de decisão, utilizando-se o *Pay-back*, consiste em comparar o valor encontrado com o tempo máximo aceitável, para obter o retorno de capital (Gitman, 1997).

Valor Presente Líquido (VPL)

O VPL é obtido subtraindo-se o investimento inicial de um projeto do valor presente das entradas de caixa, descontadas a uma taxa igual ao custo de capital da empresa. Este é um bom método para a avaliação de projetos, pois representa o retorno líquido atualizado proporcionado pelo projeto durante sua vida útil. As dificuldades em determinar o valor exato da taxa de desconto para a atualização limitam o uso do método.

A escolha desta taxa é uma decisão difícil que deve ser tomada pelo dono do capital. A regra fundamental é tomar-se por base o custo de oportunidade do capital (Buarque, 1991).

Taxa Interna de Retorno (TIR)

A TIR é uma taxa de desconto que iguala o valor presente das entradas de caixa

ao investimento inicial referente a um projeto.

Se a TIR for maior que a taxa da melhor alternativa do mercado, aceita-se o projeto, caso contrário rejeita-o. Este critério garante que a empresa obtenha, pelo menos, sua taxa requerida de retorno, o que aumentaria a riqueza de seus proprietários (Gitman, 1997).

Abordagem para lidar com o risco

As abordagens para lidar com os riscos de um projeto procuram captar as variabilidades das entradas de caixa e dos VPLs. Dois dos instrumentos mais comuns e que apresentam uma maior praticidade de cálculo são:

- a análise de sensibilidade, que utiliza vários valores possíveis para uma determinada variável, a fim de avaliar o seu impacto no retorno da empresa. Por exemplo: mudanças nos preços de venda, preço dos insumos, valor dos investimentos, produtividade (Buarque, 1991 e Gitman, 1997);
- ponto de equilíbrio: determina qual o nível de produção é necessário para cobrir os custos operacionais fixos. Ele indica o grau em que uma diminuição nas vendas não provoca perdas efetivas na empresa (Buarque, 1991).

Para ajustar o risco, quando se aplica o VPL, pode-se utilizar a Taxa de Desconto Ajustada ao Risco (TDRA). Esta taxa é a que deve ser obtida em um determinado projeto, para compensar adequadamente os proprietários da empresa pelo risco que estão incorrendo. Quanto maior for o risco de um projeto, maior deve ser a TDRA e, conseqüentemente, menor o VPL de uma série de fluxos de caixa (Gitman, 1997).

Execução do projeto

Após a análise de viabilidade, conclui-se pela implantação do projeto, definem-se as condições e as etapas básicas para sua execução física, especificando-se:

- os detalhes da engenharia;

- a definição dos responsáveis e de um cronograma para a implantação de medidas, ou execução de obras civis;
- compra e instalação dos equipamentos;
- entrada em funcionamento (Buarque, 1991).

O investimento não deve ser realizado de uma única vez. Inicialmente, deve-se montar uma parte da estrutura (pilotagem). Esta medida serve para retroalimentar e corrigir falhas, confrontar o planejado com o realizado e fornecer informações úteis para ampliações, ou mesmo para elaboração de outros projetos.

EXEMPLO DEMONSTRATIVO

Para demonstrar estas técnicas de análise de viabilidade financeira e sensibilidade, considerou-se um projeto para produzir 200 toneladas de peixes vivos, utilizando-se um sistema de produção de tilápia descrito por Martin et al. (1995). As tilápias serão vendidas com o peso médio individual de 0,60kg, a um preço médio de US\$1.75/kg.

Os peixes serão cultivados em viveiros escavados, com renovação de mais de 10% da água dos viveiros por dia, monitoramento intenso da qualidade da água e uso de aeradores nos viveiros de engorda (4HP/ha), com alimentação a base de ração. Inclui ainda, o uso de viveiros berçários com alimentação advinda de adubação. Esta tecnologia permite um ciclo de produção de oito meses, sendo dois meses nos berçários e seis meses na fase de engorda. Os valores das premissas necessárias para a realização da análise de viabilidade financeira estão apresentados no Quadro 1.

Os investimentos fixos requeridos foram da ordem de US\$ 32.149,60/ha. Os investimentos fixos serão realizados com capital próprio e 30% de empréstimos bancários, com juros de 19,48% ao ano. O empréstimo deverá ser pago em cinco anos, com um ano de carência e em parcelas fixas.

O capital para custeio da primeira safra foi calculado como sendo igual a 5% dos

investimentos fixos e será proveniente de empréstimo bancário, a juros de 19,48% ao ano, quitado ainda no primeiro ano.

Adotou-se como taxa de desconto aquela aplicada pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), para financiamento a longo prazo, a Taxa de Juros a Longo Prazo (TJLP) (jan.-jun./99 = 13,48) + 6% a.a., sendo igual a 19,48% a.a. Segundo Scorvo Filho et al. (1998), é esta a única taxa possível de obter recursos financeiros, para a realização de investimentos alternativos na agricultura brasileira, sendo considerada como a taxa média de atratividade de retorno.

O projeto apresentou VPL positivo, com TIR de 37,94% e período de retorno de cinco anos (Quadro 2). São resultados que indicam desempenho positivo do projeto, com os valores das premissas estabelecidos.

Por diversas razões, os valores de preços de venda, da produtividade, dos custos operacionais e do capital investido, estabelecidos para um projeto, podem não se reproduzir na prática e vir a influenciar seu desempenho financeiro. Sendo assim, a análise de sensibilidade foi realizada observando-se o comportamento da TIR e do período de retorno, se os custos operacionais ou os investimentos aumentassem 20%, ou se os preços ou a produtividade diminuíssem 20% (Quadro 3). Qualquer uma destas situações levaria a uma diminuição do desempenho financeiro do projeto.

A maior variação na TIR ocorreu com a mudança do preço de venda do produto ou na produtividade do sistema. Nestas situações, a TIR é menor que a taxa de atratividade mínima de investimento, e são requeridos mais de seis anos para que ocorra o retorno do capital.

Os resultados indicam ser estes os itens mais sensíveis para projetos em piscicultura. Atenção especial deve ser dada ao estudo do comportamento dos preços praticados no mercado ao longo dos anos, à construção de tendências de preços de mercado e à comercialização do produto. Na determinação da produtividade proje-

QUADRO 1 - Valores das premissas para a análise de viabilidade financeira do projeto demonstrativo

Premissas	Unidade	Valor
Produção anual (a partir do 3º ano) - estabilizada	t	200,00
Produtividade / ha (1º ano)	kg/ha/ano	10.800,00
Produtividade / ha (2º ano)	kg/ha/ano	24.300,00
Produtividade / ha (3º ano em diante)	kg/ha/ano	32.400,00
Área exigida em viveiros	ha	8,23
Capital de investimento fixo	US\$	264.605,76
Custo operacional (1º ano)	US\$	150.147,49
Custo operacional (2º ano)	US\$	197.043,70
Custo operacional (3º ano em diante)	US\$	225.181,40
Produção (1º ano)	kg	88.888,89
Produção (2º ano)	kg	200.000,00
Produção (3º ano em diante) - estabilizada	kg	266.666,67
Preço de venda	US\$/kg	1,75
Capital de terceiros	US\$	59.536,30
Capital depreciable	US\$	242.383,54
Parcela fixa de amortização	US\$	11.907,26
Receita bruta (1º ano)	US\$	155.555,56
Receita bruta (2º ano)	US\$	350.000,00
Receita bruta (3º ano em diante) - estabilizada	US\$	466.666,67
Capital de custeio - 5% do investimento fixo	US\$	13.230,29
Imposto de Renda de Pessoa Jurídica		
a) % do lucro líquido antes dos impostos até R\$240.000/ano	%	15,00
b) % do lucro líquido antes dos impostos acima de R\$240.000/ano	%	10,00
c) taxa de conversão utilizada para R\$1,00 (US\$ comercial de venda)	US\$	0,58
Taxa de desconto	% ao ano	19,48

QUADRO 2 - Análise de sensibilidade do projeto demonstrativo

Medida	Preço - 20%	Produtividade - 20%	Custos + 20%	Investimentos + 20%
Pay-back (anos) ⁽¹⁾	> 6	> 6	6	5
TIR (%) ⁽²⁾	18,95	18,95	27,02	32,28

(1) Período de retorno. (2) Taxa interna de retorno.

tada não se deve superestimar a capacidade de produção dos sistemas, uma análise crítica da literatura e a procura por consultoria de especialistas diminuem bastante

os riscos de erros de estimação.

Diversas outras combinações podem ser feitas visando estabelecer limites de segurança para diminuição nos preços dos

produtos e na produtividade e aumento nos custos de produção e investimentos.

É importante não superestimar a capacidade produtiva dos sistemas de criação, os preços a serem pagos pelo mercado e nem os custos de insumos e investimentos. Uma análise realista do desempenho das diferentes tecnologias deve ser feita, sempre considerando a capacidade administrativa de cada produtor e a qualidade da mão-de-obra. Assim como, do mercado, pois de nada adiantará produzir, se não conseguir vender

QUADRO 3 - Análise de viabilidade financeira do projeto demonstrativo (valores em US\$), considerando o preço de US\$1,75/kg de peso vivo de peixe

Modelo base de implementação	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Receita Bruta		155.555,56	350.000,00	466.666,67	466.666,67	466.666,67
Impostos		(15.011,11)	(33.775,00)	(45.033,33)	(45.033,33)	(45.033,33)
Receita Líquida		140.544,44	316.225,00	421.633,33	421.633,33	421.633,33
Custos operacionais		(150.147,49)	(197.043,70)	(225.181,40)	(225.181,40)	(225.181,40)
Depreciação		(24.238,35)	(24.238,35)	(24.238,35)	(24.238,35)	(24.238,35)
Juros sobre empréstimos		(18.257,80)	(11.430,97)	(8.573,23)	(5.715,48)	(2.857,74)
Lucro líquido antes das taxas		(52.099,20)	83.511,97	163.640,35	166.498,10	169.355,84
Contribuição social e Imposto de Renda		0,00	(19.207,75)	(36.390,48)	(36.904,87)	(37.419,26)
Lucro líquido após as taxas		(52.099,20)	64.304,22	127.249,88	129.593,23	131.936,57
Investimento fixo	(264.605,76)					
Capital de custeio		(13.230,29)				
Depreciação		24.238,35	24.238,35	24.238,35	24.238,35	24.238,35
Fluxo de caixa projetado	(264.605,76)	(41.091,13)	88.542,57	151.488,23	153.831,58	156.174,93
Valor presente líquido (referente a janeiro de 1999)	223.511,94					
Período de recuperação (anos) - a partir de 1999 inclusive	5					
Taxa interna de retorno	37,94%					

satisfatoriamente o produto.

Os resultados deste exemplo servem somente como ilustração, chamando atenção para os bons retornos financeiros que podem ser alcançados pela piscicultura, considerando-se as premissas como verdadeiras. Contudo, os resultados dependem do desempenho técnico e das condições de mercado. Um estudo real necessita de informações mais detalhadas, devendo ser elaborado por profissionais com comprovada experiência na elaboração e análise de viabilidade de projetos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, C.B. Sistema de informação de marketing. In: *MARKETING para todos*. Fortaleza: Fundação Demócrito Rocha, 1996. Cap.10, p.114-115. Curso de Marketing.
- BARBOSA, A.P. Criação e lançamento de novos produtos. In: *MARKETING para todos*. Fortaleza: Fundação Demócrito Rocha, 1996. Cap. 2, p. 20-21. Curso de Marketing.
- BUARQUE, C. *Avaliação econômica de projetos*. 7. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991. 266p.
- CLARY, G.M.; JORDAN, L.W.; THOMPSON, C.E. Economics of purchasing superior beef bulls. *Southern Journal Agricultural of Economics*, Lexington, v.16, p.31-36, 1984.
- GITMAN, L.J. *Princípios de administração financeira*. 7. ed. São Paulo: Harbra, 1997.
- LOCKWOOD, G.S. Capital markets and aquaculture failures. *Aquaculture Magazine*, Asheville, p. 37-45, Nov./Dec.1998.
- MADRID, R.M. Análise de viabilidade econômica e financeira de projetos de aqüicultura. *Panorama da Aqüicultura*, Rio de Janeiro, v.8, n. 49, p.20-23, set./out. 1998.
- MARTIN, N.B.; SCORVO FILHO, J.D.; SANCHES, E.G.; NOVATO, P.F.C.; AYROSA, L.M. da S. Custos e retornos na piscicultura em São Paulo. *Informações Econômicas*, São Paulo, v.25, n.1, p.9-47, jan. 1995.
- MORO, S. *Etude économétrique des variables internes qui influencent la croissance des entreprises laitières dans la Zona da Mata, Etat de Minas Gerais, Brésil*. Gembloux (Belgique): Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, 1995. 274p. Tese (Doutorado em Ciências Agrônomicas)
- Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, 1995.
- NOGUEIRA, E. Análise de investimentos. In: BATALHA, M.O. *Gestão agroindustrial*. São Paulo: Atlas, 1997. v.2, cap.4, p.223-229.
- SALAZAR, G.T. *Administração financeira*. Lavras: UFLA-FAEPE, 1999. 211p.
- SCORVO FILHO, J.D.; MARTIN, N.B.; AYROZA, L.M. da S. Piscicultura em São Paulo: custos e retornos de diferentes sistemas de produção na safra 1996/97. *Informações Econômicas*, São Paulo, v.28, n.3, p.41-60, mar. 1998.
- SHANG, Y.C. *Aquaculture economic analysis: an introduction*. Baton Rouge: World Aquaculture Society, 1990.
- SILVA, A.L.; BATALHA, M.O. Marketing estratégico aplicado a firmas agroindustriais. In: BATALHA, M. O. *Gestão agroindustrial*. São Paulo: Atlas, 1997. v.1, cap.3, p.84-120.
- WORKSHOP PARA SUBSIDIAR A CAPACITAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS E A GERAÇÃO DE TECNOLOGIA EM Aqüicultura SUSTENTÁVEL, 1995, São Carlos. [Anais...] Aqüicultura para o ano 2000. Brasília: CNPq, 1996. 95p.

Criopreservação de sêmen de peixes

Hugo P. Godinho¹

Resumo - A experiência brasileira em criopreservação de sêmen de peixes é limitada e restringe-se a algumas iniciativas de caráter experimental com a utilização de técnicas tradicionais. Além de discutir aspectos da fisiologia do sêmen, são apresentados resultados preliminares acerca da criopreservação do sêmen, utilizando-se nova tecnologia. Esta tecnologia, desenvolvida pelo World Fisheries Trust (WFT), Canadá, está sendo testada no Brasil graças ao convênio entre esta organização não-governamental canadense e instituições brasileiras. Os resultados obtidos indicam a possibilidade de utilizá-la para a instalação de bancos de sêmen destinados à conservação *ex-situ* dos recursos genéticos e, eventualmente, à piscicultura.

Palavras-chave: Criopreservação; Sêmen; Peixes.

INTRODUÇÃO

A criopreservação do sêmen envolve procedimentos que permitem o armazenamento de espermatozoides em nitrogênio líquido a -196°C, mantendo-se sua viabilidade por tempo indefinido. O reconhecimento, feito há cerca de cinco décadas, de que o glicerol é capaz de proteger células contra os efeitos deletérios do congelamento, significou o início do desenvolvimento desta tecnologia para a preservação do sêmen a longo prazo. A partir daí, a criopreservação de sêmen e de embriões de animais domésticos expandiu-se extraordinariamente, ao ponto de fazer parte obrigatória do arsenal tecnológico à disposição dos pecuaristas.

Mais de 50 espécies de peixe já tiveram seus espermatozoides criopreservados, dentre os quais os salmonídeos ocupam o primeiro lugar em número de espécies e incluem peixes de alta importância econômica, como a truta-arco-íris e o salmão-do-atlântico (Leung & Jamieson, 1991). A criopreservação do sêmen de tilápias, de carpa-comum e de carpas chinesas também tem sido realizada com sucesso. Trabalhos experimentais que envolvem a criopreservação de sêmen de várias espécies brasileiras estão também disponíveis na literatura: curimatã (Cóser et al., 1984 e Kavamoto et al., 1989), dourado (Cóser et al., 1984), bagre

(Silveira et al., 1985), piau (Cóser et al., 1987), pacu-caranha (Carolsfeld et al., 1990 e Silveira et al., 1990) e curimatã-pacu (Cóser et al., 1992).

APLICAÇÕES PRÁTICAS DE BANCOS DE SÊMEN DE PEIXES

A implantação de bancos de sêmen de peixes tem sido adotada em vários países. Isto deve-se à sua relativa simplicidade e ao baixo custo de implantação e manutenção. A possibilidade de ser utilizada na restauração da variabilidade genética de estoques debilitados e sob ameaça de extinção iminente faz desta tecnologia uma poderosa ferramenta de conservação dos recursos genéticos de peixes (Harvey, 1998).

Dada a importância que bancos de gamoplasma podem desempenhar em programas de conservação da ictiofauna brasileira, recentemente foi assinado convênio de cooperação para transferência de tecnologia de criopreservação de sêmen de peixes entre instituições brasileiras e o World Fisheries Trust (WFT), do Canadá. Embora a criopreservação de sêmen de peixes tenha sido experimentalmente realizada no Brasil, a tecnologia canadense envolve a utilização de equipamentos especiais de refrigeração que simplificam o processo.

As aplicações de bancos de sêmen em programas de conservação de recursos ge-

néticos e em piscicultura incluem:

- a) recuperação de estoques silvestres ameaçados de extinção através de processos biotecnológicos - especialmente daquelas espécies importantes para a pesca e piscicultura;
- b) redução do número de reprodutores (machos), utilizados em programas de propagação artificial com consequente redução de custos;
- e) eliminação do problema da assincronia da atividade reprodutiva entre reprodutores, quando estes não estão preparados simultaneamente para a reprodução, como não raramente isto ocorre;
- d) estabelecimento de programas de melhoramento genético com a utilização de machos selecionados;
- e) facilidade de transporte, difusão e troca de material genético entre organizações atuantes na área;
- f) fornecimento de material genético para identificação de populações ou estoques através de técnicas de biologia molecular;
- g) estabelecimento de programas de hibridização, quando existem impedimentos de natureza física ou comportamental.

¹Veterinário, Ph.D., Prof. Adj. Puc Minas - ICBS, Av. Dom José Gaspar, 500, CEP 30535-610 Belo Horizonte-MG.

VARIÁVEIS RELEVANTES À CRIOPRESERVAÇÃO DE SÊMEN DE PEIXE

O sucesso da aplicação da tecnologia de criopreservação de sêmen de uma determinada espécie depende da análise de variáveis relativas à produção de sêmen, dentre as quais incluem-se volume produzido e concentração e motilidade espermáticas.

Testículos e espermatozoides

Os testículos são órgãos usualmente pares, que se unem posteriormente para formar um ducto espermático único que se abre no exterior. As células germinativas desenvolvem-se em estruturas denominadas cistos que revestem internamente a parede do túbulo seminífero. Ao final do processo espermatogênico, os espermatozoides recém-formados são liberados dos cistos e lançados no lume do túbulo seminífero. Aí, eles se acumulam, bem como no ducto espermático, onde permanecem até a época da reprodução. O período reprodutivo dos peixes é variável, podendo durar até vários meses dependendo da espécie considerada. Todavia, o pico da atividade reprodutiva da maioria das espécies nativas ocorre nos meses de verão.

Os espermatozoides de peixe têm forma semelhante àquela encontrada em outros vertebrados, exceto que a maioria deles é desprovida de acrossoma. Assim, eles são constituídos de cabeça, peça intermediária e cauda. São imóveis, quando ainda estão no testículo ou no líquido seminal, e adquirem motilidade assim que são expulsos para o meio externo e entram em contato com a água.

Volume de sêmen

O volume de sêmen produzido pelos peixes é muito variável. Ele depende da espécie, do tamanho do indivíduo, da época do ano em que ele foi obtido e da metodologia utilizada na sua obtenção. As espécies brasileiras, em geral, produzem alguns poucos mililitros durante o período reprodutivo, sendo que os peixes de couro produzem maiores quantidades que os de escama. Porém, dados de pesquisa sobre o volume produzido pelos peixes brasileiros, nas diversas situações antes indicadas, são praticamente inexistentes.

O sêmen é obtido através de massagens manuais aplicadas na parede celomática do

peixe. É prática usual nas estações de piscicultura do Brasil, aplicarem-se hormônios, especialmente extrato bruto de hipófise de carpa ou LHRH-a, para aumentar o volume extruído. Parte considerável do sêmen produzido fica retida nos testículos e ducto espermático, de sorte que um mesmo indivíduo pode "doar" sêmen mais de uma vez.

Deve-se ter cuidados especiais na coleta do sêmen, pois, nesta ocasião, ele pode ser contaminado por água e urina e fezes do próprio peixe. Uma vez contaminado, este sêmen não pode ser utilizado para criopreservação, mas isto não exclui seu uso imediato na fertilização de ovos.

Concentração espermática

O conhecimento da concentração de espermatozoides, isto é, o número de espermatozoides por volume de sêmen é importante para sua adequada utilização. Os métodos mais utilizados para sua determinação são a contagem direta em câmara de Neubauer e a estimativa através de curva de regressão obtida previamente entre a concentração e o espermátocrito. Este último revela a proporção entre o volume de células, principalmente espermáticas, e o volume de plasma seminal. O espermátocrito é obtido em centrífuga de microhematócrito utilizada em análises clínicas de sangue. Valores de concentração espermática de alguns peixes brasileiros encontram-se no Quadro 1.

Motilidade

A motilidade espermática é a principal variável utilizada para avaliar a qualidade do sêmen. Como já mencionado, os espermatozoides são imóveis no interior dos testículos e adquirem motilidade assim que entram em contato com a água. A diferença

existente entre a baixa pressão osmótica da água em relação àquela do plasma seminal é essencial para a iniciação da motilidade dos espermatozoides, em peixes de água doce. Nos peixes marinhos, a situação é inversa – a motilidade é iniciada, quando o espermatozoide entra em contato com a água do mar, cuja pressão osmótica é muito mais elevada que a do plasma seminal.

A motilidade do sêmen é estimada em microscopia óptica, que pode ser feita tanto em campo claro quanto em campo escuro, em aumento de 200x ou 400x. Uma das questões relativas à estimativa da motilidade do sêmen é a necessidade de sua adequada diluição para que dados confiáveis possam ser obtidos. A diluição deve ser relativamente alta, pelo menos 1:1.000, para que 100% dos espermatozoides iniciem simultaneamente seu movimento. Em diluições abaixo da recomendada, somente alguns espermatozoides são ativados depois de misturados ao diluente e outros começam a ser ativados mais tardiamente, o que dificulta a análise correta. Também, a utilização de uma solução diluidora do sêmen que não comprometa sua qualidade é questão importante a se considerar na análise da motilidade (Billard, 1995).

Duração da motilidade

A duração da motilidade do sêmen de peixes de água doce de fertilização externa é muito pequena, situando-se em torno de um minuto. A duração da motilidade diminui, conforme se aumenta a pressão osmótica do diluente. Durações máximas foram conseguidas com concentrações de 25-50 mMol kg⁻¹ em *goldfish* e 30-40 mMol kg⁻¹ em carpa, correspondendo a 1/3 da concentração do plasma seminal (Morisawa et al., 1983).

QUADRO 1 - Concentração espermática de alguns peixes brasileiros

Espécie	Nome popular	Concentração/ml (x 10 ⁹)
<i>Leporinus elongatus</i>	piapara	7,0 - 16,0
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	pacu-caranha	7,1 - 11,1
<i>Salminus maxillosus</i>	dourado	4,3 - 10,0
<i>Prochilodus marginivittatus</i>	curimatã-pacu	19,2 - 26,6
<i>Prochilodus scrofa</i>	curimatã	13,3 - 20,5
<i>Pseudoplatystoma coruscans</i>	pintado	8,0 - 16,0

FONTE: Godinho & Cóser (1995).

CRIOPRESERVAÇÃO DE SÊMEN DE PEIXE

O sucesso da criopreservação de sêmen com nitrogênio líquido exige que as taxas de resfriamento estejam situadas entre 10 e 50°C/min (Harvey & Carolsfeld, 1993). Esta taxa é usualmente obtida no vapor do nitrogênio líquido. Para isto, tradicionalmente havia necessidade de encontrar a distância correta da superfície do nitrogênio líquido, onde o sêmen deveria ser colocado para que tais taxas de congelamento fossem obtidas. Esta operação era dificultada por variações na temperatura do ambiente, onde se realizava a criopreservação, sendo bastante difícil de ser obtida em condições de campo.

O uso de botijões contendo exclusivamente vapor de nitrogênio líquido facilita a realização dos procedimentos de criopreservação no campo, pois eles são hermeticamente fechados e com temperatura interior constante (cerca de -80°C). Resultados satisfatórios utilizando-se esta metodologia já se encontram disponíveis na literatura (Aoki et al., 1997).

Durante o processo de criopreservação, os espermatozoides sofrem alterações morfológicas que podem causar sua morte. Estas alterações ocorrem na membrana plasmática, na cabeça e na peça intermediária. Quando o sêmen é colocado diretamente no nitrogênio líquido, a membrana plasmática e a peça intermediária podem desaparecer inteiramente. Por outro lado, quando o sêmen é colocado no vapor do nitrogênio líquido, os espermatozoides sofrem congelamento gradual. Neste caso, as estruturas membranosas não são muito alteradas, mas o aspecto da cromatina é consideravelmente modificado (Billard, 1983).

Crioprotetores

A adição de substâncias crioprotetoras aos diluentes minimiza os danos causados à célula durante o processo de congelamento. Os crioprotetores podem ser divididos em dois grupos: os que são permeáveis (solúveis) à membrana plasmática e aqueles que não o são. No grupo dos crioprotetores solúveis os mais usados são: metanol (DMSO), glicerol, metanol e 1,2-propandiol (Leung, 1991). O segundo grupo é conhecido como crioprotetores não-permeáveis ou crioprotetores externos e incluem: os açúcares (sacarose e glicose), po-

límeros (dextran e PVP) e proteínas (gema de ovo, leite desnatado e outros). Estes componentes, já que não penetram na célula, são capazes de promover uma proteção coligativa. Isto quer dizer que, associados aos crioprotetores solúveis, são capazes de promover proteção mais completa da célula, atuando ao nível da membrana celular.

CRIOPRESERVAÇÃO DO SÊMEN DE ESPÉCIES NATIVAS

Os trabalhos aqui relatados foram realizados com o objetivo de testar a tecnologia canadense de criopreservação de sêmen às espécies brasileiras de interesse econômico e que possam estar ameaçadas de extinção. Estes trabalhos foram feitos em peixes das bacias dos rios Paraná, São Francisco e Uruguai. No Quadro 2 estão listadas as espécies dos rios São Francisco e Paraná já testadas. Os trabalhos com as espécies do rio Uruguai estão sendo conduzidos pelo grupo do Prof. Evoy Zaniboni Filho, da Universidade Federal de Santa Catarina.

Para as espécies do rio Paraná e do rio São Francisco, estão sendo avaliados os seguintes itens:

- efeito da hipofixação sobre o volume de sêmen extruído e a concentração espermática;
- efeito da diluição do sêmen fresco com diferentes soluções ativadoras sobre a taxa de motilidade e sua du-

ração;

- eficiência de diferentes crioprotetores na manutenção da motilidade espermática pós-descongelamento e na fertilização de ovos;
- eficiência do botijão de vapor de nitrogênio líquido na criopreservação do sêmen;
- otimização do uso de sêmen criopreservado na fertilização de ovos.

Origem e manejo dos peixes

Os peixes utilizados nos trabalhos de criopreservação são mantidos durante todo o ano em tanques de terra de estações de pisciculturas. Os trabalhos iniciam-se, em geral, no mês de outubro e prolongam-se até o mês de fevereiro, período em que os peixes estão aptos à reprodução. Os peixes que, através de massagem abdominal, eliminam sêmen são selecionados e levados ao laboratório de reprodução. No laboratório, são mantidos em tanques de tratamento usualmente separados das fêmeas. Eles, então, recebem tratamento hormonal a base de extrato bruto de hipófise de carpa, ou LHRH-a, ou de ambos. Os protocolos de tratamento variam conforme a espécie e a estação de piscicultura considerada.

Coleta de sêmen

Para a coleta de sêmen, os peixes são levados para uma mesa acolchoada e con-

QUADRO 2 - Peixes das bacias dos rios São Francisco e Paraná, cujo sêmen foi objeto de testes preliminares de criopreservação

Espécie	Bacia	Local de experimentação
Piapara (<i>Leporinus elongatus</i>)	Paraná	EHP-Furnas
Piau-verdadeiro (<i>Leporinus elongatus</i>)	São Francisco	EHP-Três Marias
Piracanjuba (<i>Brycon orbignyanus</i>)	Paraná	EPDA- Volta Grande
Matrinchã (<i>Brycon lundii</i>)	São Francisco	EHP-Três Marias
Pacu-caranha (<i>Piaractus mesopotamicus</i>)	Paraná	EPDA- Volta Grande
Dourado (<i>Salminus brasiliensis</i>)	São Francisco	EHP - Três Marias
Dourado (<i>Salminus maxillosus</i>)	Paraná	EHP - Furnas
Pirá (<i>Conorhynchus conirostris</i>)	São Francisco	EHP - Três Marias
Surubim (<i>Pseudoplatystoma coruscans</i>)	São Francisco/Paraná	EHP - Três Marias/EHP - Furnas

NOTA: EHP - Estação de Hidrobiologia e Piscicultura; EPDA - Estação de Pesquisa e Desenvolvimento Ambiental.

tidos com o auxílio de toalhas umedecidas. A região da papila genital é então secada e o sêmen é extruído por meio de massagens abdominais. Em seguida, é recolhido em frasco graduado asséptico ou em seringa plástica e seu volume registrado.

Análise da motilidade

Uma pequena gota de ~ 2 µl de sêmen fresco é colocada em lâmina histológica previamente focalizada no microscópio óptico. Nesta gota, adicionam-se ~ 30-60 µl de solução de NaCl 50-100 mMol ou solução de NaHCO₃ 1% que é rapidamente homogeneizada para a leitura. A estimativa da porcentagem de espermatozoides móveis em relação ao total é feita dentro de ~3s após a homogeneização da mistura. A porcentagem é representada segundo a escala: 0 (motilidade nula), 1 (até 20% de motilidade), 2 (de 21% a 40%), 3 (de 41% a 60%), 4 (de 61% a 80%) e 5 (acima de 80%).

Criopreservação

O sêmen, que no momento da coleta não sofreu contaminação e que exibe motilidade espermática 5, na escala citada, pode então ser submetido à criopreservação. O processo de criopreservação adotado é utilizado pelo WFT, do Canadá, no qual se utiliza o botijão de vapor de nitrogênio líquido. Para isto, ele é diluído em soluções contendo crioprotetores e cuja pressão osmótica é semelhante à do plasma seminal, de sorte que não provoque a motilidade dos espermatozoides. Atualmente, as soluções crioprotetoras são de composição simples, como por exemplo DMSO 10%, glicose 5% e gema de ovo (ou leite em pó) 10-15% em água destilada e são utilizadas na proporção de 1 sêmen : 4 diluentes (v:v).

Após diluição, a mistura sêmen mais diluente é envasada em palhetas próprias para criopreservação, numeradas e com capacidade para 0,5ml. Experimentos com palhetas de maior capacidade têm sido utilizados pelo WFT, especialmente para salmões. As palhetas de 0,5ml são postas em hastas de alumínio de dois compartimentos, também numeradas, e então colocadas no botijão de vapor de nitrogênio líquido. Após terem sido criopreservadas neste botijão, as palhetas são transferidas para

botijões de nitrogênio líquido no qual são mantidas até serem utilizadas.

Descongelo

Uma palheta de cada amostra congelada é então descongelada para estimar-se a motilidade espermática pós-descongelo. Para isto, após retirar-se a palheta do botijão de nitrogênio líquido; ela é colocada em banho-maria entre 25-45°C, por até 10s, sempre tendo o cuidado para não contaminar seu conteúdo com água. Dentro deste período, o sêmen adquire consistência pastosa sendo então levado ao microscópio para estimativa da motilidade, utilizando-se a mesma metodologia empregada para o sêmen fresco.

Concentração espermática

A concentração espermática do sêmen extruído é determinada em câmara de Neubauer após diluição de 1:7.000 em solução de formol-salina (formol 6%, NaCl 0,9%). São feitas várias contagens para cada peixe e os valores obtidos são apresentados em número médio de espermatozoides/ml de sêmen.

Espermatócrito

Alíquotas de sêmen de cada peixe são postas em tubo microcapilar e centrifugados em centrífuga de hematócrito durante 4 a 10 minutos a 11.500 rpm. Após esse processo, estima-se a porcentagem média do volume

de células em relação ao volume do plasma seminal para cada peixe.

CRIOPRESERVAÇÃO DO SÊMEN DE PACU-CARANHA: EXEMPLO DE UM CASO²

Os valores de volume de sêmen extruído (em ml) para os pacu-caranha tratados com hormônio foram significativamente maiores do que aqueles dos peixes não tratados. Por outro lado, os valores obtidos para espermatócrito e para concentração espermática não foram significativamente diferentes (Quadro 3). Os coeficientes de correlação de Pearson entre as características seminais do pacu-caranha foram em geral baixos, exceto entre espermatócrito e concentração espermática de peixes-controle que foram altos e negativos.

Os dados de criopreservação para o sêmen de pacu-caranha encontram-se no Quadro 4. Eles foram obtidos utilizando-se a metodologia descrita neste artigo. Quando comparadas com o sêmen fresco, as taxas de motilidade dos espermatozoides reduziram-se significativamente após a criopreservação. Dentre os diluentes estudados, o que obteve maiores valores de taxa de motilidade pós-descongelo foi aquele que continha 10% DMSO, 5% glicose, 15% gema de ovo e 70% água destilada (diluente A), tendo NaCl 50 mMol como solução ativadora da motilidade.

QUADRO 3 - Características morfológicas do sêmen de pacu-caranha (*Piaractus mesopotamicus*) hipofisados e controle mantidos na Estação de Pesquisa e Desenvolvimento Ambiental de Volta Grande, Cemig, no período de outubro de 1998 a janeiro de 1999⁽¹⁾

Grupo	N ^o de peixes	Peso corporal (kg)	Comprimento total (cm)	Volume de sêmen extruído (ml)	Espermatócrito (%)	Concentração espermática†
H	43	3,1 ± 0,7 ^a	53,3 ± 4,4 ^a	7,2 ± 4,9 ^a	42,7 ± 0,4 ^a	36,6 ± 16,5 ^a
C	5	3,1 ± 0,5 ^a	55,4 ± 4,3 ^a	1,2 ± 1,6 ^b	54,2 ± 22,5 ^a	48,1 ± 38,6 ^a

NOTA: H - Peixes hipofisados; C - Peixes-controle (sem tratamento); † - Número de espermatozoides/ml x 10⁹.

Letras iguais sobrescritas nos valores de uma mesma coluna, significa que não existe diferença significativa entre eles.

(1)Dados da dissertação de Mestrado de A. G. Bedore (curso de Pós-graduação em Biologia Celular, UFMG-ICB 1999).

²Os dados apresentados constituem parte da dissertação de Mestrado de Alessandra G. Bedore, do curso de Pós-graduação em Biologia Celular, do Departamento de Morfologia, Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, sob orientação de Hugo P. Godinho.

QUADRO 4 - Motilidade (escala de 0-5) do sêmen criopreservado de pacu-caranha (*Piaractus mesopotamicus*) hipofisados (n=17), submetido a diferentes diluentes (A, B, C, D) e ativado em NaCl 50 mMol e em NaHCO₃ 1%, no período de outubro de 1998 a janeiro de 1999⁽¹⁾

Ativadores	Motilidade do sêmen fresco	Motilidade do sêmen criopreservado em diferentes diluentes ‡			
		A	B	C	D
NaCl	4,6 ± 0,5 ^a	2,4 ± 0,8 ^b	1,2 ± 0,6 ^{ct}	1,0 ± 1,3 ^{ct}	0,4 ± 0,5 ^{dt}
NaHCO ₃	4,5 ± 0,6 ^a	1,6 ± 1,0 ^c	0,8 ± 0,1 ^{dt}	0,9 ± 1,4 ^{ct}	0,2 ± 0,6 ^{ft}

NOTA: ‡ = Composição dos diluentes: A - DMSO 10%, glicose 5%, gema de ovo 15%, água destilada 70%; B - DMSO 10%, glicose 5%, leite em pó 5%, água destilada 80%; C - Metanol 10%, glicose 5%, leite em pó 5%, água destilada 80%; D - Metanol 10%, glicose 5%, leite em pó 5%, água de coco 80%. Letras sobrescritas diferentes indicam diferença significativa (P>0,05), tanto para os valores contidos nas linhas, quanto para colunas, exceto em † para colunas (nestes casos a diferença é não significativa); teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, com 160 graus de liberdade e t tabelado = 1,975.

(1)Dados da dissertação de Mestrado de A. G. Bedore (curso de Pós-graduação em Biologia Celular, UFMG-ICB, 1999).

CONCLUSÃO

A tecnologia para criopreservar espermatozoides de peixes encontra-se ainda em estágio anterior ao daquela tradicionalmente empregada em outras espécies de animais domésticos. Apesar disso, ela tem sido utilizada em número crescente na constituição de bancos de sêmen para fins de conservação de recursos genéticos. Sua aplicação prática na piscicultura ainda é restrita a situações experimentais. Todavia, o progresso alcançado nos anos recentes indica que ela tem chances de se tornar rotineira em futuro próximo.

A criopreservação de sêmen de algumas espécies de peixes nativos brasileiros já havia sido realizada em nível experimental, porém, utilizando-se tecnologias tradicionais. A nova tecnologia canadense que está sendo aplicada atualmente graças a um convênio internacional entre instituições brasileiras e o WFT, mostrou-se também aplicável às espécies brasileiras. Sua simplicidade tanto em equipamentos, quanto nos procedimentos empregados a tornam potencialmente capazes de serem utilizadas em programas de conservação *ex-situ* através de bancos de sêmen e em piscicultura.

Todavia, tal como mostrado com o pacu-caranha, melhoramentos tecnológicos devem ser introduzidos, pois a qualidade do sêmen criopreservado, medida

através da motilidade dos espermatozoides, tem sido inferior à do sêmen fresco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOKI, K.; OKAMOTO, M.; TATSUMI, K.; ISHI-KAWA, Y. Criopreservação de medaka spermatozoa. *Zoological Science*, v.14, p.641-644, 1997.
- BILLARD, R. Ultrastructure of trout spermatozoa: changes after dilution and deep-freezing. *Cell and Tissue Research*, Heidelberg, v.228, p.205-218, 1983.
- BILLARD, R. Sperm physiology and quality. In: BROMAGE, N.R.; ROBERTS, R.J. *Broodstock management and egg larval quality*. Oxford: Blackwell Science, 1995. p.25-51.
- CAROLFELD, J.; HARVEY, B.; SILVEIRA, W.F.; KAVAMOTO, E.T.; RAMOS, S.M.; SILVEIRA, A.M. Criopreservação do sêmen de pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887. *Boletim Técnico do CEPTA*, Pirassununga, v.3, p.1-4, 1990.
- CÓSER, A.M.; GODINHO, H.P.; RIBEIRO, D.M. Cryogenic preservation of spermatozoa from *Prochilodus scrofa* and *Salminus maxillosus*. *Aquaculture*, Amsterdam, v.37, p.387-390, 1984.
- CÓSER, A.M.L.; GODINHO, H.P.; SATO, Y.; CARDOSO, E.L. Capacidade de fertilização do sêmen de *Prochilodus marginatus* (curimatã-pacu) congelados sob forma de "pellets". In: ENCONTRO ANUAL DE AQUICULTURA, 10, 1992, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Associação Mineira de Aqüicultura, 1992. p.56-59.
- CÓSER, A.M.L.; GODINHO, H.P.; TORQUATO, V.C. Criopreservação do sêmen do peixe piau *Leporinus silvestrii* (Boulanger, 1902). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v.39, n.1, p.37-42, fev. 1987.
- GODINHO, H.P.; CÓSER, A.M.L. Bases morfofuncionais da espermatogênese e criopreservação de sêmen de peixes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 11, 1995, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, 1995. p.16-25.
- HARVEY, B. An overview of action before extinction. In: HARVEY, B.; ROSS, C.; GREER, D.; CAROLSFELD, J. (Ed.) *Action before extinction: an international conference on conservation of fish genetic diversity*. Vancouver: World Fisheries Trust, 1998. p.1-18.
- HARVEY, B.; CAROLSFELD, J. *Induced breeding in tropical fish culture*. Ottawa: International Development Research Centre, 1993. 144p.
- KAVAMOTO, E.T.; SILVEIRA, W.F.; GODINHO, H.M.; ROMAGOSA, E. Fertilização em *Prochilodus scrofa* Steindachner 1881, com sêmen criopreservado em nitrogênio líquido. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v.16, n.1, p.29-36, 1989.
- LEUNG, L.K.-P. Principles of biological cryopreservation. In: JAMIESON, B.G.M. *Fish evolution and systematics: evidence from spermatozoa*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. p.231-244.
- LEUNG, L.K.-P.; JAMIESON, B.G.M. Live preservation of fish gametes. In: JAMIESON, B.G.M. *Fish evolution and systematics: evidence from spermatozoa*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. p.245-269.
- MORISAWA, M.; SUZUKI, K.; SCHIMIZER, H.; MORISAWA, S.; YASUDA, K. Effects of osmolality and potassium on motility of spermatozoa from freshwater cyprinid fishes. *Journal of Experimental Biology*, London, v.107, p.95-103, 1983.
- SILVEIRA, W.F. da; KAVAMOTO, E.T.; CESTAROLLI, M.A.; GODINHO, H.M.; RAMOS, S.M.; SILVEIRA, A.N. Avaliação espermática, preservação criogênica e fertilidade do sêmen do pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), proveniente de reprodução induzida. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v.17, p.1-13, 1990.
- SILVEIRA, W.F.; KAVAMOTO, E.T.; NARA-HARA, M.Y. Avaliação da qualidade e criopreservação em forma de "pellets" do sêmen de bagre, *Rhamdia hilarii* Valenciennes, 1841. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v.12, n.4, p.7-11, dez. 1985.

Aspectos Legais da Aqüicultura em Minas Gerais

Maria Beatriz Boschi¹

Resumo - Aspectos legais da aqüicultura em Minas Gerais abordados desde os primeiros atos normatizadores registrados, bem como algumas considerações sobre as questões ambientais, sanitárias, de controle e fiscalização, as quais ressaltam a proposta final da "Portaria de Registro de Aqüicultor em Minas Gerais", produto de trabalho realizado em parceria com os segmentos federal e estadual envolvidos, dando enfoque especial para a preservação e para o uso sustentável dos recursos naturais e de sua biodiversidade.

Palavras-chave: Legislação; Aqüicultura; Registro de aqüicultor, Pesque-pague; Uso sustentável; Recursos ambientais.

INTRODUÇÃO

A proposta do presente trabalho é fazer um levantamento dos aspectos legais da aqüicultura e da atual aplicação da legislação vigente no estado de Minas Gerais.

A aqüicultura, assim como os demais ramos da zootecnia, "requer um conjunto de normas e instrumentos legais que promovam seu desenvolvimento racional e compatível com demandas da sociedade e com o uso sustentável dos recursos naturais" (Saldanha Neto & Proença, 1996).

Embora praticada há longo tempo, a aqüicultura somente na metade do século XX, deu atenção aos aspectos legais que ela envolve.

Ao contrário da pesca extrativa, a aqüicultura deve considerar os usos múltiplos dos recursos e a necessidade de garantir as inter-relações com o meio ambiente.

ASPECTOS LEGAIS

Conforme levantamentos realizados pelo Ministério da Ciência e Tecnologia em 1996, pode-se verificar que estudos realizados até 1995 pelo Serviço Legal de Desenvolvimento da Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) mostraram que nos países onde a aqüicultura já atingiu um certo grau de desenvolvimento, existe uma base legal, que, de uma

forma ou de outra, permite o controle do acesso à atividade e alguns meios de prevenir ou resolver o problema da poluição causada ou sofrida pela aqüicultura.

A diversidade e a complexidade dos instrumentos legais podem depender do *status* legal das terras e águas utilizadas, da necessidade de o governo regular a aqüicultura e das diferentes questões envolvidas, tais como o uso de alimentos naturais e manufaturados, de sementes selvagens ou produzidas em Estações etc. (Código..., 1995).

Verificou-se também que as técnicas mais amplamente usadas para exercer um controle geral e administrativo sobre a aqüicultura parecem ser um sistema de autorização, em que uma entidade física ou jurídica opera um projeto de aqüicultura.

Segundo Saldanha Neto & Proença (1996), nos países em que foi estabelecido um procedimento distinto, ele permite às autoridades governamentais:

- a) limitar o acesso a operações de aqüicultura em geral e a sistemas específicos de aqüicultura (controle sobre a atividade);
- b) direcionar o desenvolvimento da aqüicultura apenas em certas áreas (controle sobre a localização).

As autoridades governamentais po-

dem-se constituir em uma administração central ou uma autoridade descentralizada, em nível regional ou municipal.

A autorização pode ainda receber vários nomes (licença, permissão, cessão ou concessão) e tem como base informações prestadas pelo solicitante, variando de um país para outro, sendo a maioria delas detalhada nos países mais desenvolvidos, em alguns casos até a apresentação do Relatório de Impacto Ambiental (Rima). Contudo, fatores como a duração, o custo e a renovação das autorizações podem estimular ou inibir o desenvolvimento da aqüicultura. Dos países examinados, as autorizações de aqüicultura duram entre 3 e 25 anos, com algumas exceções, como Singapura (1 ano), França (35 anos) e Suíça (por tempo ilimitado) (Workshop..., 1996).

A idéia de preparar um acordo surgiu em 1991 durante sessões do Comitê de Pesca da FAO. O Código Internacional de Conduta para a Pesca Responsável é um dos princípios mais importantes que está sendo tratado pela comunidade pesqueira internacional (Código..., 1995).

As diretrizes para o desenvolvimento da aqüicultura responsável têm como objetivo facilitar a identificação das responsabilidades, deveres e obrigações dos governos, das autoridades e das pessoas envolvidas com esta atividade e são essen-

¹Bióloga, Mestranda Zoologia de Vertebrados de Ambientes Impactados, Pesq. Ibama-MG, Av. Contorno, 8121, CEP 30110-120 - Belo Horizonte-MG. E-mail: mboschi@ibama.gov.br

ciais para apoiar e garantir a contribuição sustentável desta atividade para a segurança alimentar, assim como mitigação da pobreza e o bem-estar sócio-econômico das gerações atuais e futuras (Fischer, 1997).

A preocupação em relação aos impactos ambientais causados ou sofridos pela aqüicultura está aumentando. Na verdade, existem sérias razões para que a aqüicultura seja ambientalmente regulamentada em seu próprio interesse e no de outros setores afetados pela atividade. A aqüicultura não pode ser isolada do ambiente em que ela se insere. O desenvolvimento desta atividade pode ser severamente limitado pela poluição das águas, embora, paradoxalmente, ela própria cause algum grau de poluição.

Na maior parte dos países, as leis têm como base o zoneamento de terras e águas, com a legislação ambiental pertinente não específica para a aqüicultura. Mesmo assim, as leis existentes para proteção dos recursos hídricos beneficiam bastante a aqüicultura em todos os casos.

Diante disso, pode-se dizer que a aqüicultura vem aumentando em importância nos diversos países, mas esta não se reflete no regime legal que governa a atividade. Está claro que a aqüicultura necessita de tratamento específico e não pode ser manipulada como um mero apêndice de outras áreas, mesmo porque ela levanta aspectos próprios que não são abordados adequadamente na legislação ambiental vigente na grande maioria dos países.

AQÜICULTURA BRASILEIRA

Em um levantamento prévio, antes de referenciar os instrumentos legais, Saldanha Neto & Proença (1996) fazem um histórico sobre a aqüicultura brasileira, que é apresentado a seguir:

“O marco inicial da aqüicultura brasileira data de 1882, quando se deu a primeira importação de carpas comuns originárias dos Estados Unidos.

Os primeiros estudos científicos em piscicultura no Brasil foram realizados pelo Dr. Rodolfo Von Ihering, nas décadas de 20/30. Desde então, a atividade teve grande impulso, principalmente a partir da

década de 70, com a organização e aperfeiçoamento de várias estações de pesquisa e produção.

Em 04 de janeiro de 1912, através da Lei nº 2.544 foi criada a Inspetoria de Pesca, junto ao Ministério da Agricultura, tendo dentre as atribuições “o povoamento das águas nacionais com as espécies mais apreciadas, quer indígenas, quer exóticas, tanto de água doce como de água salgada, por meio dos melhores ensinamentos da piscicultura”.

Dando prosseguimento, vários outros órgãos públicos federais foram criados, substituindo o acima citado, extinto em 1918.

- a) Ministério da Marinha, com a missão do Cruzador José Bonifácio, que resultou na organização dos Serviços de Pesca e Saneamento do Litoral, em 1923;
- b) Divisão de Caça e Pesca do Ministério da Agricultura, criada em 1932 e extinta em 1962 (30 anos) - fase da criação de postos experimentais de biologia e piscicultura, em Pirassununga (SP), Ponta Grossa (PR) e Osório (RS), em cuja época vigia o Decreto-Lei nº 291/1938, conhecido como “Lei de Expansão da Pesca”;
- c) Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (Sudepe). Autarquia vinculada ao Ministério da Agricultura, criada pela Lei Delegada nº 10/1962, com regimento interno aprovado pela Portaria nº 105/1975, do Ministério da Agricultura, e extinta em 1989 (atuando durante 27 anos);
- d) Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), criado em 1989, ora vinculado ao Ministério do Meio Ambiente.”

CONSIDERAÇÕES AMBIENTAIS, BIOLÓGICAS E DE FISCALIZAÇÃO

Zoneamento

Ordenar o espaço requer o estabelecimento de critérios como determina a Lei nº 8.171/1991, que dispõe sobre a políti-

ca agrícola. As leis, decretos, resoluções e portarias não estão obrigadas a explicitar todos os critérios, contudo, é meritório que os critérios fundamentais constem previamente nesses documentos para direcionar, com clareza, a administração pública. Situações de arbítrio e de desvio do poder poderão ser evitadas com o estabelecimento prévio e indubitável de critérios (Machado, 1994).

Este mesmo autor apresenta alguns critérios já definidos, seja pelo direito brasileiro, seja pelo direito comparado e internacional:

- a) preservação da diversidade biológica;
- b) conservação dos recursos naturais, visando o desenvolvimento sustentável;
- c) utilização do princípio da precaução;
- d) consideração de bacias hidrográficas e de hidrelétricas;
- e) manutenção de vazão mínima;
- f) obrigação de construir escadas para peixes nas barragens.

Qualidade da água

Dentre os fatores ambientais e com enfoque também sanitário, entende-se que a qualidade da água deve ser monitorada, principalmente se ela for drenada para as cabeceiras de algum curso d'água.

Um dos aspectos negativos da aqüicultura sobre a qualidade da água é o processo de eutrofização dos ambientes de cultivo pela elevação dos níveis de fósforo e nitrogênio, provenientes de restos de alimentos, dos adubos adicionados e das fezes dos organismos cultivados.

Certamente que normas reguladoras dessas condições devem balizar os procedimentos adotados, visando o melhor uso com menor impacto.

Introdução e transferência de espécies aquáticas

Considerando que a maioria dos trabalhos apresentados sobre este assunto está fundamentada em estudos realizados no Brasil, por Agostinho et al. (1997), e que estes têm sido divulgados em di-

versas modalidades da literatura específica, optou-se por apresentar de forma resumida as principais considerações a respeito, sendo a seguir transcritas.

"Embora as introduções de peixes venham sendo registradas desde a Idade Média, elas ganharam relevância a partir do final do século passado e foram intensas entre 1950 e 1985, quando, conforme Welcomme (1988), esta atividade envolveu cerca de 45% das 1.354 introduções até então registradas entre corpos d'água de diferentes países. Entre as 237 espécies levantadas por este autor, considerando-se apenas as introduções que atravessaram fronteiras, as mais amplamente disseminadas são a truta arco-íris *Onchorynchus mykiss* (ex-*Salmo gairdneri*) (82), a tilápia *Oreochromis mossambicus* (66) e a carpa comum *Cyprinus carpio* (59). Esta última, pioneira nas introduções, alcançou seu auge entre 1910 e 1940, sendo substituída pelas tilápias nas décadas de 50 a 70 (Welcomme, 1988). As introduções massivas, em geral coincidentes com as tentativas de desenvolvimento da aqüicultura, mostraram tendências de decréscimo em todo o mundo a partir da década de 70. Entre os fatores que devem ter contribuído para esta tendência pode-se enumerar (i) o insucesso na maioria destes empreendimentos, (ii) as pressões de ambientalistas e, (iii) a saturação de espécies introduzidas.

A zona neotropical, com a maior diversidade de peixes do planeta, foi a que apresentou maior número de introduções internacionais (25,3% do total - Welcomme, 1988), a maioria delas realizada com o propósito de fornecer alternativas à piscicultura. O Brasil figura entre as principais nações neotropicais em relação a estas iniciativas. Ao contrário das tendências mundiais, os picos de introduções em nosso país ocorreram a partir da década de 70,

ressaltando-se, no entanto, que os primeiros lotes de carpa comum chegaram ao Brasil no final do século XIX e o de truta arco-íris, no início do século XX. Além das introduções feitas por outros continentes, registrou-se, a partir da década de 60, uma intensa translocação de espécies da bacia Amazônica para aquelas do Nordeste, Leste e Sudeste-Sul do Brasil, geralmente com um estádio nas estações de piscicultura nordestinas.

A aqüicultura é considerada como o principal mecanismo de dispersão de espécies exóticas para novos ambientes. Welcomme (1988) estima que 41% das 237 espécies que atravessaram fronteiras, 41% alcançaram novos ambientes por esta via. Importadas para fins experimentais (sobrevivência, crescimento) ou como atividade econômica, na piscicultura intensiva as espécies podem alcançar os corpos d'água naturais contíguos através de (i) escapes, pela água efluente dos tanques; (ii) acidentes por rompimento ou transbordamento de tanques; (iii) soltura deliberada de indivíduos remanescentes nos tanques durante seu esvaziamento; e (iv) descartes resultantes das atividades de manejo dos tanques.

Além disso, são significativas as introduções de espécies acompanhantes, tanto de outros peixes como de invertebrados (incluindo parasitas). Na piscicultura semi-intensiva e extensiva, onde, em geral, são utilizados corpos d'água formados por represamentos feitos ao longo de cursos d'água naturais, a opção por espécies exóticas e o menor controle dos estoques tornam as introduções mais prováveis. Rompimentos de barragens, decorrentes de picos de vazão não previstos, são fatos freqüentes neste tipo de atividade. Os chamados pesque-pague e a piscicultura em tanques-rede são modalidades de piscicultura cuja

prática vem-se ampliando no Sudeste-Sul do Brasil e que apresentam grande potencial na dispersão e instalação de espécies alienígenas nos cursos d'água naturais dessas regiões. A inevitabilidade dos escapes e o fato de eles envolverem indivíduos em fases avançadas de desenvolvimento e, portanto, mais aptos a colonizar o novo ambiente, são características inerentes a estas modalidades.

A atividade de aquarioria é também considerada como uma das responsáveis pela dispersão de muitas espécies fora de suas áreas de distribuição natural. Welcomme (1988) estima em 16% a participação desta atividade no número total de espécies introduzidas no planeta. Além dos escapes acidentais, os peixes ornamentais podem alcançar novos ambientes pela soltura deliberada.

O uso de iscas vivas na pesca esportiva constitui também em fonte de introduções, não apenas pelo escape dos anzóis, mas principalmente pela soltura deliberada das iscas remanescentes após a jornada de pesca".

O trabalho ora citado apresenta como considerações finais e recomendações:

"... as seguintes razões alegadas para as introduções (produção de alimento, recreação e benefícios econômicos) são obviamente legítimas. Deve-se considerar, no entanto, que a história das introduções revela que raramente os objetivos propostos foram atingidos e que toda a introdução tem um custo e que não temos o conhecimento necessário para dimensioná-lo. Não existe risco zero em qualquer ação de manejo (Gregory, 1992).

O problema fundamental das introduções é que elas são feitas sem um mecanismo apropriado para avaliar se os objetivos propostos foram alcançados. A piscicultura não tem ainda claras as razões pelas quais

espécies bem-sucedidas em outros continentes não tiveram o mesmo sucesso no Brasil, e as concessionárias hidrelétricas, como é de domínio público, desenvolveram durante anos programas de introdução de espécies que jamais foram capturadas.

Outro aspecto a ser levado em consideração é que a maioria dos efeitos nocivos de uma introdução é irreversível (Dochoda, 1991).

Na América Latina, as legislações que regulam as introduções são casuísticas e, em muitos casos, inexistentes, como as relacionadas com a quarentena, com os estudos prévios da espécie e do ambiente onde esta será liberada (Allendorf, 1991). No Brasil, várias espécies foram introduzidas clandestinamente. Embora exista uma grande dificuldade em prever qual será o comportamento de uma espécie em um novo ambiente, a aplicação de leis e normas (atuação mais efetiva do Estado) que regulamentam o processo de introdução, pode minimizar seus efeitos negativos e até mesmo evitar surpresas desagradáveis.

Como o uso do bom-senso raramente caracteriza as ações de introdução, recomenda-se um maior rigor no controle do transporte de peixes vivos e exigência de documentação especificando (i) a validade da introdução; (ii) as medidas que assegurarão o confinamento da espécie na área desejada; (iii) as salvaguardas a serem tomadas em relação à introdução de parasitas e patógenos; (iv) uma avaliação do potencial de aclimação e reprodução no ambiente natural; (v) uma avaliação de benefícios e riscos para o ambiente e para o homem; (vi) uma revisão detalhada da literatura acerca da espécie em seu ambiente natural e nos locais onde já foi introduzida; (vii) e uma proposta de pesquisas necessárias à complementação da sinopse da espécie. Uma

atuação mais efetiva do Estado disciplinando estes empreendimentos, reduziria os riscos de equívoco nas introduções, poupando esforços, recursos e problemas ambientais".

Introdução de doenças e parasitas

A contaminação de espécies locais por parasitos de espécies introduzidas é uma preocupação sempre constante, e medidas rigorosas de controle sanitário devem ser reforçadas. Um exemplo é o copépodo parasita *Lernaea cyprinacea*, trazido ao Brasil provavelmente em 1986 - 1987, em lotes de carpas importadas. Até então, a América do Sul era um dos poucos continentes livres dessa praga. A partir daí, já foi encontrado infestando o tambaqui, o pacu, a traíra e o lambari em tanques de piscicultura. Porém, o mais grave é que também pode infestar populações naturais (Boeger & Santos, 1993, citado por Fischer, 1997).

Os tanques de cultivo, em função da densidade de estocagem, são particularmente favoráveis à proliferação de patógenos e, além de mais afetados pela introdução destes, constituem focos potenciais para a disseminação de doenças nos corpos d'água naturais. Ressalta-se, no entanto, que o escape de indivíduos infectados dos ambientes de cultivo nem sempre implica em epidemias nos estoques silvestres (Pavanelli et al., 1998). Parasitas e patógenos são responsáveis por vultosas perdas na aqüicultura mundial. Assim, a septicemia hemorrágica viral (VHS), introduzida com farinha de peixe contaminado em cultivos de truta arco-íris *Onchorynchus mykiss* (ex- *Salmo gairdneri*), na Europa, é responsável por prejuízos equivalentes a 40 milhões de dólares/ano. As tentativas de erradicação de *Aeromonas salmonicida*, em fazendas de criação de peixes na Noruega, custaram mais de 100 milhões de dólares. A aqüicultura é, por outro lado, responsável pelo caráter cosmopolita atualmente atribuído a alguns parasitas como a *Lernaea cyprinacea* e *Argulus foliaceus* (Agostinho et al., 1997).

Considerando a necessidade de um me-

lhor controle, recentemente, foram iniciados trabalhos visando normatizar os termos e condições para a aplicação de quarentena para prevenir a introdução e disseminação de enfermidades de organismos aquáticos, através da Associação Brasileira de Patologia de Organismos Aquáticos (Abrapoa) e da Divisão de Fiscalização do Trânsito e Quarentena Animal do Ministério da Agricultura e do Abastecimento.

Beneficiamento do pescado

Com respeito ao processamento e comercialização da produção do pescado, existem circunstâncias em que o aqüicultor necessita do Serviço de Inspeção Federal (SIF) do Ministério da Agricultura. Dentre estas, quando a produção destina-se ao comércio interestadual ou internacional e visa regularizar o funcionamento do estabelecimento beneficiador, com a instalação da inspeção industrial e sanitária, em cumprimento à Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, que dispõe sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal, através do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Riispoa) (aprovado pelo Decreto nº 30.691, de 29/03/1953, alterado pelo Decreto nº 1.255, de 25/06/1962), no momento em processo de revisão para atualização.

O pequeno aqüicultor que queira comercializar sua produção em outro Estado, deve procurar o SIF, no seu Estado, com o objetivo de receber orientação para a apresentação do projeto de construção do estabelecimento industrial que beneficiará a sua produção, a qual poderá destinar-se ao comércio interestadual ou internacional. O SIF em cada Estado possui um conjunto de normas de procedimentos previamente estabelecidos que instrui sobre a constituição do processo (projeto) que será submetido à aprovação do órgão central, em Brasília, o Serviço de Inspeção de Pescado e Derivados (Sepes), órgão do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (Dipoa), do Ministério da Agricultura e do Abastecimento.

Deve-se ressaltar que se encontra em andamento, no âmbito do Ministério do

Meio Ambiente/Ibama, projeto de Lei do Executivo, o novo Código de Pesca, que deverá normatizar todas as atividades relacionadas com a pesca extrativa e a aqüicultura em um novo e amplo Diploma Legal, que venha a abranger todos os seus aspectos.

Fiscalização

Efetuada de forma absolutamente precária, a fiscalização da pesca em águas interiores tem sido dificultada, entre outras razões, pela grande abrangência de sua área de atuação, pela falta de consciência ecológica da população. Soma-se a isso, a própria negligência da ação governamental, traduzida na pequena dotação de recursos para custeio da atividade, na ausência de capacitação de recursos humanos e em uma legislação, às vezes, arbitrária e conflitante, que tem concorrido para a execução de um serviço deficiente, tanto do ponto de vista quantitativo como qualitativo.

Lackey & Hubert, citados por Castelo (1992), afirmaram que:

“Os objetivos de uma administração são singulares e têm que reunir, ou reúnem, as seguintes características:

- ser formal: o objetivo tem que ser claro e bem direcionado;
- ser mensurável: de forma que determine se o objetivo foi ou não atingido;
- ser aceitável para o público e para os profissionais, pois, se não existe um consenso entre os setores envolvidos, então é provável que o objetivo não seja atingido;
- em muitos casos os objetivos da administração são conceitualmente simples, mas tecnicamente difíceis de implementar. Isto significa que, para tornar viável a medida, deve-se procurar a maior simplicidade possível.

Em síntese, poderia-se afirmar que o principal problema passa pe-

la ineficiência ou inexistência de fiscalização, ou então, pela ineficácia da medida proposta. Deve-se somar a este quadro a falta de conscientização dos pescadores e de outras categorias de utilizadores dos recursos pesqueiros e as intervenções de fenômenos naturais”.

Uma pesquisa realizada junto a aqüicultores do Paraná (Panorama..., 1998) mostrou que a situação de ilegalidade dos cultivos vem dificultando a elaboração de estatísticas de produção, praticamente, em todo o país. Por outro lado, os produtores nunca são consultados sobre as mudanças na legislação, desconhecem os benefícios de legalizar-se, não conhecem os destinos das taxas pagas (algumas com valores bem expressivos) e temem represálias e fiscalizações após seu cadastramento, já que, segundo eles, os fiscais só vão aparecer na propriedade se eles cadastrarem-se, pois alguns já estão na atividade há mais de dez anos e nunca sofreram nenhuma fiscalização.

Com isso, procuramos encontrar mecanismos para que o impasse fiscalização X orientação / conscientização fosse, se não solucionado, pelo menos direcionado para a minimização dos problemas existentes.

“O grande número de atos lesivos ao meio ambiente, nos obriga a repensar uma nova abordagem e acrescentar, quem sabe, um novo comportamento na atividade preventiva. O que se apresenta para auxiliar neste processo é informar para dissuadir” (Holmer, 1992).

Em geral, observa-se que o infrator não tem consciência plena do dano ambiental causado por ele, apesar de imaginar ter, o que se conclui que carece de informação suficiente.

Ao nosso ver, essa necessidade de informação é objeto da educação ambiental, quando tentamos remover o infrator de reincidir, ou seja, dissuadi-lo de cometer novamente o ato lesivo.

Essa atitude de informar o infrator, a fim de instrumentalizá-lo, passa pela ação preventiva, na proteção do meio ambiente e, se for exercida pelos órgãos que detêm o

poder de polícia administrativa da União ou dos Estados, será instrumento de ação de policiamento/fiscalização preventiva.

O Decreto nº 99.274 de 06 de junho de 1990 (que regulamenta a Lei nº 6938/1981), em seu artigo 42, parágrafo único, permite que as multas sejam reduzidas em até 90%, desde que o infrator adote medidas específicas para cessar e corrigir a degradação ambiental. Tais medidas são obrigações do infrator, por força de preceito constitucional (Lei nº 6938/1981 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, art. 4 item VII) (Pinto, 1996).

AQÜICULTURA NO ESTADO DE MINAS GERAIS

A legislação sobre aqüicultura no estado de Minas Gerais, bem como no restante do país, foi relacionada no item Aqüicultura Brasileira e também referenciada no Anexo A.

Em 24 de julho de 1996, o governo do estado de Minas Gerais editou a Lei nº 12.265 que estabelece “a política de proteção à fauna aquática e de desenvolvimento da pesca e aqüicultura”, mais especificamente quanto à aqüicultura em seus artigos 10 e 11. Esta lei foi regulamentada pelo Decreto nº 38.744 de 09 de abril de 1997, que contempla o registro e o licenciamento do aqüicultor através dos artigos 15, 16 e 18 (Minas Gerais, 1996, 1997).

Algumas considerações referentes à legislação são apresentadas a seguir, quanto:

- a) aos princípios constitucionais da legislação concorrente entre União e Estado (Unidade da Federação) para o assunto em questão;
- b) aos atos legais federais sobre registro de aqüicultor pertinentes ao Ibama (Decreto-Lei nº 221 de 28/02/1967 e portarias normativas vigentes, entre outras a de nº 113 de 25/09/1997 e a de nº 136 de 14/10/1998);
- c) à legislação estadual acima referenciada (Lei nº 12.265/1996 e Decreto nº 38.744/97);

- d) ao Decreto Federal nº 2.681 de 21/07/1998 (modificado pelo de nº 2.923 de 01/01/1999), onde “a produção e o fomento agropecuário, inclusive das atividades pesqueiras e da heveicultura”, passam a ser áreas de competência do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, que criou um Departamento de Pesca e Aqüicultura;
- e) ao Decreto nº 2.972 de 28 de fevereiro de 1999, que entre outras normas, estabelece “a política de preservação, conservação e utilização sustentável de ecossistemas, e biodiversidade e florestas”, como competência do Ministério do Meio Ambiente e à sua Secretaria de Biodiversidade e Florestas” compete propor políticas e normas, definir estratégias e implementar programas e projetos, nos temas relacionados com o uso sustentável da ictiofauna e dos recursos pesqueiros” (Art. 9º);
- f) ao Ibama, autarquia criada pela Lei nº 7.735 de 22 de fevereiro de 1989, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, em fase de reestruturação tem dentro de suas atribuições “a preservação, conservação e o uso sustentável dos recursos ambientais e sua fiscalização e controle”, em sintonia com as competências do Ministério do Meio Ambiente, aqui especificadas, no que se refere ao tema - Uso sustentável da ictiofauna e recursos pesqueiros (Art. 9º, Decreto nº 2.972/1999);
- g) à excepcionalidade da questão “Registro de aqüicultor” no estado de Minas Gerais, diante das considerações anteriores e com o objetivo de encontrar formas de tornar mais eficazes e eficientes os processos de licenciamento ambiental e de registro / cadastro de empreendimentos de aqüicultura e pesque-pague no Estado; conforme reuniões com os segmentos federais e estaduais envolvidos.

Ocorreram reuniões técnicas nos dias 18 e 25 de março de 1999, convocadas pelo Departamento de Pesca e Aqüicultura do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, nas dependências da Delegacia Federal de Agricultura e na Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater-MG), respectivamente, com a presença de vários representantes, entre eles:

- a) Ministério da Agricultura e do Abastecimento
 - Departamento de Pesca e Aqüicultura
 - Delegacia Federal de Agricultura em Minas Gerais
- b) Representação do Ibama no estado de Minas Gerais (Ibama-MG)
- c) Secretaria de Estado de Meio Ambiente e de Desenvolvimento Sustentável (Semad-MG)
 - Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam)
 - Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam)
 - Instituto Estadual de Florestas (IEF)
 - . Diretoria de Gestão da Pesca
 - . Câmara de Proteção da Biodiversidade
 - Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam)
- d) Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Seapa-MG)
 - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater-MG)
 - . Coordenadoria de Pequenos Animais.

Nestas reuniões foram elaboradas e discutidas minutas de portaria, visando normatizar em um único documento os procedimentos a serem adotados para o registro de aqüicultor no estado de Minas Gerais (Instituto..., 1999).

Portaria nº 38 de 09 de junho de 1999

Estabelece normas sobre o registro de aqüicultor e a licença anual de exercício de

aqüicultura, de pessoa física ou jurídica, incluindo a que explore comercialmente a pesca amadora em estabelecimentos denominados pesque-pague.

O Diretor Geral do Instituto Estadual de Florestas - IEF, no uso de atribuições que lhe são conferidas pelo inciso IV, art. 11 da Lei Estadual nº 12.582, de 17 de julho de 1977, com base na Lei nº 2.606, de 05 de janeiro de 1962, alterada pela Lei Estadual nº 8.666, de 1984 e tendo em vista as disposições contidas no item 1 do artigo 10 da Lei Estadual nº 12.265, de 24 de julho de 1996, e em especial, o inciso II, do art. 15 do seu Decreto regulamentador 38.744 de 09 de abril de 1997, e demais disposições legais, resolve:

Art. 1º - Estabelecer as normas sobre:

- I - o registro de aqüicultor, de pessoa física ou jurídica;
- II - o registro de aqüicultor, de pessoa física ou jurídica, que explore comercialmente a pesca amadora em estabelecimento denominado pesque-pague;
- III - a licença anual para o exercício da atividade da aqüicultura, no Estado de Minas Gerais.

Art. 2º - para os efeitos desta Portaria, considera-se:

- I - Órgão Competente e Autarquia, o Instituto Estadual de Florestas - IEF;
- II - aqüicultura, a atividade destinada à criação ou reprodução, para fins econômicos, científicos ou ornamentais, de seres animais e vegetais que tenham na água, o seu normal ou mais freqüente meio de vida;
- III - pesque-pague, o estabelecimento rural ou urbano, onde se mantém em ambiente artificial, tanque ou viveiro, espécimes originárias da aqüicultura para a exploração comercial da pesca amadora;
- IV - aqüicultor, a pessoa física ou jurídica que se dedique à aqüicultura ou à manutenção e à comercialização de espécimes provenientes

da aqüicultura por meio da pesca amadora, em estabelecimento denominado pesque-pague;

V - registro é a anotação, em formulário próprio estabelecido pelo Órgão Competente, de dados de localização e conhecimento do aqüicultor e de seu empreendimento, essenciais ao controle e à gestão da pesca;

VI - licença é aquela fornecida para o exercício de aqüicultura, com renovação anual, concedida através da guia de recolhimento (GR) quitada, referente aos custos administrativos estabelecidos nesta portaria.

Art. 3º - A prática, no estado de Minas Gerais, de aqüicultura ou de exploração comercial de pesca amadora, em pesque-pague, sujeita o seu ator à obtenção no Instituto Estadual de Florestas - IEF:

I - de registro de aqüicultor, compreendido também o proprietário de estabelecimento de pesque-pague, pessoa física ou jurídica.

II - de licença anual para o exercício de aqüicultura, pessoa física ou jurídica.

1º - A pessoa física ou jurídica, cujo empreendimento contenha, em qualquer momento, mais de 20.000 indivíduos sob cultivo, nos termos do art. 8º do Decreto Estadual nº 39.424, de 05 de fevereiro de 1998 c/c anexo I, da Deliberação Normativa Copam nº 1, de 22/03/90, deve obter a licença ambiental junto à Câmara de Atividades Agrossilvipastoris do Conselho Estadual de Política Ambiental, CAP-Copam, para efeito do registro e da licença de exercício de aqüicultura, incluindo o pesque-pague, junto ao IEF.

2º - A pessoa física ou jurídica, em exercício de atividade de que trata esta Portaria, deve efetuar o pedido de registro e de licença

anual de exercício de aqüicultura no Instituto Estadual de Florestas/IEF, no prazo máximo de 90 (noventa) dias, a partir da data de publicação desta Portaria, ouvida a Câmara de Proteção da Biodiversidade do Conselho Estadual de Política Ambiental - CPB/Copam.

Art. 4º - O pedido de registro de aqüicultor e de licença anual para exercício de aqüicultura ou de exploração comercial de pesca amadora em pesque-pague, pessoa física ou jurídica, são encaminhados ao IEF, através de requerimento do interessado ou por seu procurador, em modelo próprio, estabelecido por esta autarquia, com o atendimento às seguintes condições:

a) requerimento de registro de aqüicultor e de licença anual de exercício de aqüicultura ou de exploração comercial de pesca amadora em pesque-pague, pessoa física ou jurídica, preenchido de acordo com as normas estabelecidas pelo IEF;

b) Formulário de Caracterização do Empreendimento - F.C.E. de aqüicultura ou de pesque-pague, de acordo com modelo adotado pelo IEF;

c) autorização de permanência em área de preservação permanente (APP), emitida pelo Ibama, quando da renovação do registro e da licença do exercício da aqüicultura de empreendimento implantado em sítio considerado como área de preservação permanente;

d) documento de outorga de uso da água, emitido pelo Instituto Mineiro de Gestão da Água - Igam;

e) guia de recolhimento (GR) dos custos administrativos de emissão de registro e de licença anual de exercício de aqüicultura, de pessoa física ou jurídica, quitada e devidamente autenticada

pelo estabelecimento bancário credenciado;

f) carteira de identidade e cadastro de pessoa física - CPF;

g) no caso de pessoa jurídica, cópia xerox atualizada e autenticada dos documentos de constituição da empresa na junta comercial competente e o cadastro geral de contribuinte - CGC;

h) cópia autenticada de inscrição na Fazenda Estadual;

i) cópia autenticada do alvará de funcionamento, expedido pelo poder municipal;

j) certidão do cartório de registro de imóveis da área de instalação do empreendimento;

k) apresentação da licença ambiental expedida pela Câmara de Atividade Agrossilvipastoris do Conselho de Política Ambiental - CAP/Copam.

SS 1º - De acordo com os incisos I a III do art. 1º da Lei Federal 2.869/98, a outorga de uso de água de domínio da união é solicitado ao Ministério da Agricultura;

SS 2º - Para a instalação de empreendimentos de aqüicultura em represa hidrelétrica ou em propriedades de terceiros é necessária a autorização da empresa ou do proprietário.

Art. 5º - É de responsabilidade da pessoa física ou jurídica de que se trata nesta Portaria a aquisição e o fornecimento da Guia de Controle de Origem - GCO para o produto da despesca, a fim de que possa ser transportado legalmente. A GCO é exigida para as espécies nativas das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais.

Art. 6º - Ficam estabelecidos na tabela abaixo, os seguintes valores dos custos administrativos de registro e de licença anual de exercício de

aqüicultura de que tratam os incisos I e II do artigo 3º, desta Portaria.

TABELA DE VALORES EM UFIR(S)
PARA O PAGAMENTO DOS
CUSTOS ADMINISTRATIVOS A QUE SE
REFERE O ARTIGO 6º DESTA PORTARIA,
COBRADOS POR ÁREA INUNDADA OU
POR Nº DE INDIVÍDUOS

Categoria do Produtor Custo por área inundada por nº de administrativo em hectare por indivíduos em Ufir.

Até 0,1	Até 1.000	20,00
De 0,1 a 2,0	1.000 a 20.000	80,00
De 2,1 a 5,0	20.000 a 50.000	160,00
Mais de 5,0	Mais de 50.000	212,00

Art. 7º - O certificado de registro, concedido nos termos da presente Portaria, é renovado anualmente, através da obtenção da licença anual de exercício de aqüicultura, mediante o recolhimento da importância equivalente aos custos administrativos a que se refere o art. 6º deste instrumento legal.

Art. 8º - A ocorrência de modificações em quaisquer das condicionantes, bases de registro efetivado e da licença anual de exercício de aqüicultura concedida, obriga a pessoa física ou jurídica à atualização do seu registro de aqüicultor e de sua licença anual de exercício de aqüicultura junto ao IEF, mediante o pagamento de custos administrativos de que trata o artigo 6º desta Portaria.

1º - No caso previsto no caput deste artigo, exige-se que a pessoa física ou jurídica junte ao requerimento de modificação a documentação comprobatória da alteração verificada, bem como os originais do certificado de registro e da licença anual de exercício de aqüicultura, emitido pelo IEF.

2º - O encerramento de atividade de aqüicultura ou de qualquer outra de que trata esta Portaria, obri-

ga a pessoa física ou jurídica ao pedido de cancelamento de seu Registro, no prazo de 30 (trinta) dias, obrigando-se ao pagamento de quaisquer débitos existentes para com o IEF, na ocasião do encerramento da atividade. Ficando a autarquia ressalvada no seu direito de ressarcimento dos débitos não declarados no ato da liquidação e baixa.

3º - Fica a pessoa física ou jurídica, responsável por quaisquer das atividades tratadas nesta Portaria, obrigada a declarar o destino dado aos indivíduos existentes no seu empreendimento, quando do encerramento deste.

Art. 9º - O certificado de registro e a licença anual de exercício de atividade, emitidos pelo Ibama, terão validade até os seus vencimentos. Sendo obtidos novos registro e licença anual de exercício, junto ao Instituto Estadual de Florestas, de acordo com a legislação estadual vigente.

Único - Os processos de empreendimentos de aqüicultura já protocolados junto ao Ibama/MG serão repassados ao Instituto Estadual de Florestas.

Art. 10 - Para efeito de fiscalização, o aqüicultor deverá apresentar o respectivo certificado de registro e a licença anual de exercício de atividade, nos termos desta Portaria e da legislação vigente.

Art. 11 - Aos infratores desta Portaria serão aplicadas as penalidades previstas na Lei 12.265/1996, bem como no seu Decreto nº 38.744/1997 e demais legislações pertinentes.

Art. 12 - Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

Belo Horizonte, 09 de junho de 1999.

(a) Evandro Xavier Gomes - Diretor Geral

RECOMENDAÇÕES

- o aqüicultor (interessado) deve inicialmente procurar representações do IEF, Emater-MG e/ou Ibama-MG para informações, orientações e obtenção de cópias da legislação vigente, visando amparo técnico-legal para verificar a viabilidade de implantação do empreendimento;
- rever os instrumentos legais que normatizam a aqüicultura no Brasil, de forma que faça com que o setor se desenvolva harmonicamente, compatibilizando o uso dos recursos naturais com as demandas da sociedade;
- dar atenção especial para a Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e determina como unidade básica de planejamento e gestão, a bacia hidrográfica, contemplando a preservação da sua biodiversidade;
- diligenciar, no sentido de que a Aqüicultura seja institucionalizada como uma atividade de produção agropecuária (atividade zootécnica) sustentável, constituindo-se em objeto de trabalho das representações do Ministério da Agricultura e do Abastecimento nos Estados, das Delegacias Federais de Agricultura e/ou de outras entidades estaduais designadas pelo Ministério;
- implementar a capacitação de pessoal especializado em Aqüicultura em todos os níveis: federal, estadual, municipal, de acordo com as demandas regionais;
- rever as normas que regulamentam a produção e comercialização de alevinos, a fim de assegurar a origem e a qualidade deles;
- aplicar e atender, efetivamente, normas e procedimentos para introdução e transferência de espécies aquáticas;
- normatizar procedimentos a serem adotados em Unidades de Quaren-

tena de Organismos Aquáticos de acordo com a Divisão de Fiscalização do Trânsito e Quarentena Animal e o Serviço de Sanidade Animal do Ministério da Agricultura e do Abastecimento;

- i) fazer gestões junto aos Ministérios dentre eles, o da Agricultura e do Abastecimento, do Meio Ambiente, das Minas e Energia e a Casa Civil da Presidência da República, visando agilizar a publicação da Portaria Interministerial que complementa as normas para utilização das águas públicas, principalmente, em função da dispersão descontrolada do uso de tanques-rede em determinados reservatórios/respresas do estado de Minas Gerais (complemento do Decreto nº 2.869/1998);
- j) ressaltar a necessidade de consultar o Ibama antes de utilizar as Áreas de Preservação Permanente (APPs) (Art. 2º da Lei nº 4.771/1965), considerando que o seu uso para projetos de aqüicultura é comum e também que a Medida Provisória nº 1.735-34 de 2 de junho de 1999, com nova redação nos artigos 3 e 44º da Lei nº 4.771/1965, estabelece normas quanto ao uso das APPs.

Finalmente, esperamos que com a participação efetiva dos órgãos e entidades públicas e privadas e da sociedade em geral, seja atingida a meta principal que é o desenvolvimento da aqüicultura dentro das normas legais, que têm como finalidade o uso adequado dos recursos naturais, atendendo aos princípios constitucionais brasileiros da preservação e utilização sustentável de ecossistemas e biodiversidade para a atual e futuras gerações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JUNIOR, H. F.; TORLONI, C. E. **Impactos causados pela introdução e transferência de espécies aquáticas**: uma síntese. Maringá: UEM-Nupelia, 1997. 21p.
- CASTELO, J.P. Conservação de recursos marinhos vivos no Brasil. In: AGOSTINHO, A.A.; BENEDITO - CECÍLIO, E. (Ed.). **Situação atual e perspectivas da ictiologia no Brasil**. Maringá: UEM, 1992.
- EL CÓDIGO internacional de conduta para la pesca responsable. Rome: FAO, 1995.
- FISCHER, C.F.A. **Administração participativa: um desafio à gestão ambiental**. Brasília: IBAMA, 1997. 7p. Documento interno.
- HOLMER, J. A educação ambiental como o instrumento de ação preventiva na proteção do meio ambiente. In: AGOSTINHO, A.A.; BENEDITO - CECÍLIO, E. (Ed.) **Situação atual e perspectivas da ictiologia no Brasil**. Maringá: UEM, 1992.
- INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. Portaria nº 38, de 9 jun. 1999. Estabelece normas sobre o registro de aqüicultor e a licença anual de exercício de aqüicultura, de pessoa física ou jurídica, incluindo a que explore comercialmente a pesca amadora em estabelecimentos denominados pesque-epague. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, p.7, 12 jun. 1999. pt. 1: Diário do Executivo.
- MACHADO, P.A.L. Responsabilidade jurídico-ambiental das hidrelétricas. In: SEMINÁRIO SOBRE FAUNA AQUÁTICA E O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO, 1993, São José dos Campos. **Reuniões temáticas preparatórias**. Rio de Janeiro: Eletrobrás/Comase, 1994. Caderno 2: Legislação, p.7-18.
- MINAS GERAIS. Decreto-lei nº 38.744, de 9 abril 1997. Regulamenta a Lei nº 12.265 de 24 de julho de 1996, que dispõe sobre a política de proteção à fauna aquática e de desenvolvimento da pesca e da aqüicultura no Estado. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, 10 abr. 1997. pt. 1: Diário do Executivo.
- MINAS GERAIS. Lei nº 12.265, de 24 jul. 1996. Dispõe sobre a política de proteção à fauna aquática e de desenvolvimento da pesca e da aqüicultura no Estado e dá outras providências. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, p.4-6, 25 jul. 1996. pt. 1: Diário do Executivo.
- PANORAMA DA Aqüicultura. Rio de Janeiro, v.8, n.48, jul./ago. 1998.
- PAVANELLI, G.C.; EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M. **Doenças de peixes**: profilaxia, diagnóstico e tratamento. Maringá: UEM-Nupelia/CNPq, 1998. 264p.
- PINTO, W. de D. **Legislação federal de meio ambiente**. Brasília: IBAMA, 1996. 2081p.
- SALDANHA NETO, S.; PROENÇA, C.E.M. de. Aspectos legais da aqüicultura. In: WORKSHOP PARA SUBSIDIAR A CAPACITAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS E A GERAÇÃO DE TECNOLOGIA EM Aqüicultura SUSTENTÁVEL, 1995, São Carlos. [Anais...] Aqüicultura para o ano 2000. Brasília: CNPq, 1996. p.13-23.
- WORKSHOP PARA SUBSIDIAR A CAPACITAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS E A GERAÇÃO DE TECNOLOGIA EM Aqüicultura SUSTENTÁVEL, 1995, São Carlos. [Anais...] Aqüicultura para o ano 2000. Brasília: CNPq, 1996. 95p.

BIBLIOGRAFIA

- ALZUGUIR, F. Histórico da legislação referente à proteção dos recursos icticos de água doce. In: SEMINÁRIO SOBRE FAUNA AQUÁTICA E O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO, 1993, São José dos Campos. **Reuniões temáticas preparatórias**. Rio de Janeiro: Eletrobrás/Comase, 1994. Caderno 2: Legislação, p.19-32.
- BOLETIM DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE Aqüicultura. Maringá: UEM-Nupelia, n.49, set. 1997.
- BRASIL. Decreto nº 3.179, de 21 set. 1999. Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, n.182, p.1-5, 22 set. 1999. Seção 1, pt. 1.
- LEI da natureza: a lei de crimes ambientais. Brasília: IBAMA, 1998. 62p.
- O MERCADO de pescado nas grandes cidades latino-americanas. **Infopesca**, Brasília, v.4, maio 1998.
- PETRERE JÚNIOR, M. et al. **Diretrizes ambientais para o setor pesqueiro**: diagnóstico e diretrizes para a aqüicultura. Brasília: MMA, 1997. 60p.
- REGISTRO de aqüicultor em Minas Gerais. Belo Horizonte: IBAMA-MG, 1999. 7p. Memorando nº 008/99. Documento interno.
- SEMINÁRIO SOBRE FAUNA AQUÁTICA E O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO, 1993, São José dos Campos. **Reuniões temáticas preparatórias**. Rio de Janeiro: Eletrobrás/Comase, 1994. Caderno 2: Legislação.

ANEXO A - INSTRUMENTOS LEGAIS LIGADOS DIRETA OU INDIRETAMENTE À AQÜICULTURA

- Decreto nº 24.643, de 10/07/1934 (Código de Águas) - estabelece os possíveis e diferentes usos das águas em geral, bem como sua propriedade.
- Decreto-Lei nº 794, de 19/10/1938 - (1ª Código de Pesca) - revogado pelo Decreto-Lei nº 221 de 28/02/1967.
- Decreto nº 30.691, de 29/03/1952 alterado pelo Decreto nº 1255, de 25/06/1962 - regulamenta normas que regulam, em todo o território nacional, as inspeções industrial e sanitária de produtos de origem animal.
- Lei nº 4.771, de 15/09/1965 (Código Florestal) - define medidas de proteção de certas formas de vegetação, especialmente daquelas intimamente associadas a recursos hídricos (matas ciliares, margens de rios, reservatórios) especialmente, no que se refere ao manejo dessas áreas.
- Decreto-Lei nº 221, de 28/02/1967 (Código da Pesca) (Revogou o Dec. nº 794/38). Em seu Capítulo IV - das Permissões, Proibições e Concessões, estabelece que:

Título I - Das Normas Gerais

- Art. 34 - Proíbe a importação ou exportação de quaisquer espécies aquáticas em qualquer estágio de evolução, bem como a introdução de espécies nativas ou exóticas nas águas interiores, sem autorização prévia do órgão competente, atualmente Ibama.
- Art. 36 - Obriga à tomada de medidas de proteção à ictiofauna pelos proprietários, concessionários de represas em cursos d'água. Este artigo já constava no Decreto-Lei nº 794, de 1938, como artigo nº 66, de onde se derivou a Portaria nº 001 da ex - Sudepe.

Título V - Dos Invertebrados Aquáticos e Algas

- Art. 46 - Trata da exploração dos campos ou bancos naturais de invertebrados aquáticos, com referência à coleta de sementes de moluscos destinadas ao cultivo. Estabelece que esta atividade extrativista só será possível dentro das condições estabelecidas pelo órgão competente (atualmente o Ibama). Este Artigo gerou, em 1984 a Portaria nº 019 da ex-Sudepe.

Título VI - Da Aqüicultura e seu comércio

- Art. 50 - O poder público deve incentivar a criação de estações de biologia e aqüicultura federais, estaduais e municipais, bem como dar assistência técnica às particulares.
- Art. 51 - Estabelece também que "será mantido o registro dos aqüicultores em todo o país" de onde se deriva a Portaria Ibama nº 136 - N, de 14/10/1998.
- Arts. 61 e 67 - Determinam a regulamentação de Unidades de Piscicultura; de produção, comercialização, exportação e importação de peixes vivos e ovos; de povoamento ou repovoamento de ambientes aquáticos; e do registro de piscicultores.
- Art. 68 - Estabelece que "as represas dos rios, ribeirões ou córregos devem ter como complemento obrigatório, obras que permitam a conservação da fauna fluvial, seja facilitando a passagem dos peixes, seja instalando estações de piscicultura".

Portaria Sudepe nº 46, de 27/01/1971 (Revogada) - Estabelece o planejamento e a coordenação da construção da quase totalidade das Estações de Hidrobiologia e Piscicultura junto às barragens construídas por empresas hidrelétricas (Cemig, Cesp, Furnas, Eletronorte), originando, posteriormente, a Portaria Sudepe nº 001, de 1977.

Portaria Sudepe nº 310, de 23/07/1973 (Revogada) - Estabelece autorizações, registros, licenças para exercício da pesca e atividades correlatas (aquicultores: Art. 1º, item II, letra d).

Portaria Sudepe nº 001, de 04/01/1977 - Prevê a construção de estações de piscicultura ou escadas de peixes como medidas de preservação da ictiofauna em ambientes aquáticos alterados pela construção de barragens.

Lei nº 6.938, de 31/08/1981 - Dispõe sobre Política Nacional do Meio Ambiente, cria o Conama, prevê o zoneamento ambiental e a avaliação de impactos ambientais.

Decreto nº 88.351, de 01/06/1983 - Regulamenta a Lei nº 6.938, firmando obrigatoriedade da elaboração e apresentação do Relatório de Impacto Ambiental (Art. 18).

Portaria Sudepe nº 019, de 30/05/1984 - Define as condições para obtenção de autorização para exploração de bancos naturais de invertebrados aquáticos.

Portaria Sudepe nº 024, de 30/05/1984 (Revogada) - Registro de aqüicultores profissionais e amadores na Sudepe

Resolução Conama nº 004, DE 18/09/1985 - Estabelece como áreas de preservação permanente, os manguezais e outras de interesse para a aqüicultura.

Resolução Conama nº 001, de 23/01/1986 - Regulamenta a elaboração e a apresentação do RIMA, com interesse direto para a aqüicultura, no seu Artigo 2º. itens VII e XII.

Resolução Conama nº 011, de 18/03/1986 - Altera a resolução anterior e, no seu Artigo 17, abrange a aqüicultura, considerada como atividade agropecuária.

Resolução Conama nº 020, de 18/06/1986 - Classifica as águas segundo seus usos e estabelece as classes destinadas ao uso pela aqüicultura.

Lei nº 7.661, de 16/05/1988 (Lei do Gerenciamento Costeiro) - Disciplina o uso racional dos recursos naturais renováveis e não-renováveis ao longo da costa brasileira.

Lei nº 7.679, de 23/11/1988 - No seu Artigo 1º, estabelece que é proibido pescar em épocas de reprodução e em locais não permitidos, bem como pescar exemplares com tamanhos inferiores aos definidos para cada espécie, cujas medidas visem à proteção da desova. Esta lei tem implicações na aqüicultura, uma vez que muitos criadores vão buscar seus plantéis diretamente nos estoques selvagens.

Complementares a esta lei, existem várias Portarias do Ibama, que estabelecem tamanhos mínimos de captura de algumas espécies em ambientes naturais, bem como outras que definem os períodos de defeso/piracema (movimentos migratórios de reprodução).

Portaria Ibama nº 1.562, de 21/12/1989 (Revogada) - Estabelece normas para o registro de aqüicultor no Ibama.

Lei nº 8.078, de 11/09/90 - Dispõe sobre a proteção do consumidor e, a título de esclarecimento, ressalta que os produtos pesqueiros importados e comercializados no país, estão sob a égide desta lei.

Portaria Ibama nº 091, de 03/07/1993 - Cria a Comissão de Licenciamento Ambiental para os projetos de Salmonicultura da Área de Proteção Ambiental da Serra da Mantiqueira.

Portaria Ibama nº 095, de 03/08/1993 (Revogada) - Estabelece normas para o registro de aqüicultor junto ao Ibama. Este registro é muito importante como ponto de partida para a obtenção de dados estatísticos da produção da aqüicultura brasileira.

Portaria Ibama nº 142, de 22/12/1994 - Proíbe a introdução, cultivo e a comercialização de formas vivas dos bagres exóticos *Clarias gariepinus* e *Ictalurus punctatus* nas bacias dos rios Amazonas e Paraguai. Em relação à introdução e reintrodução de espécies exóticas no país, a questão encontra-se hoje vinculada ao Ibama e ao Ministério da Agricultura e do Abastecimento, através de seu Departamento de Defesa Sanitária Animal.

Decreto nº 1.694, de 13/11/1995 - Cria o Sistema Nacional de Informações da Pesca e Aqüicultura (Sinpesq).

Decreto nº 1.695, de 13/11/1995 - Sobre a exploração de aqüicultura em águas públicas pertencentes à União.

Decreto nº 1.696, de 13/11/1995 - Cria a Câmara de Políticas dos Recursos Naturais do Conselho do Governo.

Decreto nº 1.697, de 13/11/1995 - Cria o Grupo Executivo do Setor Pesqueiro (Gespe), formado por nove Ministérios e entre outras atribuições, propõe a atualização da legislação do setor de pesca e da aqüicultura.

Lei nº 9.433, de 08/01/1997 - Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos.

Portaria Ibama nº 113, de 25/09/1997 - Cria o registro no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais - (Item 20. Pesca: 20.04 - Aqüicultor e 20.05 - Pesque-pague).

Resolução Conama nº 237, de 19/12/1997 - Estabelece normas para licenciamento ambiental, para localização, construção, instalação, ampliação, modificação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, bem como os empreendimentos capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental (Anexo I - Uso de Recursos Naturais).

Lei nº 9.605, de 12/02/1998 (Lei de Crimes Ambientais) - Dispõe sobre sanções penais e administrativas privadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, em especial em seus artigos 29 a 37 que tratam dos crimes contra a fauna, inclusive a fauna aquática.

Decreto nº 2.681, de 21/07/1998 - Repassa as atividades de pesca e aqüicultura para o MAA.

Portaria Ibama nº 116, de 18/08/98 (Revogada) - Estabelece normas para o registro de aqüicultor no Ibama.

Portaria Ibama nº 136, de 14/10/1998 - Estabelece normas para o registro de aqüicultor e pesque-pague no Ibama.

Portaria Ibama nº 145, de 29/10/1998 - Estabelece normas para introdução, reintrodução e transferência de espécies aquáticas para fins de aqüicultura, excluindo-se as espécies animais ornamentais.

Decreto nº 2.869, de 09/12/1998 - Regulamenta a cessão de águas públicas para exploração da aqüicultura e dá outras providências.

Obs.: Maio/1999 - Minuta de Portaria Interministerial, dentre outros os Ministérios do Meio Ambiente, Agricultura, Marinha (em trâmite em Brasília) - estabelece normas complementares para cessão de espaços físicos em águas de domínio da União por projetos de aqüicultura e outras providências.

Medida Provisória nº 1.735-34, de 2 de junho de 1999 (reedição) - Que dá nova redação aos artigos 3º e 44º da Lei nº 4.771, de 15/09/1965 (Código Florestal) e dispõe sobre a proibição do incremento da conversão de áreas florestais em áreas agrícolas na região Norte e na parte norte da região Centro-Oeste, e dá outras providências.

Decreto nº 3.179, de 21/09/1999 - Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências (Regulamentados artigos da Lei nº 9.605).

Piscicultura em Minas Gerais

José Eduardo Aracena Rasguido¹
João Ricardo Albanez²

Resumo - Minas Gerais apresenta condições favoráveis ao desenvolvimento da atividade piscícola. O potencial hídrico, aliado ao clima, permite o cultivo de peixes praticamente em todo o Estado. No entanto, somente a partir da década de 70, a piscicultura começou a ser praticada pelos produtores rurais. Nos anos 80, com o domínio da produção de alevinos em escala comercial, essa atividade tornou-se acessível à maioria dos produtores. A tecnologia preconizada na criação persistia na fertilização (química e orgânica) da coluna d'água, e também no milho, como o principal suplemento alimentar. O crescimento expressivo da atividade ocorreu nos últimos anos, principalmente em virtude do sistema de comercialização de pescado chamado pesque-pague. A potencialidade do Estado sinaliza que essa atividade terá expressão significativa na produção animal em um futuro bem próximo. O setor, entretanto, deve superar alguns pontos, como o amadorismo, a falta de espírito associativista, o desconhecimento do mercado e sua tendência, a ausência de política de desenvolvimento para o setor aquícola, assim como a falta de orientação técnica, legalização da atividade nos órgãos ambientais e a produção sustentável.

Palavras-chave: Minas Gerais; Piscicultura; Potencialidade.

INTRODUÇÃO

Minas Gerais é um Estado que apresenta condições favoráveis ao desenvolvimento da atividade piscícola, potencial que lhe concede os mais de 5.000 km² de espelhos d'água (Freitas & Viana, 1997), provenientes de várias bacias hidrográficas (rio São Francisco, rio Grande, rio Doce, rio Jequitinhonha) e de águas represadas.

O primeiro passo para o desenvolvimento da piscicultura ocorreu no início da década de 70, com a instalação de estações de hidrobiologia e piscicultura, de Furnas e pela Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig). Concomitantemente, deu-se a ampliação das estações de piscicultura nas universidades federais de Minas Gerais (Viçosa, Uberlândia, Lavras), nos colégios agrícolas federais e em algumas fazendas da EPAMIG. Essas novas estruturas tinham a finalidade de gerar tecnologias e adequá-las ao cultivo de peixes e à produção de alevinos, bem como fomentar a atividade e

o peixamento das represas geradoras de energia.

Objetivando a convergência interinstitucional das universidades federais e da EPAMIG, foi constituído, em 1975, o Sistema Estadual de Pesquisa Agropecuária, com a missão de desenvolver sistemas de produção economicamente viáveis de produção de peixes.

Trabalhos relevantes como os do Informe..., (1978) foram desenvolvidos, com vistas à geração e à adaptação de tecnologias de uso racional das águas interiores. A grande meta era produzir proteína de baixo custo, mediante o cultivo da tilápia (*Sarotherodon hornorum*, *Oreochromis niloticus* e *Tilápia rendalli*) e da carpa comum (*Cyprinus carpio*), alimentadas, basicamente, com subprodutos da agropecuária, além do cultivo consorciado (rizipiscicultura e suínos/peixes).

A estrutura de suporte científico e de produção de alevinos centralizava-se em organismos governamentais. Nos anos 80,

esse apoio torna-se mais evidente, por meio da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (Codevasf), que implantou, ao longo do rio São Francisco, estações de hidrobiologia e piscicultura, e por meio de um convênio de cooperação técnica com a Hungria, que introduziu a produção massiva de alevinos de carpas, pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*). Esse período representou o marco da piscicultura em Minas Gerais e no Brasil. Paralelamente, a Emater-MG capacitou seus técnicos para acompanhar os produtores rurais nessa atividade.

O desenvolvimento dos trabalhos de pesquisa e extensão rural (Informe..., 1984) difundiu um novo modelo de criação de tilápia, através do híbrido *Sarotherodon hornorum* x *Oreochromis niloticus*, ou do consórcio com o trairão (*Hoplias lacerdae*), ou lambari-bocarra (*Oligosarcus argenteus*), o que minimizou o problema da superpopulação e a insatisfação dos produtores rurais com os baixos índices zootécnicos

¹Veterinário, Coord. Téc. EMATER-MG, R. Santa Helena, 86, Caixa Postal 288, CEP 35700-285 Sete Lagoas-MG. E-mail: emdtsetl@mrnet.com.br

²Zootecnista, M.Sc., Coord. Téc. EMATER-MG, Vila Gianetti, 45, Campus da UFV, CEP 36570-000 Viçosa-MG. E-mail: albanez@agromark.com.br

da criação.

Na busca de alternativas para atender à demanda de alevinos, outras espécies começaram a ser cultivadas, como as carpas chinesas: cabeça grande (*Aristichthys nobilis*), prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*), capim (*Ctenopharyngodon idella*) e os híbridos (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*) de tambaqui e pacu, que se apresentaram como alternativa promissora, em virtude da possibilidade do policultivo. Ao final da década de 80, a piscicultura continuou sendo um grande negócio a ser explorado, no entanto, permaneceu limitada às pequenas propriedades rurais que empregavam tecnologias, e as possibilidades de comercialização eram restritas.

O crescimento mais expressivo da piscicultura ocorreu nos últimos dez anos. A demanda advinda dos pesqueiros pesque-pague resultou no início da piscicultura profissional.

A viabilização econômica de empreendimentos rurais voltados para o turismo despertou o interesse pela atividade, mediante a implantação de grande número de pesque-pague nos municípios mineiros. Nesse período, o conhecimento da tecnologia de produção de algumas espécies nacionais viabilizou o seu cultivo, trazendo a popularidade dessas espécies nos pesqueiros. Mais recentemente, o piauçu (*Leporinus macrocephalus*), a piraputanga (*Brycon hilarii*), a matrinxã (*Brycon cephalus*), o pintado (*Pseudoplatistoma coruscans*) e a cachara (*Pseudoplatistoma fasciatum*) vêm sendo demandados.

CRESCIMENTO DO SETOR PISCÍCOLA

O crescimento harmônico de todos os segmentos da cadeia produtiva da piscicultura é uma condição necessária para a sustentabilidade do setor produtivo. O conhecimento da potencialidade da atividade, a forma como vem evoluindo, os pólos de produção de pescado, a produção de alevinos, a organização dos piscicultores e as formas de comercialização são alguns dos segmentos do complexo produtivo que precisam ser estudados e visam a sustentabilidade do setor piscícola no estado de Minas Gerais.

Potencialidade da atividade

O potencial hídrico e as condições climáticas favoráveis ao cultivo de peixes tropicais existem praticamente em todo o Estado, entretanto, algumas regiões do Sul permitem o cultivo de peixes de clima frio.

O mercado consumidor é amplo, tanto nas pequenas e grandes cidades do Estado como nas dos Estados vizinhos, principalmente em suas capitais (Rio de Janeiro, São Paulo, Brasília, Vitória e Salvador).

A oferta de pescado proveniente dos rios tem diminuído substancialmente, em razão, principalmente, da construção de hidrelétrica, condição prejudicial à piracema e à formação das lagoas marginais, o que limita a perpetuação de algumas espécies.

A falta de tratamento adequado do esgoto das cidades tem contribuído para poluir os rios, trazendo sérios problemas para a sobrevivência dos peixes, bem como grandes indústrias, que, nem sempre tratam adequadamente as águas, despejam poluentes nos rios.

Com todos esses fatores negativos, tem havido uma considerável diminuição da produção e da captura de peixes dos nossos rios. Conseqüentemente, para suprir a demanda do mercado, há necessidade de importar peixes, principalmente da bacia Amazônica e de outros países, como Argentina, Bolívia, Chile e Uruguai.

A diminuição paulatina da produção de peixes nos rios sinaliza o desenvolvimento da piscicultura para suprir essa demanda crescente de pescado.

Evolução da atividade piscícola no Estado de Minas Gerais

Na década de 70, a piscicultura estava praticamente restrita ao cultivo de tilápias e carpas, com a finalidade de produção para consumo próprio ou lazer. Em alguns casos, era utilizada a fertilização da água com adubos químicos e orgânicos, subprodutos agrícolas que se destinavam à suplementação alimentar dos peixes. Nesse período, não há registro de problemas causados ao meio ambiente pela utilização da fertilização da água.

Nos anos 80, em virtude da produção em grande escala de alevinos, houve crescimento da atividade. A tecnologia preco-

nizada persistia na fertilização (química e orgânica) da coluna d'água e no milho, como o principal suplemento alimentar. No entanto, alguns piscicultores inovadores buscavam a ração balanceada específica para peixes, na expectativa de obter melhores resultados zootécnicos, principalmente dos reprodutores.

Na década de 90, houve crescimento significativo da piscicultura, sendo o grande propulsor o sistema de comercialização chamado pesque-pague, que teve início nos Estados do Sul e consolidou-se, principalmente, no estado de São Paulo, onde, no início da década, havia grande número de criadores.

A demanda de peixes vivos no pesque-pague de São Paulo desencadeou uma forte pressão por esses produtos em Minas Gerais, em razão da proximidade e do potencial de produção existente.

A rentabilidade da atividade despertou grande interesse dos produtores rurais. O produto era destinado a uma indústria de lazer e a remuneração era praticada acima do preço de mercado.

A tecnologia preconizada até então sofreu alterações, tanto na diminuição do uso de adubos químicos e orgânicos para fertilização da água, quanto na diminuição do uso do milho como suplemento alimentar, principalmente pelos médios e grandes piscicultores, que passaram a utilizar ração balanceada por fase de vida do peixe e usar equipamentos que permitem o aumento da densidade dos peixes. Foi difundida a técnica da criação de peixes em tanques-rede nas grandes represas, voltando novamente o cultivo de tilápia, que passou a ser produzido pelo sistema de reversão sexual, e outras espécies foram testadas. Neste sistema, os peixes são criados exclusivamente com alimento balanceado, específico a cada fase de vida deles.

O crescimento da atividade ocorreu para atender à demanda do mercado de outros Estados, como também dos pesque-pagues, que começaram a se ampliar em Minas Gerais. Esse incremento da piscicultura foi constatado pelas informações da Emater-MG, no período 1986 a 1997, em que se evidenciaram o grande número de produtores que ingressou na atividade e a expansão da área inundada (Quadro 1). Essas infor-

QUADRO 1 - Evolução da atividade piscícola nas propriedades rurais

Minas Gerais	1986		1992		1997	
	Regiões	Piscicultores (nº)	Área (ha)	Piscicultores (nº)	Área (ha)	Piscicultores (nº)
Zona da Mata	220	94,0	673	172,0	3.914	346,0
Centro	275	74,0	390	148,0	1.217	229,0
Norte	142	8,0	224	60,0	328	86,0
Sul	471	71,0	518	85,0	716	323,0
Triângulo	351	107,0	440	186,0	698	276,0
Leste	185	37,0	378	82,0	915	183,0
Total	1.644	391,0	2.623	733,0	7.788	1.443,0

FONTE: Emater-MG.

mações representam, na sua grande maioria, os produtores assistidos pelos técnicos da extensão rural oficial. Não foram considerados, neste levantamento, os médios e os grandes produtores de peixes.

Pólos de produção piscícola

As diferentes características climáticas, geográficas, hídricas, topográficas das regiões do estado de Minas permitiram a implantação de pólos de produção, em função de suas potencialidades. A Zona da Mata, Sul de Minas, Triângulo, Centro e Norte de Minas apresentam projetos de piscicultura em diferentes estádios de desenvolvimento.

Zona da Mata

Segundo diagnóstico realizado na Zona da Mata por Albanes (1997), constatou-se que a maioria das propriedades rurais (88,93%) possui menos de 0,1ha de lâmina d'água represada (Quadro 2) e há preferência pelo sistema de produção de policultivo. Esse resultado evidencia que a atividade vem sendo desenvolvida em pequenas propriedades rurais e em escala familiar.

A maior frequência de cultivo, na Zona da Mata, é de peixes tropicais, mas merece destaque a criação de peixe ornamental,

principalmente nos municípios de Miradouro, Vieiras e Muriaé, onde mais de 118 pequenos produtores cultivam 50 variedades e/ou espécies, e têm nessa atividade sua principal fonte de renda. Os mercados de Belo Horizonte, São Paulo e Rio de Janeiro são os maiores centros consumidores

desses peixes. Dentro desse ramo de atividade, as espécies mais comercializadas são kingyo (*Caracius auratus*), espada dominó, espada sangue (*Xiphophorus elleri*); acará marmorato, acará bandeira (*Pterallium scalare*); plati aurora (*Xiphophorus maculatus*); molinesia preta lira (*Molinesia*

QUADRO 2 - Estratificação das propriedades rurais em relação à área inundada na Zona da Mata mineira

Estratificação	Propriedades Rurais	
	Número	Porcentagem
Até 0,10 ha	3.481	88,93
0,11 a 0,20 ha	209	5,34
0,21 a 0,30 ha	51	1,30
0,31 a 0,40 ha	47	1,20
0,41 a 0,50 ha	46	1,17
0,51 a 1,00 ha	42	1,07
1,01 a 2,00 ha	34	0,87
+ 2,01 ha	04	0,10
Total	3.914	100,00

FONTE: Emater-MG.

velifera); colisa (*Colisa lalia*), etc. Na atualidade, a região é o maior centro de cultivo de peixes ornamentais do Brasil.

Leste Mineiro

A região do Leste mineiro, conhecida tradicionalmente como o berço da pecuária de corte, vem diversificando sua produção buscando um novo modelo de exploração que concentre renda em pequenas áreas. A avicultura e a suinocultura têm sido uma das alternativas. Mais recentemente, a piscicultura, em seus vários sistemas (extensivo e semi-intensivo), realizada em viveiros escavados ou em açudes, vem sendo bastante explorada.

As condições climáticas e o aporte hídrico das bacias hidrográficas conferem à região uma potencialidade emergente para o desenvolvimento do setor piscícola. No entanto, a atividade vem sendo desenvolvida nas propriedades rurais em regime de economia familiar, com média de área inundada de aproximadamente 200m².

Os produtores da região vêm, através da Associação de Criadores de Peixe (Acripeixes), buscando um trabalho de fortalecimento da classe. Entre os piscicultores há uma preferência pelas seguintes espécies: tambaqui, tambacu, carpa-capim, piauçu, tilápia revertida sexualmente, carpa comum etc.

O escoamento da produção tem sido realizado, na sua maioria, pelos 20 pesque-pagues existentes nos municípios da região e, em menor escala, nas feiras livres e peixarias.

Sul de Minas

O interesse pela atividade piscícola na região Sul de Minas tem sido no sentido de explorar a potencialidade das micror-regiões.

Nos municípios da Serra da Mantiqueira, destaca-se o cultivo de trutas (*Oncorhynchus mykiss*) e de salmão (*Oncorhynchus sp*). Os truticultores estão distribuídos principalmente nos municípios de Itamonte, Delfim Moreira, Itajubá, Brasópolis e Wenceslau Brás.

O cultivo de peixes tropicais vem-se destacando pela produção de pescado em sistema de tanque-rede nos municípios do entorno da barragem de Furnas.

A partir da parceria realizada entre a Associação dos Municípios do Lago de Furnas (Alago), Emater-MG, Sebrae-MG e Furnas, algumas metas foram traçadas.

Em 1995, com recursos do governo federal, das prefeituras e dos produtores, foram implantadas unidades demonstrativas de produção e iniciou-se o planejamento de centrais de produção de alevinos. Segundo dados da Emater-MG, existem 185 tanques-rede no lago de Furnas, com uma capacidade instalada de 686 mil peixes, que fazem parte do programa. Existe, também, o registro de 409 tanques-rede em todo o lago de Furnas, distribuídos em 105 plataformas, correspondendo a um volume de 10.308m³ instalado.

Triângulo e Centro Mineiro

A piscicultura destas regiões, segundo dados da Emater-MG, representa 34,99% da área inundada e 24,59% dos piscicultores do Estado. A demanda crescente de peixes nos pesque-pagues, nessas regiões, vem remodelando o perfil desses criadores. O novo modelo consiste na adoção de tecnologias, com o objetivo de nivelar o custo delas e aumentar a produção piscícola.

A utilização de ração na alimentação dos peixes tem sido prática freqüente entre os produtores, razão por que vêm ocorrendo melhores índices de produtividade em relação às outras regiões do Estado.

Norte Mineiro

Ações integradas buscam a construção de pequenas barragens em mais de 103 municípios (Vale do rio Jequitinhonha, Médio São Francisco, Mucuri e Pardo), com o objetivo de minimizar os problemas da falta d'água. O aumento de explorações da piscicultura é esperado.

Segundo dados da Emater-MG, atualmente, mais de 328 propriedades rurais exploram a piscicultura de forma extensiva e semi-intensiva.

Produção de alevinos

O crescimento da atividade propiciou a implantação e/ou a expansão de estações de produção de alevinos, tanto do setor governamental como do setor privado, em todas as regiões do Estado. Na Zona da

Mata, esse crescimento é expressivo, segundo Sirol (1998), visto que são 19 os centros de produção de alevinos (privados e governamental) e a produção, na safra 1997/1998, foi de aproximadamente 10 milhões de alevinos. Essa produção foi suficiente para atender à região e exportar o excedente. Porém, com relação à tilápia revertida, ainda é grande o número de alevinos importados de outros Estados.

Organização dos piscicultores

Sinais do trabalho associativista têm sido observados. As associações e as cooperativas de produtores de peixes, legalmente constituídas, estão presentes na maioria das regiões.

Na Zona da Mata, a concentração de produtores levou à formação da Associação dos Aqüicultores da Zona da Mata de Minas (AAZMM) e da Cooperativa dos Piscicultores da Zona da Mata de Minas (CPZMM). No Triângulo Mineiro, há uma associação de piscicultores em Uberaba e outra em Iturama. Os produtores do Leste mineiro estão organizados através da Acripeixes. Nas regiões Centro e Sul existem quatro associações de piscicultores, localizadas nos municípios de Itabira, Alfenas, Cássia e Pouso Alegre. No entanto, a importância do associativismo não é compreendida por todos os piscicultores, o que resulta na pequena expressão dos trabalhos destas organizações.

Comercialização

O escoamento da produção tem sido realizado, na sua maioria, pelos 350 pesque-pagues existentes no Estado, os quais apresentam as mais variadas infra-estruturas de lazer e, em menor escala, nas feiras livres e peixarias.

CADEIA PRODUTIVA

Apesar de a piscicultura ser considerada uma das opções de renda para o produtor rural, ainda são poucas as informações sobre a realidade desta cadeia produtiva no estado de Minas Gerais.

Com base nas informações existentes, observa-se que essa estrutura varia de acordo com as regiões e é, na sua maioria, bas-

tante frágil sob a perspectiva sistêmica. Seu desempenho depende da compreensão de todos os segmentos da estrutura, de tal forma que o crescimento passe por todos os setores (fabricantes de insumos, produção, processamento, distribuição e comercialização).

O segmento responsável pela expansão da atividade tem sido o pesque-pague. Conseqüentemente, toda a cadeia produtiva foi beneficiada com o surgimento deste veículo de comercialização.

Há tendência, segundo o estudo de Borghetti & Ostrensky (1998), de que este tipo de comercialização, vinculado aos pesqueiros, encontre seu ponto de equilíbrio na seleção natural das empresas que se manterão e que rapidamente buscarão outros mercados ou deixarão de existir. Com base no mesmo estudo, outro fragmento da cadeia produtiva está vinculado à instalação de indústrias de processamento, as quais dependerão de modelos de produção tecnificados, em que a escala de produção determinará a margem da lucratividade.

Alguns fatores são considerados limitantes ao desenvolvimento da piscicultura, segundo Freitas & Viana (1997), dentre os quais são evidenciados: ausência de ação governamental mais efetiva; política para o setor; diagnósticos confiáveis e atualizados; dados estatísticos; fomento; banco de dados sobre o mercado de pescado; linhas de pesquisas; definição institucional clara da estrutura governamental na área de pesca e aqüicultura; legislação tributária e ambiental; política de crédito; política de estoque regulador; intercâmbio técnico e econômico internacional; investimento à pesquisa de tecnologia limpa; inclusão do pescado na cesta básica e na merenda escolar; programa de capacitação de recursos humanos; diretriz de extensão; orçamentos federal e estadual para aqüicultura; e marketing sobre pescado.

Grande parte desses fatores limitantes que dão sustentação ao crescimento harmônico da cadeia produtiva não tem sido desenvolvida pelos setores competentes, contudo, o crescimento da atividade vem ocorrendo de forma desordenada, pela pressão da demanda.

A participação de todos os envolvidos na cadeia produtiva da piscicultura é base

para abertura de caminhos promissores ao desenvolvimento dessa atividade. Foram encontradas, por Teixeira (1998), evidências de que essa base do desenvolvimento harmônico da atividade piscícola passa, necessariamente, pela realização de um planejamento estratégico em todos os setores e para o setor como um todo.

PERSPECTIVAS DA PISCICULTURA

A expectativa do desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva da piscicultura no Estado passa, necessariamente, pelo fortalecimento de todo o segmento, a montante e a jusante do setor produtivo.

Mercado

O consumo *per capita* de peixe *in natura* no Brasil, segundo Quevedo (1999), é muito baixo (6 kg/hab./ano), contudo, apresenta potencial de crescimento expressivo. O caminho para expansão de mercado requer profissionalismo do setor de marketing, na realização de campanhas de divulgação e valorização do produto.

A tendência do aumento do consumo de pescados semiprontos (*fishburger*, *nuggets*, salsichas, empanados, patês, *fish stick*, etc.), por parte da população, já foi detectada pelos grandes grupos do setor alimentício, os quais estão importando e distribuindo estes produtos em várias capitais do país.

Empresários mineiros, ao observarem essa tendência, passaram a investir na Zona da Mata, mediante a implantação de indústria de processamento de pescado, com base no modelo de produção (integração) das grandes empresas avícolas. Empreendimentos de pequeno porte também despertam o interesse de determinados grupos de produtores e empresários.

A tilápia deverá consolidar-se como a principal matéria-prima a ser processada por essa agroindústria no Estado.

O segmento que não pode ser esquecido e que foi o precursor da piscicultura, nesses últimos anos, é a pesca esportiva. A profissionalização da atividade tem sido um ponto de distinção entre as concorrências e a manutenção da atividade.

O mercado da pesca esportiva tende a

manter o seu ponto de equilíbrio, e serão necessários investimentos para atender a um público cada vez mais exigente em qualidade e variedades.

Indústria de insumos

O segmento da indústria de ração e equipamentos para aqüicultura cresceu expressivamente, segundo Kubitz et al. (1998), que, ao citarem dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Ração (Anfar), evidenciaram o crescimento da produção de 4.200 t, em 1992, para 60.000 t, em 1997, e fizeram previsão, para 1998, de uma produção de 80.000 t. O crescimento na produção de ração é reflexo da substituição dos subprodutos, presentes nas propriedades rurais, por rações equilibradas nutricionalmente.

A disponibilidade de equipamentos da indústria nacional e importada vem dando aporte à atividade piscícola. Como exemplo, podem ser citados os equipamentos de análise físico-química da água, redes, caixas de transporte de peixes vivos, aeradores, comedouros automáticos etc.

Produção

A profissionalização dos produtores de alevinos e pescado é ponto de partida para consolidar esta atividade no Estado. A disponibilidade de alevinos de qualidade (genética e sanidade) dará sustentação ao setor de pescado e, conseqüentemente, ofertará produtos certificados para os diferentes segmentos da comercialização.

Centro de produção de alevinos

A presença da iniciativa privada e de intermediários no segmento da comercialização de alevinos, nos últimos anos, propiciou uma oferta significativa deste produto. Esses intermediários vêm implantando estruturas que possibilitam o fluxo constante de alevinos durante todo o ano.

Na safra 1998/1999, segundo alguns fornecedores de alevinos, houve retração do mercado, e a expectativa, para a próxima safra, é de maior concorrência entre os fornecedores. A formação de grupos de produtores com produção programada de alevinos é alternativa para minimizar as conseqüências do aumento da oferta de espécies.

Há tendência do mercado em selecionar fornecedores de alevinos, com base na qualidade do produto.

Produção de pescado

A oferta de pescado vivo ao pesque-pague tende a encontrar o seu ponto de equilíbrio e aumentar o nível de exigência dos pesqueiros por espécies com características para pesca esportiva.

O conhecimento do perfil zootécnico de espécies, como a matrixã, piaçu, piau (*Leporinus* sp.), piracanjuba (*Brycon orbignyanus*), pintado, cachara e dourado (*Salminus maxillosus*), tem levado os pesqueiros a demandarem estas espécies, em detrimento ao tambaqui, pacu, tambacu e carpas.

O cultivo em tanques-rede apresenta-se como modelo viável e em expansão. Os açudes existentes nas propriedades rurais, as represas e também a expansão de pequenas barragens para geração de energia conferem a esse sistema de cultivo um potencial de produção a ser explorado. Dentre as espécies, a tilápia é a que vem apresentando melhor resultado zootécnico nos tanques-rede, o que sinaliza a possibilidade da disponibilização deste pescado para a indústria de processamento.

Os modelos de produção estão alicerçados, em sua grande maioria, nas pequenas produções e o amadorismo vem sendo o entrave maior da atividade. Uma das alternativas da profissionalização do setor está na implantação de modelos de produção de pescado, a exemplo das integrações avícolas.

Meio ambiente

Um novo modelo de produção piscícola vem sendo desenhado e, neste formato, a produtividade está intimamente ligada à sustentabilidade do meio ambiente.

O domínio de conhecimentos tecnológicos de produção, isolado da legislação ambiental, coloca a atividade em posição crítica, diante de uma sociedade cada vez mais consciente e exigente dos direitos ambientais. Nesse contexto, a reengenharia do setor agropecuário passa pela adoção de sistemas de gestão ambiental.

As bases legais para o licenciamento e para o controle das atividades efetivas ou potencialmente poluidoras, em Minas Ge-

rais, estão estabelecidas na Lei nº 7.772, de 8 de setembro de 1980, e no Decreto nº 39.424, de 5 de fevereiro de 1998, o qual a regulamentação, compatibilizado com a legislação federal (Copam, 1980, 1998).

Em Minas Gerais, o licenciamento ambiental da atividade piscícola é exercido pelo Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam), por intermédio das Câmaras Especializadas, do Instituto Estadual de Florestas (IEF), no tocante às atividades agrícolas, pecuárias e florestais.

A piscicultura, por desenvolver-se, em sua maioria, em áreas de preservação permanente e pelo risco da introdução de espécies exóticas à bacia hidrográfica, requer, além do registro no IEF, o seu cadastramento junto ao Ibama.

Neste momento, o grande desafio é compatibilizar o aumento da produção de pescado e o seu crescimento econômico com a preservação ambiental, diminuindo, assim, os impactos nos compartimentos solo, água e fauna. A solução para este novo modelo de produção passa pela formação de novos conceitos de desenvolvimento entre os técnicos e a sociedade produtora.

CONCLUSÃO

A potencialidade do estado de Minas Gerais (recurso hídrico, condições climáticas, equipe técnica de apoio à pesquisa, extensão e assistência técnica e disponibilidade de insumos) permite prever que a atividade terá expressão na produção animal. No entanto, o setor de produção deve superar alguns pontos, como amadorismo, falta de espírito associativista, desconhecimento do mercado e sua tendência, e ausência de política governamental.

Qualquer que seja o modelo de produção adotado, a visão empresarial, o estudo do mercado a que se destina o peixe (pesca esportiva, indústria de processamento, supermercado, feiras etc.), a orientação técnica, a legalização da atividade nos órgãos ambientais e a produção sustentável são ações indispensáveis à consolidação do setor piscícola.

A cadeia produtiva da piscicultura deve ser trabalhada com a visão de todos os segmentos que formam o agronegócio. Não basta incentivar o aumento da produção,

sem fortalecer os canais de escoamento e processamento que passam pela diversificação das formas de apresentação dos produtos, investimento em marketing e valorização do consumidor final.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBANEZ, J.R. Cenário da piscicultura na Zona da Mata mineira. In: SEMINÁRIO DE PISCICULTURA DA ZONA DA MATA MINEIRA, 1, 1997, Muriaé. **Anais...** Viçosa: EPAMIG, 1997. p.58-81.
- BORGHETTI, J.R.; OSTRNSKY, A. Estratégias e ações governamentais para incentivar o crescimento da atividade aquícola no Brasil. In: AQUICULTURA BRASIL 98, 1998, Recife. **Anais...** Recife, 1998. v.1: Conferências, p.437-447.
- COPAM (Belo Horizonte, MG). Decreto nº 39424, de 5 de fevereiro de 1998. Altera e consolida o Decreto nº 21228, de 10 de março de 1981, que regulamenta a Lei nº 7772, de 8 de setembro de 1980, que dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente no estado de Minas Gerais. **Boletim Solo de Legislação – Minas Gerais**, Belo Horizonte, n.4/5, fev. 1998.
- COPAM (Belo Horizonte, MG). Lei nº 7772, de 8 de setembro de 1980. Dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente. **LEX – coletânea de legislação e jurisprudência**. Legislação do estado de Minas Gerais e Prefeitura de Belo Horizonte, São Paulo, v.44, p.130-134, 1980.
- FREITAS, R.T.F.; VIANA, C.F.A. Situação e perspectivas da piscicultura brasileira. In: SEMINÁRIO DE PISCICULTURA DA ZONA DA MATA MINEIRA, 1, 1997, Muriaé. **Anais...** Viçosa: EPAMIG, 1997. p.2-8.
- INFORME AGROPECUÁRIO. Belo Horizonte: EPAMIG, v.4, n.39, mar. 1978.
- INFORME AGROPECUÁRIO. Belo Horizonte: EPAMIG, v.10, n.110, fev. 1984.
- KUBITZA, F.; CYRINO, J.E.P.; ONO, E.A. Rações comerciais para peixes no Brasil. **Panorama da Aqüicultura**, v.8, n.50, p.38-49, 1998.
- QUEVEDO, A.C. Processamento da carne. **Avicultura Industrial**, n.24, p.2, 1999.
- SIROLO, R.N. **Diagnóstico da produção de alevinos na Zona da Mata de Minas Gerais**. Viçosa, 1998. Apostila.
- TEIXEIRA, R.D. O mercado de pescados em Brasília. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v.8, n.47, p.27-29, maio/jun. 1998.

Utilização de biofiltros em sistemas de cultivo de peixes

Lúcia Helena Sipaúba-Tavares¹

Resumo - Novas técnicas devem ser estimuladas para avaliar o impacto causado pela aqüicultura, uma vez que este empreendimento vem crescendo de forma acelerada no Brasil. A utilização de biofiltros é uma forma de amenizar tais impactos, já que têm a capacidade de assimilar e sintetizar as matérias orgânica e inorgânica provenientes de sistemas de cultivo. Existe uma ampla variedade de biofiltros, porém o modelo a ser empregado dependerá da localização, do tipo de cultivo e dos sistemas de produção. Melhorar a qualidade da água em viveiros e tanques de cultivo, especialmente em relação aos metabólicos nitrogenados tóxicos, pode ser estabelecido por meio de biofiltros.

Palavras-chave: Biofiltro; Macrófita; Impacto; Aqüicultura.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento acelerado da aqüicultura no Brasil, tem atraído pessoas com pouco ou nenhum conhecimento na área, o que gera um mecanismo de impacto negativo e, conseqüentemente, afeta a biota aquática. A implementação de sistemas de cultivo leva a uma modificação das condições ambientais, seja pela alteração da flora, fauna, sedimento e, em muitos casos, do clima local de forma moderada.

Aqüicultura é um nome genérico que cobre uma ampla variedade de técnicas de cultivo de espécies, sob diferentes condições e localidades geográficas.

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

Nem todas as técnicas de cultivo têm conseqüências ambientais negativas, uma

vez que muitas delas são altamente benéficas, quando o manejo é efetivo e sócio-economicamente sustentável.

AQUÍCULTURA SUSTENTÁVEL

A aqüicultura mundial tem-se expandido de forma crescente nas últimas duas décadas e o total da produção anual é de mais de 11 milhões de toneladas. A importância da aqüicultura aumenta com o crescimento da população humana e o principal impacto associado com o cultivo de peixes resulta a partir de resíduos metabólicos, fezes e alimentos não-consumidos (Talbot & Hole, 1994).

Os resíduos podem ser sólidos e solúveis. Os sólidos podem ser suspensos ou acumulados sobre o sedimento e consistem, principalmente, de carbono orgânico e compostos nitrogenados. Os solúveis são geralmente derivados de produtos metabólicos do cultivo ou de resíduos sólidos através da decomposição e lixiviação (Yoo et al., 1995).

Na maioria dos cultivos em nosso país, os resíduos dos viveiros e tanques de cultivo são passados para o próximo vi-

veiro e as descargas ocorrem diretamente nos rios e córregos sem tratamento prévio, aumentando, desta forma, o nível de sólidos e solúveis na água ou no solo.

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

O consumo alimentar pelo peixe varia diariamente e a taxa alimentar é adaptada às condições locais de cada piscicultura e prática de manejo. Estas variações resultam a partir de vários fatores como estresse do peixe, níveis de luz, mudanças rápidas na qualidade da água, tais como temperatura, oxigênio dissolvido, pH e sólidos suspensos.

Segundo Milstein (1992), a maximização da produção em viveiros pode ser obtida

¹Bióloga, Dr^a, Prof^a UNESP - Centro de Aqüicultura, Rodovia Carlos Tonanni km 5, CEP 14870-000 Jaboticabal-SP. E-mail: sipauba@caunesp.unesp.br

associando-se peixes de diferentes hábitos alimentares, de forma que venha a aproveitar efetivamente o alimento natural disponível e diminuir o impacto gerado pelo efluente bem como um planejamento das interações ecológicas entre peixes e seu meio, minimizando, assim, as alterações que podem ser decorrentes da aqüicultura.

Para Rosenthal (1994), a chave para redução de resíduos provenientes da aqüicultura pode estar classificada da seguinte forma:

- a) separação dos peixes por classe de tamanho, reduzindo assim os riscos de doenças e a necessidade da utilização de antibióticos;
- b) otimização de estratégias alimentares para redução dos resíduos;
- c) formulação de rações mais adequadas;
- d) desenvolvimento de técnicas mais eficazes para remoção dos resíduos.

Cuidados devem ser tomados na implementação de uma piscicultura, para reduzir o impacto causado por este empreendimento. Alguns vêm enfatizando a utilização dos próprios recursos que o ambiente pode fornecer, utilizando-se da ecotecnologia (Simeon & Sihol, 1985 e Muzzi, 1994).

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

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

Na aqüicultura, utiliza-se grande quantidade de água, muitas vezes sem a preocupação de como vai ser utilizada, ocorrendo perdas por infiltração ou evaporação. Na maioria das vezes, retorna para o meio uma água mais degradada.

A qualidade da água só pode ser melhorada de forma adequada, através do

entendimento dos processos biológicos com os fatores abióticos do meio.

A deterioração da qualidade da água, a partir da aqüicultura, está associada à eutrofização do meio, resultante da quebra biológica, devido à excessiva introdução de matéria orgânica.

A eutrofização é o enriquecimento dos nutrientes da água, especialmente nitrogênio e fósforo, que causa um crescimento acelerado das algas e formas de plantas superiores, produzindo um distúrbio não desejado no balanço dos organismos presentes na água (Gowen, 1994).

O manejo tem influência direta na limnologia dos sistemas de cultivo, por exemplo, o aumento da concentração de cálcio acarreta elevação da alcalinidade e pH, condições que são favoráveis para remoção de nutrientes que causam eutrofização nas águas. O nitrogênio em águas com pH elevado é transformado em amônia gasosa e escapa para a atmosfera.

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

Riscos adicionais, devido à deterioração da qualidade da água podem ocorrer a partir da eutrofização resultante da quebra biológica. Se grandes quantidades de matéria orgânica forem introduzidas no viveiro, criam-se condições favoráveis às doenças, pois as bactérias estão na natureza relacionadas com o estado trófico do meio.

A utilização de biofiltros ou filtros biológicos como forma de minimizar a eutrofização da aqüicultura é bem conhecida, devido à remoção das matérias orgânica e inorgânica, principalmente em relação aos compostos nitrogenados.

A biofiltração é utilizada para manutenção da qualidade da água. Dessa forma, o alimento não utilizado e as excretas dos peixes podem ser tratados nos biofiltros pela remoção da maioria da matéria orgânica pelos microrganismos existentes nestes

sistemas, tornando a água livre de resíduos provenientes dos tanques e viveiros de cultivo de peixes.

MANEJOS, MECANISMOS E TIPOS DE BIOFILTROS

O termo biofiltro ou filtro biológico refere-se à técnica de filtração que utiliza organismos vivos como bactérias, algas e plantas superiores, para remover substâncias a partir de solução líquida. Estes sistemas também são denominados de sistemas hidropônicos, os quais referem-se à remoção de amônia e nitrito pelas bactérias (Lawson, 1995).

Os biofiltros possuem muitas espécies e cepas de microrganismos que se alimentam de diferentes componentes dos resíduos provenientes dos sistemas de cultivo, metabolizando a matéria orgânica existente e oxidando amônia a nitrato pelas bactérias autotróficas.

Dois processos fundamentais ocorrem nestes sistemas, um é a nitrificação ou conversão de amônia em nitrito pelas bactérias *Nitrosomonas*, utilizando a amônia na forma ionizada como fonte de energia e assimilando dióxido de carbono do meio. O outro, é a oxidação do nitrito que utiliza o oxigênio da água para formar nitrato e somente o oxigênio molecular é o aceptor de elétrons.

Alguns fatores físicos interferem no funcionamento dos biofiltros, como a temperatura que afeta o crescimento das bactérias e a luz que, ao redor de 200 a 300 lux, pode inibir a oxidação da amônia e do nitrito. Por outro lado, a luz é importante na atividade fotossintética das algas, as quais podem obstruir certos tipos de filtros, porém, estas assimilam amônia e/ou nitrito diretamente do meio, ajudando a reduzir a carga tóxica destes componentes. O uso de algas versus bactérias nitrificantes controla os compostos nitrogenados do meio, porém, a maior parte dos sistemas depende, principalmente, das bactérias nitrificantes (Brune & Tomasso, 1991).

A maioria dos biofiltros utiliza um meio fixo ou sólido para fornecer uma área superficial, na qual a bactéria pode-se fixar e crescer. Havendo uma intensidade de luz adequada, algas prifíticas (fixadas a um

substrato) também podem-se instalar nestes sistemas.

Uma variedade de materiais é utilizada na confecção dos biofiltros, como terra, rocha, esferas de vidro ou plásticos, dolomita, ostras, moluscos, entre outras.

Os biofiltros necessitam de uma área superficial por unidade de volume, compatível com o crescimento das bactérias nitrificantes, e também para receber uma carga elevada de água. Espaços vazios acarretam aumento do tempo de retenção da água nos biofiltros e, dependendo do período que a água permanece no sistema, pode levar a aumento da remoção dos resíduos. O controle do tempo de retenção da água nos biofiltros dependerá da carga e do tipo de cultivo realizado.

O biofiltro deve ser manejado, quando ocorre a perda de nutrientes para o próprio sistema, em função do aumento na concentração destes elementos, ou pela produção de amônia pelos organismos existentes nele. Isto ocorre, porque as bactérias crescem até um ponto ótimo e depois tendem a eliminar-se para o meio, pois não conseguem assimilar mais os nutrientes presentes no biofiltro.

Em geral, a mudança ou lavagem do biofiltro deve ocorrer de 2 a 35 dias, dependendo do tipo de cultivo em que foi instalado. Em geral, em produção intensiva ocorre, aproximadamente, a cada dez dias ou um pouco mais (Brune & Tomasso, 1991).

O modelo do biofiltro tem influência direta nas taxas de remoção dos compostos do meio. No caso de viveiros e tanques de cultivo de peixes, o mais comum é retirar cerca de 3 a 20% de água com um tempo de retenção de aproximadamente dez dias.

Quanto à forma, segundo Lawson (1995), os filtros biológicos podem ser submersos, com dispersão da água, com tambor giratório, com base fluida e com substrato de baixa densidade (Fig. 1).

A seguir, serão descritos cada filtro:

a) filtro submerso: consiste de um recipiente preenchido com um substrato que permite o crescimento das bactérias nitrificantes como, rochas calcárias, conchas de ostras, mó-

dulos de plástico, ou qualquer tipo de material que não seja tóxico às bactérias. O tamanho a ser utilizado é de extrema importância, não devendo ser menor do que 19 a 25mm, caso contrário, pode ocorrer problemas com entupimento;

b) filtro com dispersão de água: o funcionamento é similar ao anterior, porém o substrato não é submerso. A água que entra dispersa para o fundo do filtro mantendo as bactérias em um meio úmido, mas não submersas na água. Quanto ao substrato, podem ser rochas calcárias e

módulos de plástico;

c) filtro com tambor giratório: consiste em uma série de discos furados em sentido horizontal, podendo ser plano ou ondulado. Assemelha-se a um tambor que gira dentro de uma calha na qual a água passa, proveniente de tanques e viveiros de cultivo de peixes. Aproximadamente, cerca de 40% da superfície do tambor fica submersa;

d) filtro com base de fluidos: contém um recipiente vertical com um cilindro. Como substrato utilizam-se terra grossa, seguida de uma camada de

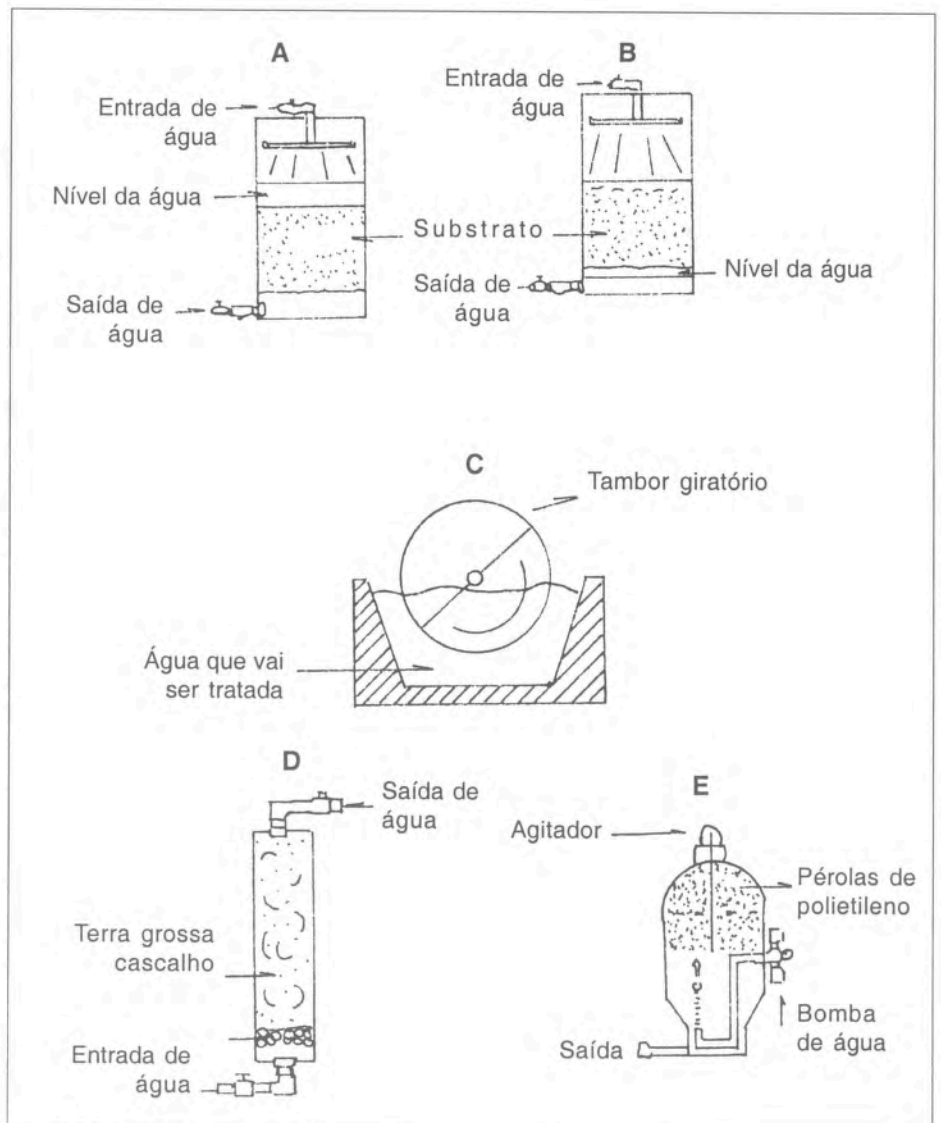


Figura 1 - Modelos de biofiltros

FONTE: Lawson (1995).

NOTA: A - Submerso; B - Dispersão de água; C - Tambor giratório; D - Base de fluido; E - Substrato de baixa densidade.

cascalho grosso (19 a 25 mm) e, finalmente, um disco perfurado na base para proteção desta última camada, onde a água é distribuída de forma horizontal;

- e) filtros com substrato de baixa densidade: também denominado de filtro de pérolas flutuantes, cujo material utilizado é polietileno com diâmetro de 3 a 5mm. As pérolas são menos densas do que a água e, portanto, flutuam acima do ponto de entrada da água no filtro. Uma tela retém as pérolas na parte superior do sistema, para que não ocorra perda de material pela saída de água. A zona de filtração está fixada sob um cone, e um motor do tipo propulsor impulsiona o sistema e, periodicamente, agita e limpa as pérolas. Este filtro tem duas finalidades: a biofiltração e a captura de partículas sólidas do meio.

Portanto, os tipos básicos de biofiltros utilizados na aqüicultura podem ser classificados como: mecânico, de gravidade, químico e biológico. O químico e o biológico empregam o mesmo princípio no tratamento de resíduos, embora a forma dos aparelhos utilizados seja um pouco diferente. Quanto ao mecânico, existe uma variedade de formas como peneiras, a vácuo, pressão ou por gravidade.

O químico pode ser por floculação com o uso de alumínio ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$), embora para aqüicultura não seja adequado, devido ao alto custo (Cripps, 1993).

Em relação ao biológico, o uso de água-pé ou culturas hidropônicas de alface ou outras macrófitas comestíveis é uma boa alternativa como forma de assegurar uma água mais adequada.

Com relação à hidroponia, deve-se levar em conta o custo/benefício, ou seja, a possibilidade de venda do produto gerado, pois este sistema requer alta condutividade (ao redor de $200 \mu S/cm$) e, portanto, altas concentrações de nutrientes. A hidroponia também pode ser utilizada em sistemas de pequeno porte ou mesmo em aquários como forma de melhorar a água por meio de recirculação (Fig. 2 e Fig. 3, p.54).

PLANTAS AQUÁTICAS UTILIZADAS COMO FILTROS BIOLÓGICOS

Biofiltros de plantas aquáticas (macrófitas) irão absorver boa parte do fósforo liberado dos viveiros e tanques de cultivo de peixes, pois essas plantas necessitam destes nutrientes para seu crescimento, reduzindo assim parte das descargas destes sistemas.

As macrófitas têm um ponto de saturação e, a partir daí, não absorvem mais material do meio, porém as comunidades a elas associadas continuam absorvendo nutrientes da coluna d'água.

Os biofiltros de macrófitas podem reter a matéria orgânica a partir dos sistemas de cultivo que consistem, em grande parte, de partículas que podem ser utilizadas direta-

mente como alimento para a macrofauna associada a essas plantas, dando um rápido retorno à cadeia trófica com melhoria da qualidade da água.

Estudos revelam que certas plantas aquáticas vasculares são capazes de absorver, através de suas raízes, metais, substâncias orgânicas e inorgânicas da água, além da produção de energia que depende em grande parte da atividade fotossintética e das taxas de crescimento dessas plantas (Pinto, 1983 e Reddy & DeBusk, 1987).

Diversas plantas aquáticas apresentam características que favorecem a sua utilização com o objetivo de servir como biofiltro no tratamento de efluentes, por exemplo *Phragmites australis*, *Elodea* sp., *Potamogeton crispus*, *P. pectinatus*, *P. perfoliatus* e *P. lucens*. No entanto,



Figura 2 - Sistemas hidropônicos encontrados no mercado

FONTE: Sweetwater (1996).

Eichhornia crassipes é considerada uma espécie adequada, com grande variedade de possibilidades de utilização (Granato, 1995).

Lovshin (1972) verificou que *E. crassipes* remove pequenas quantidades de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) do meio incorporando uma pequena fração desses à cadeia alimentar (Fig. 4, p.54).

Já Oron et al. (1984) observaram que o aguapé tem a capacidade de remover altos níveis da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e N, porém o P é limitado, dependendo da necessidade da planta, não excedendo 50 a 70% do P contido na água.

A capacidade de remoção de nutrientes das macrófitas aquáticas está diretamente relacionada com a taxa de crescimento, *standing crop* e composição do tecido. As macrófitas removem eficientemente a maioria dos poluentes, entre 50 e 60%, e quanto ao N, parte é convertida em material nutricional de alta qualidade (Boyd, 1978).

Segundo Reddy & DeBrusk (1987), as altas taxas de remoção de nutrientes pelas plantas aquáticas estão associadas com a sua capacidade de retirada do meio, e o máximo de nitrogênio retido pelas macrófitas foi de cerca de 5.850 kg N ha/ano/ por aguapé.

Amônia é um produto excretado pelo peixe e está na forma não-ionizada, sendo altamente tóxica, devendo ser removida do sistema. A biofiltração é provavelmente o método mais popular na retirada deste elemento do meio, sendo oxidada a nitrito e, posteriormente, a nitrato no processo denominado de nitrificação. Compostos intermediários, como o nitrito, também são tóxicos e devem ser cuidadosamente monitorados, pois, junto com o P são os grandes responsáveis pela eutrofização,

Segundo Ng et al. (1990), biofiltro constituído por *Elodea densa* reduziu a turbidez da água e a concentração dos compostos nitrogenados, sugerindo que a união entre planta aquática e produção de peixes, se bem monitoradas, pode levar a bons resultados na produção final dos sistemas de cultivo.

O grande problema com a utilização do aguapé no tratamento de efluentes é a rá-

vida capacidade de duplicação, que ocorre, em média, em duas semanas. Portanto, uma única matriz pode em oito meses produzir 65 mil unidades e, assim, as plantas devem ser freqüentemente retiradas para melhor funcionamento (Wolverton & McDonald, 1979 e Granato, 1995).

Sem dúvida, é de grande interesse a possibilidade de aproveitamento dessas plantas que possuem alto valor protéico, com cerca de 10 a 40% da matéria seca, o que possibilita sua utilização como fertilizante, em vez de ser desperdiçada nos esgotos e levadas para o fundo de rios e lagos.

O tanque fertilizado com meio de macrófita (*Eichhornia crassipes*) apresentou maior densidade e diversidade de espécies. Entre os organismos zooplânctônicos, Rotífera foi o grupo dominante e Cyanophyta entre os fitoplânctônicos. As larvas de tambaqui (*Colossoma macropomum*), crescidas neste tanque, apresentaram maior rendimento em tamanho e peso mesmo com dominância de Cyanophyta, uma vez que o consumo alimentar foi para o grupo das Chlorophyta principalmente, pela presença de *Scenedesmus bijugus*. Em relação aos organismos zooplânctônicos, os Rotíferas também foram dominantes no trato digestivo destas larvas pela presença de *Keratella cochlearis*, porém, a partir de 29 dias de idade as larvas passaram a consumir outros itens alimentares além do plâncton, como larvas de *Chaoborus*, Ostracoda, ovos de resistência, partículas

inorgânicas, larvas de inseto entre outros (Gráfico 1, p.53 e Quadro 1).

Devido à falta de literatura sobre as plantas aquáticas, principalmente o aguapé, existe ainda muita confusão de informações e muitas vezes elas são apresentadas como praga ou somente como agente despoluidor.

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

Biofiltros de macrófita, constituídos de *Eichhornia crassipes*, retiveram cerca de 30 a 40% do total de nutrientes liberados pelo efluente de tanques e viveiros de cultivo de peixes, rãs e camarão.

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

QUADRO 1 - Peso e comprimento das larvas de tambaqui (*Colossoma macropomum*) nos tanques

Idade (dias)	Tanque com fertilizante de macrófitas (C)		Tanque sem fertilizante de macrófitas (S)	
	Peso (g)	Comprimento (cm)	Peso (g)	Comprimento (cm)
8	0,0148	0,80	0,0132	0,75
15	0,0196	1,05	0,0139	0,80
22	0,0199	1,10	0,0188	1,00
29	0,0225	1,20	0,0220	1,20
36	0,1156	1,90	0,1296	1,80
43	0,1802	2,05	0,1440	1,80

O tratamento de água de efluente em sistemas de cultivo de organismos aquáticos, dependerá das condições econômicas, grau de poluição do efluente, do seu destino, das espécies cultivadas.

Melhor qualidade da água em sistemas de cultivo, principalmente, em relação aos metabólicos tóxicos, pode ser obtida com o uso de biofiltros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

Em muitos países, faltam uma política e um planejamento da aqüicultura, não considerando o uso da terra e o manejo dos recursos hídricos. O aumento da população e o crescimento econômico, bem como, a degradação dos meios aquáticos e competição pelos recursos hídricos levarão a uma enorme pressão sob a capacidade sustentável da aqüicultura e a produção de alimentos. Entretanto, uma orientação na utilização racional da água através de uma política efetiva, pode resultar em ganhos significativos, tanto para a produção como para o meio ambiente.

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

A importância deste tipo de estudo nas diferentes regiões assegurará um desenvolvimento sustentável da aqüicultura, uma vez que o cultivo de organismos aquáticos, varia de região para região, pois sofre influência direta dos fatores climáticos, edáficos e do hábito populacional de cada local. O manejo deve ser integrado, para que os resíduos provenientes destes sistemas possam ser reutilizados em canteiros agrícolas, hidroponia ou biofiltros.

Novas idéias e técnicas dependem da localização, do tipo de cultivo e dos sistemas de produção, porém transferências de tecnologia devem ser estimuladas no sentido do aproveitamento da água ou

mesmo no tratamento destes sistemas, como forma de minimizar os impactos causados pela aqüicultura, pois são localizados, identificáveis e as possibilidades de técnicas de mitigação e mesmo eliminação são uma realidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVNIMELECH, Y. Minimal discharge from intensive fish ponds. *World Aquaculture*, v.1, p.32-37, 1998.
- BOYD, C.E. Effluents from catfish ponds during fish harvest. *Journal of Environmental Quality*, v.7, n.1, p.59-62, 1978.
- BRUNE D.E.; TOMASSO, J.R. *Aquaculture and water quality*. Baton Rouge: The World Aquaculture Society, 1991. 606p.
- CRIPPS, S.J. Minimizing outputs: treatment. *Journal of Applied Ichthyology*, v.10, p.284-294, 1993.
- GOWEN, R.J. Managing eutrophication associated with aquaculture development. *Journal of Applied Ichthyology*, v.10, p.242-257, 1994.
- GRANATO, M. *Utilização do aguapé no tratamento de efluentes com cianetos*. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1995. 39p. (Tecnologia Ambiental, 5).
- GROSS, A.; BOYD, C.E.; LOVELL, R.T.; EYA, J.C. Phosphorus budget for channel catfish ponds receiving diets with different phosphorus concentrations. *Journal World Aquaculture Society*, Baton Rouge, LA, v.29, n.1, p.31-39, 1998.
- LAWSON, T. B. *Fundamentals of aquacultural engineering*. 5.ed. New York: Chapman & Hall, 1995. 355p.
- LOVSHIN, L. L. *The effects of water hyacinths in channel catfish production ponds*. Miami: Miami University, 1972. 92p. Thesis.
- MILSTEIN, A. Ecological aspects of fish species interactions in polyculture ponds. *Hydrobiologia*, v.231, p.117-186, 1992.
- MUZZI, D. Natural filter ponds benefit catfish farmers. *Aquaculture Magazine*, Ashville, USA, v.2, p.100-102, 1994.
- NG, W.J.; SIM, T.S.; ONG, S.L.; KHO, K.; HO, L.M.; TAY, S.H.; GOH, C.C. The effect of *Elodea densa* on aquaculture water quality. *Aquaculture*, Amsterdam, v.84, p.267-276, 1990.
- ORON, G.; WILDSCHUT, L.R.; PORATH, D. Waste water recycling by duckweed for protein production and effluent renovation. *Water Science and Technology*, v.17, p.803-817, 1984.
- PILLARY, T. V. R. *Aquaculture and the environment*. Oxford: Blackwell Science, 1992. 189p.
- PINTO, C.L.R.; CACONI, A.; SOUZA, M.M.; SANTOS, A.P. Aguapé como concentradora de prata: utilização desta planta (*Eichhornia crassipes*) na separação de rejeitos industriais. *Revista de Química Industrial*, Rio de Janeiro, v.1, p.17-27, 1983.
- REDDY, K. R.; DEBUSK, T. A. State-of-the-art utilization of aquatic plants in water pollution control. *Water Science and Technology*, v.19, n.10, p.61-79, 1987.
- ROSENTHAL, H. Fish farm effluents and their control in EC countries: summary of a workshop. *Journal of Applied Ichthyology*, v.10, p.215-224, 1994.
- SIMEON, C.; SILHOL, M. Purification of pisciculture waters on evaluating and recuperationing aquatic biomass. *Commissariat a L'energie Atomique*, v.2, p.167-175, 1985.
- SWEETWATER aquaculture products. Florida: Aquatic Eco-Systems, 1996. 400p.
- TALBOT, C.; HOLE, R. Fish diets and the control of eutrophication resulting from aquaculture. *Journal of Applied Ichthyology*, v.10, p.258-270, 1994.
- WOLVERTON, B.C.; MCDONALD, R.C. The water hyacinth: from prolific pest to potential provider. *Ambio*, Stockholm, v.8, n.1, p.12-19, 1979.
- YOO, K.H.; MASSER, M.P.; HAWCROFT, B.A. An in-pond raceway system incorporating removal of fish wastes. *Aquacultural Engineering*, v.14, p.175-187, 1995.

A produção de peixes ornamentais em Minas Gerais

Manuel Vazquez Vidal Junior¹
Solange Machado da Costa²

Resumo - Atividades, não exclusivamente agrícolas, vêm ganhando espaço entre as famílias que residem no meio rural brasileiro, estejam elas engajadas na produção agrícola propriamente dita ou não. Este fato, se por um lado demonstra que o rural já não pode ser apreendido sob a ótica eminentemente agrícola, por outro, revela a emergência de novas estratégias econômicas dessas populações diante das dificuldades de reprodução das atividades tradicionais e em resposta à descoberta de novos mercados. São iniciativas pontuais, que, embora não se apresentem como alternativas gerais e homogêneas para todas as famílias rurais, podem ser consideradas como parte de um repertório de estratégias locais para se produzirem e desbravarem novos nichos de mercado. Uma das atividades econômicas que se enquadra nessa categoria e que tem tido considerável interesse por parte de algumas famílias rurais do sudoeste do Brasil, é a piscicultura ornamental. As pequenas exigências em área, o rápido retorno econômico e o alto valor que as espécies de peixes ornamentais encontram no mercado, tanto nacional quanto mundial, são fatores que têm estimulado o ingresso na atividade.

Palavras-chave: Peixes ornamentais; Piscicultura ornamental; Produção; Comercialização.

INTRODUÇÃO

A criação de peixes ou piscicultura é uma atividade bastante antiga, sendo, inclusive, anterior à era cristã. Os primeiros relatos escritos sobre esta atividade datam do ano 475 a.C., neles são descritos os processos adotados para a criação de carpas (*Cyprinus carpio*) em represas. Nessa época surge a criação de peixes ornamentais, na China, com as primeiras variedades de carpas ou Koi e principalmente do peixe japonês (*Caracius auratus*).

A princípio, as criações baseavam-se na captura de exemplares jovens que eram mantidos em recipientes de porcelana. Posteriormente, os processos de reprodução em cativeiro foram dominados e os criadores passaram a desenvolver novas variedades destas espécies.

As novas variedades surgiram através de cruzamentos dirigidos nos quais eram usados exemplares que, devido a uma mutação, possuíam alguma característica peculiar que os distinguiam dos exemplares

selvagens, como por exemplo a cor ou a forma do corpo e o número ou formato das nadadeiras caudais (Fig. 5, p.54).

Com a chegada dos primeiros espécimes dos peixes japoneses à Europa, o ocidente passou a se interessar pelo domínio das técnicas de cultivo desta espécie, e rapidamente difundiu-a por todo o continente europeu.

Hoje em dia estas espécies são cultivadas em todo o mundo e diversos piscicultores dedicam-se a trabalhos de melhoramento genético, visando à obtenção de novas variedades.

A produção em cativeiro da maioria das espécies que são criadas hoje em dia é bem mais recente, sendo que para várias outras, amplamente comercializadas, ainda não está totalmente dominada a técnica de reprodução em larga escala. Um exemplo muito citado é o do neon, cuja reprodução já foi relatada por alguns aquaristas, porém é de difícil ocorrência, com isso esta espécie até hoje chega ao mercado através da pesca predatória.

SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS

O cultivo de peixes ornamentais é considerado, hoje, um dos setores mais lucrativos da piscicultura. Ao lado da produção extrativa, abastece um mercado consumidor que, só na América do Norte, abrange mais de 100 milhões de aquários residenciais, o que tem estimulado e dinamizado o mercado deste tipo de peixe. Nos países, onde foi recentemente introduzida, a produção de peixes ornamentais rapidamente expandiu-se, devido ao crescente aumento na demanda mundial. Singapura, o maior produtor mundial de peixes ornamentais, em 1975 movimentava 7,5 milhões de dólares com a atividade, passando a aproximadamente 57 milhões de dólares em 1998 (Fish..., 1999).

Na África do Sul, por exemplo, a exportação aumentou de 500 mil unidades para mais de 6 milhões de unidades por ano (mais de 60 espécies), entre 1983 e 1990. Atualmente esse país exporta grande parte da sua produção de peixes ornamentais. Pa-

¹Zootecnista, M.Sc., Pesq. EPAMIG-CTZM, Vila Gianeti, 46, CEP 36570-000 Viçosa-MG. E-mail: mvidal@mail.ufv.br

²Eng^a Agr^a, M.Sc. Doutorado UFRJ. E-mail: Nogueira@mail.ufv.br

ralemamente, ocorreu o desenvolvimento da indústria de suporte a essa atividade, como a de produção de rações e equipamentos, além de favorecer a instalação de produtores de plantas ornamentais aquáticas.

No Brasil, a produção de peixes ornamentais é bastante recente e surge dentro dos marcos de implementação da piscicultura. Seu maior impulso foi no final da década de 70, quando ocorreu um grande aumento do número de piscicultores, principalmente dos pequenos e microprodutores, os quais se encontram concentrados em núcleos na região Sudoeste. São exemplos as microrregiões de Muriaé, em Minas Gerais, e de Ribeirão Preto e Mogi das Cruzes, em São Paulo. Esse aumento do número de produtores, entretanto, não tem sido acompanhado da sofisticação dos processos de produção, tampouco refletiu-se no número de espécies criadas, que ainda é pequeno, mesmo quando comparado ao de países onde a produção de peixes ornamentais iniciou-se na mesma época.

Na microrregião de Muriaé e nos municípios vizinhos, há, aproximadamente, 250 produtores que cultivam mais de 60 variedades de espécies ornamentais. Destes produtores, 40% têm na atividade sua principal fonte de renda. O cultivo de peixes ornamentais chegou à região há, aproximadamente, 18 anos, por intermédio de um produtor rural local. O sistema de cultivo desse produtor, que fornecia os alevinos aos pequenos produtores da região, para posteriormente serem comercializados no Rio de Janeiro e em São Paulo, estimulou o ingresso de muitos produtores rurais locais na atividade, os quais procuravam uma ocupação que tivesse alta rentabilidade. O retorno rápido e as relativas facilidades de cultivo fizeram com que a piscicultura se expandisse rapidamente por toda a microrregião, criando, ao mesmo tempo, novas formas de introdução desses produtores no mercado consumidor e alguns componentes da cadeia que são ainda muito precários.

As espécies mais cultivadas, normalmente, são aquelas que necessitam de pouca ou nenhuma técnica de manejo e que, em geral, são muito prolíficas. Porém, elas apresentam pouco grau de melhoramento genético, sendo, em alguns casos, bastante semelhantes aos exemplares selvagens e, conseqüentemente, não alcançam bons preços no mercado interno por

serem consideradas de baixa qualidade para exportação. Existem nestas regiões alguns produtores que se dedicam ao melhoramento de algumas espécies como o acará véu (Fig. 6, p.54), e variedades de carpa, japonês e guppy, entre outras, indicando que as tecnologias adotadas são bastante heterogêneas, coexistindo piscicultores tecnificados ao lado de outros que adotam métodos rudimentares de produção (Fig. 7, p.54).

ASPECTOS DA CADEIA

As exportações de peixes ornamentais produzidos em cativeiro, no Brasil, ainda são pequenas, sendo realizadas por um número limitado de piscicultores. A quase totalidade da produção é voltada para o mercado interno, que é comercializada principalmente em São Paulo e no Rio de Janeiro (Vidal Junior, 1996).

Tal fato revela, em um primeiro momento, que o produtor brasileiro de peixes ornamentais ainda não tem a capacidade de corresponder com a qualidade, a especialidade e a regularidade que um mercado consumidor ávido por novidades e raridades exige, ficando, muitas vezes, em desvantagem na competição com a produção extrativa e também com os peixes importados.

A produção extrativa, que já opera no mercado, destina parte do produto para exportação e parte para os canais internos de comercialização. Os peixes são capturados no estado do Amazonas, comercializados nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, apresentando boa aceitação no mercado, por serem exemplares bem desenvolvidos e de difícil cultivo em cativeiro, ou ainda são exportados para a Europa e principalmente para os Estados Unidos. O Brasil, segundo dados da Secretaria de Comércio Exterior (Secex), na década de 90 vem exportando, aproximadamente, US\$ 4 milhões de peixes ao ano, valor este muito inferior aos obtidos nas duas décadas anteriores. Já os peixes importados encontram mercados, porque são frutos de melhoramento genético e apresentam sempre novas variedades. Esses peixes, entretanto, não oferecem garantias de abastecimento do mercado a longo prazo, seja pela própria dependência de importações, seja pela predação dos recursos naturais que tem sido efetuada pela pesca extrativista, abrindo

grandes perspectivas para a piscicultura ornamental.

Entretanto, o mercado de peixes ornamentais ainda está na fase de formação de segmentos específicos de suporte e integrados a montante e a jusante à produção que ofereça produtos padronizados desde a produção até a comercialização. Setores estes que permitam a realização da atividade com certo grau de estabilidade, o que está intimamente relacionado com a maneira como a atividade vem-se desenvolvendo e se expandindo e como o mercado vem sendo estruturado ou organizado.

Uma outra característica desta cadeia é o pouco interesse por parte dos produtores em desenvolver técnicas para criação dos peixes ornamentais nativos. Por exemplo, no caso do acará disco (Fig. 8, p.55), a produção brasileira é proveniente de capturas realizadas na bacia do Amazonas. A mesma espécie é largamente produzida para exportação (mais de 300 mil por ano) em Singapura, e representa para os piscicultores locais uma alternativa bastante rentável, devido ao elevado preço de mercado de suas variedades melhoradas, como a turquesa e a vermelha.

ORIENTAÇÕES BÁSICAS

Para que o produtor possa criar esta ou outras espécies mais sensíveis às variações do meio, ele deve possuir uma estufa e os equipamentos necessários para seu funcionamento, como, por exemplo, aquecedores e compressores (sopradores) de ar.

O uso de estufas ainda é pouco difundido e a maioria dos produtores dedica-se à criação de espécies de baixo valor unitário em sistema semi-intensivo, geralmente em tanques de terra, onde recebem como alimentação subprodutos agroindustriais como o farelo de soja, o fubá de milho ou a farinha de peixe.

Esses dados mostram que a produção de peixes ornamentais no Brasil ainda está tecnicamente atrasada em relação aos principais países produtores, devido principalmente à falta de técnicos que possam orientar os produtores a utilizarem a tecnologia de criação já disponível.

O setor de rações não dispõe de produtos especializados para as espécies ornamentais e sim de rações com concentrações inadequadas de proteína e energia, além da falta de nutrientes específicos.

como os pigmentos, para a valorização dos produtos. As rações mais adequadas são direcionadas a produtores que têm a atividade como hobby, pois é de alto custo, inviabilizando, assim, a produção em larga escala. Portanto, não se encontram produtos padronizados e com baixo custo. Como resultado, têm-se grandes deficiências nutricionais nos peixes alimentados somente com ração.

O setor de equipamentos tem apresentado tímidas melhorias na questão de tanques-rede e estufas, os quais geralmente passam pelo improvisado dos piscicultores, que, ao tentar diminuir os custos, acabam expondo os peixes a doenças e a baixas temperaturas, provocando a sua mortalidade. Outros setores, que acenam uma maior participação na cadeia, são o da indústria de hormônios e o da pesquisa agropecuária, em que o primeiro já possui alguns produtos no mercado (hormônios de reprodução) e o último está prevendo a geração de pesquisas para o setor.

PRODUÇÃO E MERCADO

No âmbito da produção encontram-se tanto produtores agrícolas tradicionais, quanto empreendedores urbanos, abrangendo uma variedade de tipos de propriedade, de modalidades de cultivo e de área disponível à piscicultura, com alguns produtores ocupando 70 ha de espelho d'água e outros com menos de 2 mil metros quadrados, com o uso de estufas e a mão-de-obra familiar ou contratada. O grau de informação técnica entre os produtores parece bastante alto, mas raramente é socializada.

Em visita às propriedades de Muriaé, pôde-se constatar que a baixa qualidade dos peixes, de modo geral, influencia essa disputa por conhecimentos técnicos, já que estes poderiam colocar um produto melhor no mercado, o que baixaria o preço dos demais. Portanto, os produtores parecem inseridos em um ambiente de desconfiança generalizada. Esse comportamento é bastante estimulado pelos atravessadores, os quais constituem a principal via de comercialização do produto.

Na outra ponta do processo produtivo, ou seja, o transporte e a distribuição ao mercado consumidor, parece situar-se um dos grandes pontos de estrangulamento da cadeia de produção, isto é, canais de distribuição ainda em estruturação, disper-

sos, sem um mercado consumidor que receba regularmente o produto e a preços relativamente estáveis.

As formas de relação dos produtores com o mercado apresentam-se bastante pulverizadas em canais de acesso ao consumidor, os quais são bastante instáveis e de negociações contingenciais, cujos reflexos traduzem-se na própria competição entre os produtores. Neste ambiente operam tanto produtores de diferentes estratos como diversos canais de comercialização, que, muitas vezes, têm interesses divergentes.

A maioria dos pequenos e médios produtores de peixes não comercializa sua produção diretamente aos distribuidores e sim a intermediários, que buscam os peixes na propriedade rural. Neste caso, o produtor recebe pelo seu peixe, aproximadamente, 70% do valor que receberia caso vendesse o seu produto direto ao distribuidor. Entretanto, o custo do transporte e as perdas de peixe durante o transporte são consideráveis nessa área.

Os intermediários, distribuidores do peixe nas lojas de pequenas cidades do interior e de algumas capitais, têm as informações a respeito do mercado, integram com a maioria dos produtores e manipulam essas informações, a fim de obter uma maior margem de lucro, entre a compra de um lote de um cliente e a compra do lote de outro. Frequentemente, os intermediários fazem uma barganha de preços com os produtores, aproveitando-se da pouca informação sobre o preço exato do peixe e das pequenas diferenças na qualidade de um produto que, em geral, não tem um padrão definido. Usam os peixes melhores, adquiridos anteriormente, para baixar o preço dos produtos do próximo cliente. Isso dificulta a previsão do preço do peixe pelos produtores, e estabelece um clima de competição entre eles.

Em vista disso, muitos produtores levam o seu peixe diretamente até o mercado distribuidor, o que, embora possa ser feito sob encomenda, muitas vezes é efetuado sem qualquer garantia de venda do produto, incorrendo em riscos de perdas de peixes com transporte e, conseqüentemente, prejuízos ao produtor. Duas direções são abertas para a comercialização direta. A primeira, dos atacadistas situados em São Paulo e no Rio de Janeiro, apresenta-se como um canal relativamente estável de

comercialização. Os atacadistas, pequenos ou grandes empresários que possuem galpões apropriados para o armazenamento do peixe, compram o produto, armazenam-no, reembalam-no e fazem a distribuição por todo o país. Ao mesmo tempo, são um canal regular de fornecimento do produto às lojas especializadas (*pet shoppings*), por isso as negociações diretas com esses agentes somente são possíveis a partir de certa quantidade do produto e do número de espécies.

O outro destino são as vendas a varejo nas feiras livres, que até pouco tempo eram os principais pontos de encontro entre compradores e vendedores de peixe. Uma das principais feiras de peixes ornamentais é realizada na cidade de São Paulo, onde, além desta espécie, são comercializadas outras de animais exóticos, muitas vezes ilegalmente. Essa feira, talvez a maior de peixes ornamentais no Brasil, tem sido constantemente desmontada pelas autoridades federais, em razão do comércio ilegal de animais, incorrendo, muitas vezes, em apreensão de todos os produtos expostos. A despeito disto, alguns produtores ainda tentam obter melhores preços para o seu produto, levando sua produção "no escuro". Esta modalidade de comercialização, em que o produtor leva sua mercadoria para a feira sem estabelecer, anteriormente, qualquer compromisso de venda, torna o empreendimento altamente arriscado. Entretanto, a feira já é um local tradicional de passagem do produtor, legitimada ao longo dos anos pelas práticas dos atores que ali operam, tornando-se algo próximo a uma instituição de compra e venda de peixes ornamentais. Mesmo fazendo transações com os atacadistas, quando solicitam determinada quantidade de peixes, o produtor tenta vender um pouco de seu produto na feira, o que lhe permite certa independência em relação aos atacadistas. Como afirmou um piscicultor, do município de Muriaé, que transporta seu peixe até São Paulo: *"A gente sempre leva a mais para vender na feira. O que não se consegue vender, tenta passar para o atacadista além do que ele havia solicitado."*

A venda dos peixes em lojas especializadas, onde o preço é mais compensatório, está condicionada ao suprimento regular e a um número grande de espécies, o que inviabiliza o comércio direto com os produtores, que não têm uma frequência

na entrega, além de possuírem poucas espécies. Geralmente, as lojas estabelecem compromissos com intermediários e atacadistas.

ORGANIZAÇÃO DO SETOR

Como uma forma de melhorar sua introdução no mercado de insumos à produção e na de distribuição do produto, alguns produtores têm-se filiado a associações e cooperativas. Porém, no caso da comercialização, essas instituições têm enfrentado a competição com os atravessadores, o que dificulta o seu fortalecimento como forma organizacional e institucional de comercialização. A ação dos intermediários, que oferecem pequenas diferenças nos preços do produto, quando lhes interessa, tem enfraquecido consideravelmente as cooperativas.

Diante desse quadro, a expansão do mercado parece acontecer com pouca integração entre os setores, com os produtores tentando vender seu produto (as espécies que conseguem produzir) a um preço o mais elevado possível e o setor atravessador, atacadista e lojista, tentando obter um produto, que possua qualidade e variabilidade para satisfazer os consumidores, a um preço mais baixo. O planejamento da atividade não parece integrado quanto aos objetivos dos envolvidos em cada setor em estruturação na cadeia, gerando dispersão e desconexão entre eles. Portanto, há um problema de integração e estabilidade. Por outro lado, no processo de expansão da cadeia, pode-se identificar a presença de alguns elementos criados para a efetivação das trocas econômicas, tais como, canais de compra e venda de peixe, firmas, associações, cooperativas, instituições etc., e pressupõe-se que essas sejam as estruturas que promovem, mesmo que precariamente, a integração da cadeia.

A associação de produtores é uma estratégia que pode resultar em um aumento das probabilidades de acesso a bens e serviços a determinado grupo de pessoas, que obtém resultados que seriam improváveis individualmente, ao mesmo tempo em que é compatível com sociedades e âmbitos que incluem uma pluralidade de interesses, como em um mercado. Como resultado, tem-se a emergência de relações de solidariedade horizontal em uma sociedade plural, cuja idéia de igualdade está fun-

damentada em direitos formalmente estabelecidos, levando os indivíduos a acordos e contratos parciais e transitórios. Deste modo, firmas unem-se para pressionar o Estado em programas de crédito, produtores rurais organizam-se em cooperativas, artesãos associam-se para a comercialização e assim por diante (Esteves, 1998).

Na região de Muriaé já se pode identificar alguns piscicultores que se têm filiado a organizações de interesse, como cooperativas e/ou associações, tanto para a comercialização do produto, quanto para a aquisição de insumos. Entretanto, essas organizações têm falhado no intercâmbio com outras organizações e instituições, não conseguindo representar eficientemente os interesses dos produtores. Parte dessas dificuldades parece encontrar-se na própria falta de informações e de compreensão sobre o funcionamento da cadeia. A contingência das relações com os intermediários e a disputa pelas oportunidades de vender o produto disseminam a desconfiança entre os produtores. Estas, ao lado da pulverização das formas de colocação do peixe no mercado, dificultam a identificação, por parte dos produtores, das organizações e dos grupos institucionais específicos, criados dentro dos últimos segmentos para permitir as transações de mercado.

Por outro lado, a dispersão e a não-especialização dos setores de suporte (insumos) não chegam a caracterizá-los claramente como portadores de interesses antagônicos aos interesses dos produtores, o que, também, dificulta a identificação, por parte dos últimos, dos interesses exatos que figuram a montante da produção (cultivo).

Diante disto, observa-se uma incipiente compreensão dos componentes da cadeia, de suas formas de inter-relacionamento, por parte dos produtores, a fim de que possam empreender em organizações viáveis, que geram mecanismos que estimulem a realização integrada e coerente dos movimentos que compõem o complexo de produção de peixes ornamentais obtendo maior segurança nas transações econômicas.

CONCLUSÃO

A produção de peixes ornamentais no Brasil é uma atividade que foi construída pelo empenho dos produtores. Hoje, para

continuar crescendo e consolidar o Brasil como um dos maiores produtores mundiais, é necessário que os órgãos de pesquisa e de extensão percebam que esta atividade possui um potencial de geração de empregos e de renda que a torna uma das mais importantes atividades zootécnicas em vários países.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ESTEVES, P. L. M. L. Cordialidade e familismo amoral: os dilemas da modernização. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, v.13, n.36, p.95-107, 1998.
- FISH statistics. Disponível site **Tropical Fish Culture in Singapore**. URL: <http://www.science.nus.edu.sg/~webdbs/fish/index.html>. Consultado em 16 dez. 1999.
- VIDAL JUNIOR, M. V. **Produção e criação de peixes ornamentais**. Viçosa: CPT, 1996. 47p.

BIBLIOGRAFIA

- AXELROD, H. R.; VORDERWINKLER, W. **Encyclopedia of tropical fishes**. Neptune City: T.F.H., 1988. 632p.
- BOTELHO FILHO, G. da F.; ABREU, A. B. de. **Doenças e tratamentos dos peixes ornamentais**. São Paulo: Nobel, 1987. 125p.
- GRANOVETTER, M. Economic action and social structure: the problem of embeddedness. *American Journal of Sociology*, Chicago, v.91, n.3, p.481-510, 1985.
- GRANOVETTER, M. Economic institutions as social constructions: a framework for analysis. *Acta Sociologica*, v.35, p.3-11, 1992.
- HODGSON, G. M. Varieties of capitalism and varieties of economic theory. *Review of Political Economy*, v.3, n.3, p.380-433, 1996.
- MINGIONE, E. C. **Fragmented societies: a sociology of economic life beyond the market paradigm**. Cambridge: Blackwell, 1991. 512p.
- POLANYI, K. **A grande transformação: os origens da nossa época**. 3.ed. Rio de Janeiro: CAMPUS, 1980. 306p.
- POLANYI, K. The economy as instituted process. In: GRANOVETTER, M.; SWEDBERG, R. **The sociology of economic life**. Boulder: West Press, 1992. p.29-51.
- UZZI, B. The sources and consequences of embeddedness for the economic performance of organizations: the network effect. *American Sociological Review*, Washington, v.61, n.4, p.674-698, 1996.

Sanidade de peixes

*Gilberto Cezar Pavanelli¹
Ricardo Massato Takemoto¹
Jorge da Costa Eiras²*

Resumo - Nos últimos anos, tem-se verificado um aumento na procura de peixes como fonte de proteína e a atividade extrativista não tem sido suficiente para atender à demanda desse mercado. A piscicultura é uma atividade em condições de oferecer a quantidade necessária de proteína exigida pela sociedade. No entanto, quando se confina algum tipo de animal, e isso é particularmente verdadeiro em relação aos peixes, ocorre o aparecimento de doenças que em ambientes naturais têm pouca ou nenhuma repercussão. O estresse a que os peixes ficam submetidos leva à manifestação de agentes patogênicos, em especial os chamados organismos facultativos ou secundários, que pertencem ao grupo dos parasitas, bactérias ou fungos. Como existe uma dificuldade muito grande para tratar qualquer enfermidade de peixes após esta se instalar, recomenda-se, na piscicultura, a adoção de medidas profiláticas para evitar a manifestação das várias patologias. Nesse sentido, já está bastante sedimentada entre os piscicultores a forte relação existente entre técnicas corretas de manejo e a ausência de enfermidades.

Palavras-chave: Sanidade; Peixes; Bacteriose; Micose.

INTRODUÇÃO

No Brasil, nos últimos anos, é possível perceber, um aumento considerável na procura por proteínas de origem animal. Este fato é particularmente verdadeiro, no que se refere à demanda por proteínas fornecidas pelos peixes, que é, sem dúvida, de ótima qualidade. Graças a esse incremento no consumo, a atividade extrativista não se tem mostrado suficiente para atender a essa demanda. Isso pode ser explicado pelo fato de os recursos naturais não comportarem um nível de exploração que permita a obtenção da quantidade total de proteínas necessárias, sendo indispensável haver uma complementação através de práticas de cultivo.

Nesse sentido, teve início no Brasil, há algumas décadas, a criação de peixes em cativeiro. Esta prática tem aumentado e diversificado intensamente nos últimos anos, por vezes com tentativas de cultivar

espécies que tradicionalmente não eram utilizadas com essa finalidade.

Dependendo da espécie de peixe a ser aclimatada ao cativeiro, alguns problemas particulares são apresentados aos criadores. No entanto, algumas dificuldades são comuns a todo o tipo de criação, especialmente às relacionadas aos aspectos patogênicos que, nas populações cultivadas, exacerbam-se em relação aos verificados nas populações naturais. Essas diferenças resultam principalmente do confinamento dos exemplares, do manejo a que devem ser submetidos, da alteração do meio ambiente etc. Enfim, é necessário considerar todo um conjunto de processos que contribui para desencadear mecanismos capazes de causar estresse, levando necessariamente à manifestação de doenças provocadas por agentes etiológicos, que nas populações naturais não teriam importância ou teriam uma importância muito reduzida.

Estes organismos, chamados patogênicos, são na maioria facultativos ou secundários e podem pertencer a grupos heterogêneos, como as bactérias, parasitas ou fungos.

É importante frisar que os peixes são muito suscetíveis a esses processos, principalmente quando se encontram submetidos a cultivos intensivos que podem atingir, muitas vezes, densidades de várias dezenas de quilogramas por metro cúbico de água.

Na piscicultura, são muitos os fatores capazes de provocar estresse nos peixes, sendo uns mais fáceis de serem evitados do que outros. As variações bruscas da temperatura da água, por exemplo, são quase sempre impossíveis de controlar e serão tanto mais importantes, quanto mais rápidas e intensas forem. Este fator não atinge igualmente todas as espécies de peixes, uma vez que algumas têm uma capacidade mais acentuada de tolerância à

¹Dr., Prof. Universidade Estadual de Maringá - Nupélia, Bloco G-90, Av. Colombo, 5790 CEP 87020-900 Maringá-PR. E-mail: cgpavanelli@uem.br e takemotorm@nupelia.uem.br

²Dr., Prof. Universidade do Porto - Faculdade de Ciências - Depto de Zoologia e Antropologia, 4050 Porto, Portugal.

variação térmica. Por outro lado, este problema tende a ser mais importante em certas regiões do que em outras, como por exemplo a região Sul-Sudeste do Brasil, onde, no inverno, pode ocorrer uma variação de mais de dez graus na temperatura da água num período relativamente curto. Esta repentina modificação das condições ambientais tem reflexos no sistema imunitário dos peixes, que deixa de responder tão eficientemente como em condições normais. Assim, originam-se também condições propícias ao rápido desenvolvimento dos organismos patogênicos, em especial dos secundários ou facultativos. Desta maneira, estariam criadas as condições particulares que permitiriam o aparecimento de doenças, que podem desenvolver-se rapidamente e causar grandes mortalidades nos peixes. Os exemplos de organismos com estas características são muitos, bastando citar, entre os mais freqüentes, os protozoários *Ichthyophthirius mutifiliis*, que provoca a doença dos pontos brancos e *Ichthyobodo necator*, agente etiológico da ictiobodose, também chamada costiose. Entre os helmintos, podem-se destacar os parasitas de brânquias e superfície do corpo, conhecidos por monogenéticos (Fig. 9, p.55) e responsáveis por grandes mortalidades em seus hospedeiros. No grupo das bactérias deve-se ressaltar *Flexibacter collummaris*, que provoca uma patologia chamada vulgarmente de colunariose ou doença da coluna. Pode-se ainda mencionar, como exemplo típico de organismo patogênico secundário, o fungo *Saprolegnia*, que se desenvolve com extrema facilidade em qualquer lesão na superfície dos peixes e é responsável pela doença conhecida por saprolegniose.

É importante destacar que a ocorrência de doenças e a mortalidade podem ser, se não evitadas, pelo menos diminuídas pelo piscicultor. Em primeiro lugar, é necessário que o criador tenha plena consciência de que os organismos patogênicos que originam essas doenças estão normalmente presentes na água das pisciculturas e, muitas vezes, nos próprios peixes, e que apenas em condições de estresse podem provocar as doenças. Apesar de não haver muitos

estudos sobre este assunto no Brasil, os que foram efetuados até o momento mostraram que foi possível estabelecer alguma relação entre modificações ambientais e taxas de mortalidade de maior ou menor gravidade.

Assim, o grande problema que se coloca ao piscicultor é o de procurar manter condições ambientais favoráveis à espécie que está sendo cultivada e, ao mesmo tempo, alcançar as cargas máximas possíveis e, portanto, mais rentáveis, sem que isso comprometa a sanidade das populações de peixes.

O equilíbrio entre estas duas variáveis não é fácil de ser conseguido e aí reside precisamente a maior dificuldade das explorações piscícolas. O primeiro fator a ser levado em conta é que é preferível realizar ações preventivas, impedindo a manifestação de doenças, do que ser forçado a adotar medidas terapêuticas, nem sempre eficientes, normalmente muito onerosas e com reflexos muitas vezes indesejáveis ao ambiente. Essa prática parece ser a mais correta, mesmo que isso implique aparentemente em um menor rendimento das pisciculturas. A experiência tem mostrado que muitas vezes é economicamente mais vantajoso trabalhar com cargas médias de peixes, que garantam uma rentabilidade final razoável, do que investir em cargas próximas do limite de tolerância da espécie que está sendo cultivada. É necessário considerar ainda que os procedimentos a serem adotados não se aplicam indiscriminadamente a todas as espécies cultivadas, já que se devem levar em conta as condições particulares de cada espécie.

Pode acontecer, o que não será raro, que, mesmo observando-se todos os procedimentos profiláticos adequados, existam situações de mortalidade que justifiquem o tratamento apropriado. Isso ocorre principalmente, quando da manifestação de agentes patogênicos chamados de primários, e que têm capacidade, por si só, de desencadear a doença, independentemente das alterações das condições ambientais. Nesse caso, é absolutamente necessário que o piscicultor se informe sobre o tipo de tratamento que deve efetuar. Por outro

lado, tem-se verificado, e são inúmeros os exemplos que podem ser citados, que estes organismos patogênicos são introduzidos nas pisciculturas juntamente com o peixe adquirido de outros empreendimentos comerciais. Este fato pode ter graves conseqüências para o futuro do cultivo: alguns dos organismos patogênicos são extremamente difíceis de erradicar; outros podem mesmo determinar a necessidade de sacrificar todos os exemplares e desinfetar as instalações antes do recomeço da exploração.

Recomenda-se, por isso, a maior prudência com a introdução de novos peixes nas pisciculturas. O ideal é que toda e qualquer transferência deverá ser feita necessariamente sob rigoroso controle sanitário (quarentena e banhos profiláticos) e acompanhada de um certificado ictiosanitário emitido por uma autoridade competente, atestando a sanidade dos exemplares a serem introduzidos.

Agindo assim, evita-se que seja introduzida na piscicultura, por exemplo, a *Lernaea cyprinacea* (Fig. 10, p.55), que é, sem dúvida, o mais perigoso ectoparasita da fauna brasileira. As lesões provocadas por este parasita, quando muito numerosas, o que é freqüente, já que no mesmo hospedeiro podem ser encontradas centenas de parasitas, podem provocar hemorragias significativas que constituem locais apropriados para infecções secundárias por agentes patogênicos oportunistas. Este crustáceo não possui especificidade parasitária e tem sido responsável por vários casos de mortalidade em variadíssimas espécies de peixes cultivadas no Brasil.

A seguir, serão apresentados os principais agentes patogênicos na piscicultura e as enfermidades determinadas por eles.

BACTERIOSES

As bactérias são de grande importância na piscicultura, devido às doenças que podem provocar. Muitas vezes causam grandes prejuízos econômicos. As taxas de mortalidade são muito elevadas, especialmente em situações de estresse dos hos-

pedeiros. Muitas dessas bacterioses são de tratamento difícil e pouco eficaz.

A maior parte das bactérias é composta de organismos que pertencem à comunidade bacteriana normal da água, sendo encontradas na superfície dos peixes e nas brânquias (Cahill, 1990). Porém, quando os peixes são submetidos ao estresse, o que ocorre frequentemente nas pisciculturas, as bactérias adquirem uma capacidade patogênica importante, manifestada por sintomatologia variada.

A diminuição da capacidade do sistema imunitário dos hospedeiros provavelmente seja a causa da invasão e proliferação das bactérias, mas ainda não se conhece com exatidão os fenômenos fisiológicos que causam este processo. Algumas bactérias como *Aeromonas hydrophila* (Fig. 11 e 12, p.55), *Flexibacter psychrophilus*, *Pseudomonas fluorescens* ou *Flavobacterium branchiophila*, consideradas organismos patogênicos secundários ou invasores secundários, apenas manifestam sua capacidade patogênica, quando condicionadas por um estado de debilidade dos hospedeiros (Schneider & Nicholson, 1980, Bullock et al., 1986, Herman & Bullock, 1986, Ostland et al., 1989 e Heo et al., 1990).

Desse modo, para evitar que a presença destas bactérias provoque o estresse dos peixes é necessário manter a piscicultura em boas condições, ou seja, boa qualidade da água, baixas densidades populacionais etc. Com isso pode-se, pelo menos, minimizar o efeito desses organismos (Austin et al., 1983, Elliot et al., 1989, Moore et al., 1990, Rodgers, 1991 e Newman, 1993).

Existem bactérias que atuam como agentes patogênicos primários, ou invasores primários, como *Aeromonas salmonicida*, que tem a capacidade de iniciar uma infecção em hospedeiros sujeitos a estresse pouco intenso (Ferguson & McCarthy, 1978 e Bruno, 1986). Estas bactérias podem causar uma resposta septicêmica, necrose do tegumento e músculo, provocando ulceração e resposta crônica proliferativa.

Os estados septicêmicos são relativamente frequentes e causados particular-

mente pelas mais agressivas bactérias Gram-negativas. A principal característica é a presença de bactérias em todos os órgãos. As lesões provocam hiperemia dos capilares, exsudato inflamatório, hemorragias focais e exoftalmia (Fig. 13, p.55) associada à edema periorbital.

É comum ocorrer lesões crônicas proliferativas no tecido hematopoiético. Caracterizam-se por necrose, que se vai desenvolvendo, ao mesmo tempo em que se verifica proliferação dos tecidos e reparação das lesões, como ocorre na doença renal bacteriana. A zona central das lesões, que contém bactérias iniciais, é gradualmente rodeada por células fagocitárias e por um envoltório de fibroblastos e colágeno. Estas formações granulomatosas são características, entre outras, da infecção por *Renibacterium salmoninarum* (Fryer & Sanders, 1981).

Estes tipos de patogenia podem-se verificar numa mesma infecção bacteriana, mas geralmente um deles é predominante, dependendo da natureza do organismo patogênico e das circunstâncias da infecção.

PARASITOSE

Os peixes em piscicultura são passíveis de ser infectados por numerosas espécies de parasitas (protozoários e metazoários), que podem ocorrer em sua superfície (ectoparasitas) ou nos órgãos internos (endoparasitas). Suas dimensões variam de alguns milésimos de milímetro até vários centímetros.

Os parasitas podem ter ou não especificidade parasitária. Diz-se que ela existe quando um parasita só pode desenvolver-se em uma determinada espécie de hospedeiro, ou num conjunto limitado de espécies. Pelo contrário, um parasita não específico pode utilizar um vasto número de espécies diferentes de peixes. Como é óbvio, este tipo de parasita está em grande vantagem sobre os primeiros, uma vez que o acesso ao seu "meio ambiente", isto é, ao hospedeiro, é mais facilitado.

Seu ciclo de vida é muito variável. Os mais simples parasitas completam o ciclo

vital num único hospedeiro (ciclo direto ou monoxeno), enquanto outros necessitam de mais de um hospedeiro, dois ou três, na maior parte dos casos (ciclo indireto ou heteroxeno). Neste caso, os peixes podem ser os hospedeiros definitivos (Fig. 14, p.56), nos quais se verifica a reprodução sexuada dos parasitas; intermediários (desenvolvimento dos parasitas sem haver reprodução sexuada); ou paratênicos (também chamados de transporte ou espera) caso o parasita não sofra qualquer modificação. No caso de os peixes serem hospedeiros intermediários ou paratênicos, os hospedeiros definitivos podem ser outros peixes, aves ou mamíferos.

É relevante ressaltar que alguns dos mais importantes parasitas em piscicultura são mesmo considerados como organismos, por via de regra comensais, e só em condições propícias, que normalmente apenas se verificam em piscicultura, têm uma ação parasitária propriamente dita.

Por estes motivos, na maior parte dos casos, mais importante do que a ação terapêutica será a profilática, devendo o piscicultor ter a consciência de que atingir as cargas máximas de peixes em um determinado meio nem sempre é a forma de conseguir uma exploração mais rentável. Um especial cuidado deverá ser tomado com a origem dos animais comprados de outras pisciculturas. Está hoje amplamente provado que a distribuição geográfica de alguns parasitas, por vezes com enorme impacto em piscicultura, como *Myxobolus cerebralis*, foi decisivamente influenciada por movimentações artificiais de peixes sem os devidos cuidados sanitários (Hoffman, 1970).

A gravidade das lesões provocadas pelos parasitas depende de vários fatores relacionados com o grupo do parasita em questão, a sua localização e o modo particular como atua sobre o hospedeiro. As lesões branquiais são particularmente importantes, devido ao fato de as brânquias reagirem fortemente à presença de parasitas. Essa reação manifesta-se, frequentemente, por fenômenos de proliferação celular na base das lamelas secundárias. Como conseqüência, o espaço compreen-

dido entre duas lamelas contíguas vai sendo preenchido por células, até que estas deixam eventualmente de estar separadas (Fig. 15, 16, 17, p.56). Isto implica na diminuição ou perda da respectiva atividade respiratória, o que, nos casos mais graves, pode provocar a morte do hospedeiro por asfixia (Roubal et al., 1989).

A verificação de taxas anormais de mortalidade é a percepção mais visível e imediata de muitas das parasitoses. No entanto, não é apenas este fato que deve preocupar o piscicultor, pois as conseqüências da parasitose não se manifestam apenas desse modo. Os exemplares atingidos ficam muito mais sujeitos a infecções secundárias, como fungos - especialmente *Saprolegnia* - e certas bactérias, principalmente se existirem lesões externas. Assim, os parasitas podem provocar mortalidade indiretamente, já que favorecem a entrada de patógenos muitas vezes mais prejudiciais que eles próprios.

Por outro lado, há prejuízos que, se são mais difíceis de avaliar, não deixam de ter, por vezes, um significativo impacto econômico. Basta citar o fato de que a perda de 10% do peso do corpo de salmonídeos parasitados pelo cestóide *Eubothrium* sp., em salmiculturas da Noruega, supostamente provoca perdas anuais da ordem de vários milhões de dólares (Bristow & Berland, 1991). Outro exemplo a ser mencionado são os prejuízos originados pela diminuição de 26% do peso de *Scophthalmus maximus*, verificada num período de 12 meses, nos peixes infectados por *Trichodina* sp. (San Martin Durán et al., 1991).

MICOSES

Os fungos também são importantes agentes patogênicos para os peixes. São várias as doenças em que se manifestam, podendo causar infecções tegumentares ou branquiais que são as mais frequentes e importantes (saprolegniose ou branquiomicose), ou então ter um caráter sistêmico, como a exofialose (Blazer & Wolke, 1979) ou a infecção por *Phoma herbarum* (Ross et al., 1975) ou por *Ichthyophonus hoferi* (McVicar, 1977 e Miyazaki & Yasuhiko, 1985).

Os fungos podem ser classificados como saprófitas, que utilizam matéria orgânica para o seu metabolismo, e parasitas, que obtêm seus nutrientes, infectando organismos vivos. Aqueles de interesse à piscicultura são pluricelulares, formados por células unidas em longos filamentos, as hifas, na maior parte dos casos ramificadas, a cujo conjunto dá-se o nome de micélio. A reprodução pode ser sexuada ou assexuada, ocorrendo, então, a formação de esporos, que têm uma enorme importância na piscicultura, já que são os agentes infectantes dos peixes.

Os fungos podem ser agentes patogênicos primários ou secundários. Poucas espécies apresentam uma ação primária (*Ichthyophonus hoferi*, por exemplo). Mesmo em relação a algumas micoses para as quais foi postulada uma ação primária, pelo menos em certas circunstâncias, o exame detalhado das experimentações faz duvidar que se comportem desse modo. Assim, devem ser entendidos como organismos patogênicos facultativos que apenas em determinadas condições se manifestam e provocam elevadas taxas de mortalidade. A *Saprolegnia* spp. (Fig. 18, p.56) é o mais importante fungo que ataca peixes de água doce, a qual tem capacidade de instalar-se e desenvolver-se em qualquer lesão que se produza à superfície dos hospedeiros, por menor que seja (Copland & Willoughby, 1982, Willoughby, 1985, Bruno & Stamps, 1987, Hatai & Hoshiai, 1992 e Willoughby & Roberts, 1992).

A transmissão dos fungos ocorre através dos esporos presentes na água. Essa transmissão é muitas vezes facilitada pela má qualidade da água, temperatura, práticas inadequadas de manejo etc. Os fungos, principalmente a *Saprolegnia*, podem ser altamente patogênicos para os ovos em incubação.

O tratamento das micoses pode ser relativamente fácil para algumas espécies, enquanto para outras, como *Ichthyophonus*, é muito difícil, podendo mesmo não existir. Desse modo, as medidas profiláticas são da maior importância, podendo ser resumidas nas seguintes: manter a boa qualidade da água, evitar a introdução de exemplares infectados, manter baixas densidades

populacionais e eliminar os peixes mortos, o mais rapidamente possível.

Para concluir, pode-se afirmar que o estado sanitário das pisciculturas deverá ser o resultado da interação entre os peixes, os organismos patogênicos e o ambiente. Um bom manejo das explorações será aquele que, favorecendo o adequado e rentável desenvolvimento dos peixes, não permita, ou pelo menos minimize, a proliferação dos organismos patogênicos, já que não existe dúvida a respeito da forte relação existente entre as corretas técnicas de manejo e a ausência de enfermidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSTIN, B.; RAYMENT, J.; ALDERMAN, D.J. Control of furunculosis by oxolinic acid. *Aquaculture*, Amsterdam, v.31, p.101-108, 1983.
- BLAZER, V.S.; WOLKE, R.E. An *Exophiala*-like fungus as the cause of a systemic mycosis of marine fish. *Journal of Fish Diseases*, Oxford, v.2, p.145-152, 1979.
- BRISTOW, G.A.; BERLAND, B. The effect of long term, low level *Eubothrium* sp. (Cestoda: Pseudophyllidea) infection on growth in farmed salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*, Amsterdam, v.98, p.325-330, 1991.
- BRUNO, D.W. Furunculosis in sea-reared Atlantic salmon, *Salmo salar* L. colonization of the gill epithelium. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, v.6, p.76-79, 1986.
- BRUNO, D.W.; STAMPS, D.J. Saprolegniasis of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fry. *Journal of Fish Diseases*, Oxford, v.10, p.513-517, 1987.
- BULLOCK, G.L.; HSU, T.C.; SHOTTS, E.B. Columnaris disease of fishes. *Fish Disease Leaflet*, Washington, n.72, 1986.
- CAHILL, M.M. Bacterial flora of fishes: a review. *Microbial Ecology*, New York, v.19, p.21-41, 1990.
- COPLAND, J.W.; WILLOUGHBY, L.G. The pathology of *Saprolegnia* infections of *Anguilla anguilla* L. elvers. *Journal of Fish Diseases*, Oxford, v.5, p.421-429, 1982.
- ELLIOT, D.G.; PASCHO, R.J.; BULLOCK, G.L. Developments in the control of bacterial kidney disease of salmonid fishes. *Diseases of Aquatic Organisms*, v.6, p.201-215, 1989.

- FERGUSON, H.W.; MCCARTHY, D.H. Histopathology of furunculosis in brown trout *Salmo trutta* L. **Journal of Fish Diseases**, Oxford, v.1, p.165-174, 1978.
- FRYER, J.L.; SANDERS, J.E. Bacterial kidney disease of salmonid fish. **Annual Review of Microbiology**, Palo Alto, v.35, p.273-298, 1981.
- HATAI, K.; HOSHIAI, G. Mass mortality in cultured coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) due to *Saprolegnia parasitica* Coker. **Journal Wildlife Diseases**, v.28, p.532-536, 1992.
- HEO, G.J.; KASAI, K.; WAKABAYASHI, H. Occurrence of *Flavobacterium branchiophila* associated with bacterial gill disease at a trout hatchery. **Fish Pathology**, v.25, p.99-105, 1990.
- HERMAN, R. L.; BULLOCK, G. L. *Edwardsiella tarda* as a cause of mortality in striped bass. **Transactions of the American Fisheries Society**, v.115, p.232-235, 1986.
- HOFFMAN, G.L. Intercontinental and transcontinental dissemination and transfaunation of fish parasites with emphasis on whirling disease (*Myxosoma cerebralis*). **American Fisheries Society Special Publication**, v.5, p.69-81, 1970.
- MCVICAR, A.H. *Ichthyophonus* as a pathogen in farmed and wild fish. **Bulletin del'Office International des Epizootics**, v.87, p.517-519, 1977.
- MIYAZAKI, T.; YASUHIKO, J. Studies on *Ichthyophonus* disease of Ayu. **Fish Pathology**, v.20, p.45-48, 1985.
- MOORE, A.A.; EIMERS, M.E.; CARDELL, M.A. Attempts to control *Flexibacter columnaris* epizootics in pond-reared channel catfish by vaccination. **Journal of Aquatic Animal Health**, v.2, p.109-111, 1990.
- NEWMAN, S.G. Bacterial vaccines for fish. In: FAISAL, M.; HETRICK, F.M. (Ed.). **Annual review of fish diseases**. New York: Pergamon Press, 1993. v.3, p.145-185.
- OSTLAND, V. E.; FERGUSSON, H. W.; STEVENSON, R. M. W. Case report: bacterial gill disease in goldfish *Carassius auratus*. **Diseases of Aquatic Organisms**, v.6, p.179-184, 1989.
- RODGERS, C.J. The usage of vaccination and antimicrobial agents for control of *Yersinia ruckeri*. **Journal of Fish Diseases**, Oxford, v.14, p.291-301, 1991.
- ROSS, A.J.; YASUTAKE, W.T.; LEEK, S. *Phoma herbarum*, a fungal plant saprophyte, as a fish pathogen. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, Ottawa, v.32, p.1648-1652, 1975.
- ROUBAL, F.R.; LESTER, R.J.G.; FOSTER, C.K. Studies on cultured and gill attached *Paramoeba* sp. (Gymnamoebae; Paramoebidae) and the cytopathology of paramoebic gill disease in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., from Tasmania. **Journal of Fish Diseases**, Oxford, v.12, p.481-492, 1989.
- SAN MARTIN DURÁN, M.L.; FERNANDEZ CASAL, J.; TOJO, J.L.; SANTA-MARINA, M.T.; ESTEVEZ, J.; UBEIRA, F. *Trichodina* sp.: effect on the growth of farmed turbot (*Scophthalmus maximus*). **Bulletin of the European Association of Fish Pathologists**, v.11, p.89-91, 1991.
- SCHNEIDER, R.; NICHOLSON, B.L. Bacteria associated with fin rot disease in hatchery reared Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v.37, p.1505-1513, 1980.
- WILLOUGHBY, L.G. Rapid preliminary screening of *Saprolegnia* in fish. **Journal of Fish Diseases**, Oxford, v.8, p.473-476, 1985.
- WILLOUGHBY, L.G.; ROBERTS, R.J. Towards strategic use of fungicides against *Saprolegnia parasitica* in salmonid fish hatcheries. **Journal of Fish Diseases**, Oxford, v.15, p.1-13, 1992.

Qualidade em Piscicultura

VENDA DE ALEVINOS
pacu, tambaqui,
carpa, tilápia revertida

Peixes para
PESQUE-PAGUE

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS - EPAMIG
Fazenda Experimental de Leopoldina
Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento em Aqüicultura
End. PS-2 (Via Vargem Linda) - Caixa Postal 47, 36700-000 - Leopoldina - Minas Gerais
Telefax: (32) 441-2330

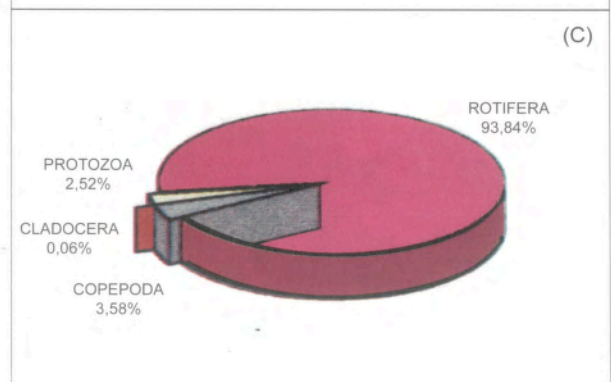
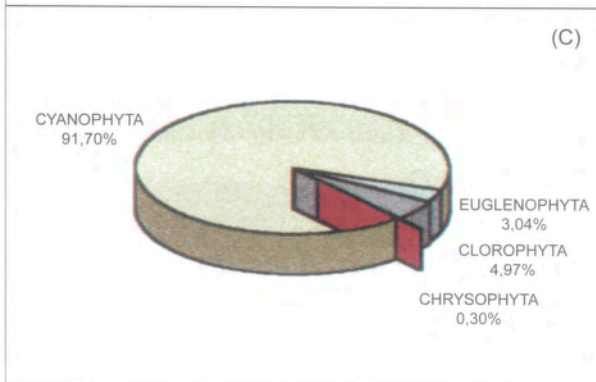
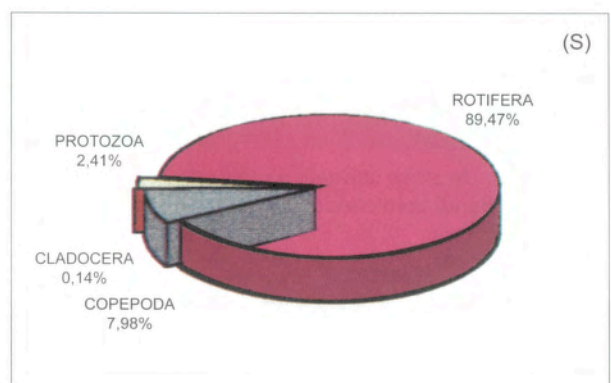
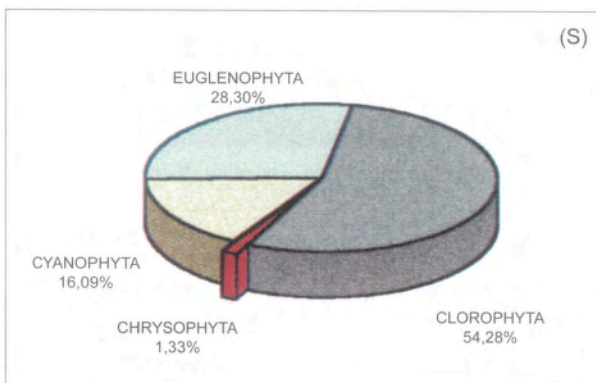
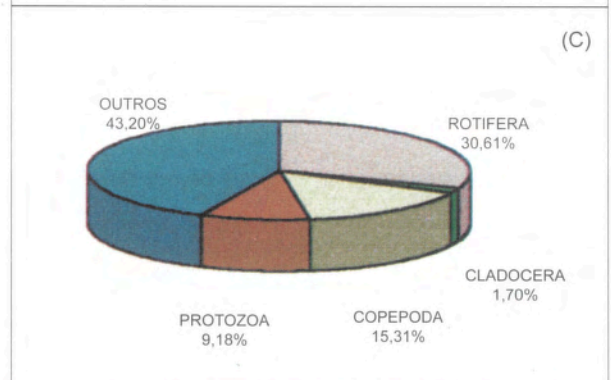
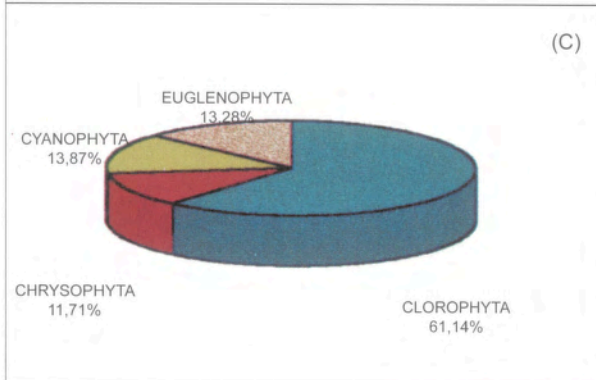
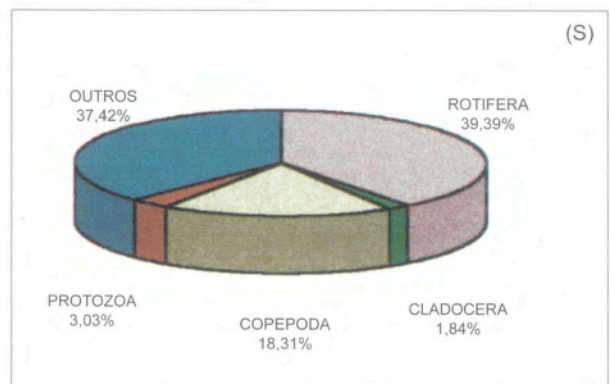
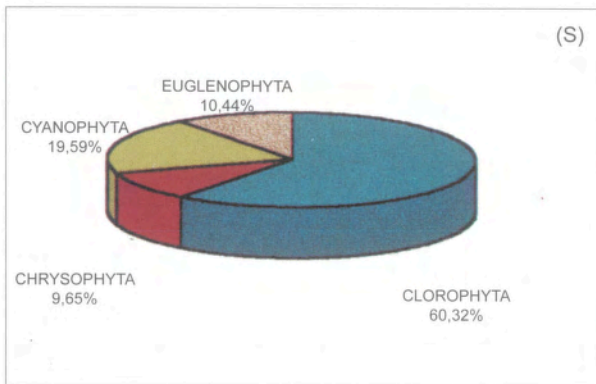


Gráfico 1 - Tanques fertilizados com (C) e sem (S) meio de macrófita para cultivo de larvas de tambaqui (*Colossoma macropomum*)
 NOTA: A - Porcentagem dos diferentes grupos fitoplancônicos consumidos pelas larvas de tambaqui; B - Porcentagem dos grupos zooplancônicos consumidos pelas larvas de tambaqui; C - Porcentagem de abundância dos grupos fitoplancônicos nos tanques; D - Porcentagem de abundância dos grupos zooplancônicos nos tanques.

Foto: Antônio Carlos de Souza



Figura 3 - Cultura hidropônica do Colégio Agrícola José Bonifácio - UNESP, Jaboticabal (SP)



Figura 5 - Casal de peixe japonês variedade "cabeça de leão" (lion head) com cauda dupla, durante a desova



Figura 6 - Macho de acará bandeira véu



Figura 4 - Biofiltro de macrófita aquática (*Eichhornia crassipes*)



Figura 7 - Tanques circulares de concreto utilizados no cultivo intensivo de peixes ornamentais na Zona da Mata Mineira

Foto: Lúcia Helena Sipúba-Tavares

A SUA CULTURA MERECE A MELHOR PROTEÇÃO >> >> + = \$

'Amistar' é o novo fungicida da Zeneca que controla preventivamente um amplo espectro de fungos com alta eficiência em doses muito mais baixas do que os fungicidas tradicionais. 'Amistar' tem baixa toxicidade e um favorável perfil ambiental. Apresentado em moderna formulação WG (grânulos dispersíveis em água) e com embalagens providas de dosadores, 'Amistar' é também muito prático de se dosar e utilizar no campo.

Amistar

A Evolução Natural dos Fungicidas

UM NOVO PADRÃO DE PROTEÇÃO EM MAIS E MAIS CULTURAS

CULTURAS	DOENÇAS	TRATAMENTO	DOSAGENS		VOLUME DE APLICAÇÃO l/ha
			g de produto comercial/ 100 l de água	g de produto comercial/ ha	
Tomate e Batata	Pinta preta (<i>Alternaria solani</i>)	Preventivo	8	80	600 A 1200
		Curativo	16	160	
Tomate	Septoriose (<i>Septoria lycopersici</i>)	Preventivo	8	80	600 A 1200
Feijão	Ferrugem (<i>Uromyces phaseoli</i>)	Preventivo	-	80-120	100 A 300
	Mancha Angular (<i>Isariopsis griseola</i>)	Preventivo	-	80-120	
	Antracnose (<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>)	Preventivo	-	120	
Cebola	Mancha Púrpura (<i>Alternaria porri</i>)	Preventivo	12 - 16	96 - 128	800
Alho	Mancha Púrpura (<i>Alternaria porri</i>)	Preventivo	12 - 16	96 - 128	800
Beterraba	Mancha de Cercospora (<i>Cercospora beticola</i>)	Preventivo	12 - 16	96 - 128	800
Morango	Mancha de Micosfarella (<i>Mycosphaerella fragariae</i>)	Preventivo	12 - 16	96 - 128	800
Pepino	Míldio (<i>Pseudoperonospora cubensis</i>)	Preventivo	12 - 16	96 - 128	800
Pimentão	Antracnose (<i>Colletotrichum gloeosporoides</i>)	Preventivo	12 - 16	96 - 128	800
Figo	Ferrugem (<i>Cerotelium fici</i>)	Preventivo	12 - 16	96 - 128	800
Uva	Míldio (<i>Plasmopara viticola</i>)	Preventivo	24	240	1000
Amendoim	Mancha Castanha (<i>Cercospora arachidicola</i>)	Preventivo	-	80-120	400
	Mancha Preta (<i>Cercospora personata</i> ou <i>Cercosporidium personatum</i>)	Preventivo	-		
Melão	Oídio (<i>Erysiphe cichoracearum</i>)	Preventivo	16	128	800
Melancia	Oídio (<i>Erysiphe cichoracearum</i>)	Preventivo	16	128	800
Café	Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>)	Preventivo	-	100	300 A 400
	Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>)	Preventivo	-		

01.021 - 02/00 - O logotipo 'Zeneca' e a marca 'Amistar' são de propriedade da Zeneca Limited - Londres, Inglaterra.



emergência médica 24h
0800 160210

ZENECA

AJUDANDO O AGRICULTOR A ALIMENTAR O MUNDO

Rua Prof. Manoelito de Ornellas, 303
São Paulo - SP - CEP 04719-040
Tel.: (11) 5643-2322

www.zenecaag.com

ADVERTÊNCIAS

PROTEÇÃO À SAÚDE HUMANA, ANIMAL E MEIO AMBIENTE

- Não permita que menores de idade trabalhem na aplicação.
- Mantenha afastadas das áreas de aplicação, crianças, animais domésticos e pessoas desprotegidas.
- Use Equipamentos de Proteção Individual (EPI's).
- Não coma, não beba e não fume durante o manuseio do produto.
- Não desentupa bicos, orifícios ou válvulas com a boca.
- Primeiros socorros e demais informações, vide o rótulo, a bula e a receita.
- Evite a contaminação ambiental, preserve a natureza.
- Não utilize equipamentos de aplicação com vazamentos.
- Não lave as embalagens ou equipamentos em lagos, fontes, rios e demais corpos d'água.
- Aplique somente as doses recomendadas.
- As embalagens vazias deverão ser enxaguadas três vezes e a calda resultante acrescentada à preparação a ser pulverizada (tríplice lavagem).
- Descarte corretamente as embalagens e restos de produto.
- Não reutilize as embalagens vazias.
- Periculosidade ambiental e demais informações, vide o rótulo, a bula e a receita.

LEIA ATENTAMENTE O RÓTULO, A BULA E O RECEITUÁRIO AGRÔNOMICO, E FAÇA-O A QUEM NÃO SOUBER LER.



CONSULTE SEMPRE UM ENGENHEIRO AGRÔNOMO. PRODUTO DE USO AGRÍCOLA. VENDA SOB RECEITUÁRIO AGRÔNOMICO.

Classificação Toxicológica (Ministério da Saúde) - Classe IV - Pouco Tóxico
Classificação de Potencial de Periculosidade Ambiental (IBAMA) - Classe III - Perigoso

* Doenças controladas, culturas e dosagens, consulte rótulo e bula do(s) produto(s).

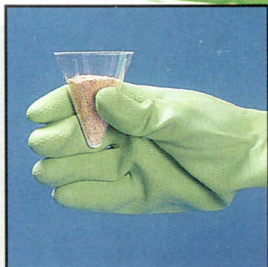


ZENECA

ISTO É 'AMISTAR':

Amistar®

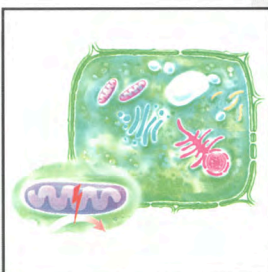
A Evolução Natural dos Fungicidas



Alta eficiência a baixas doses.



Baixa toxicidade e
favorável perfil ambiental.



Um novo modo de ação
no controle de fungos.



Um fungicida moderno,
de última geração.



**MAIOR PROTEÇÃO
>>> AGORA
>>> EM MÚLTIPLAS
CULTURAS**



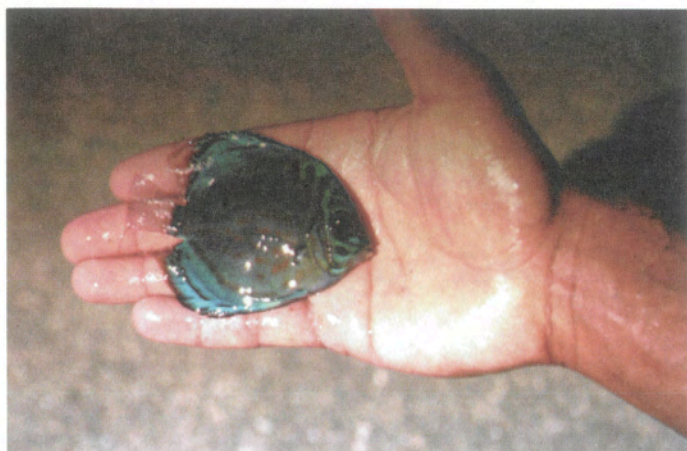


Figura 8 - Macho, jovem, de acará disco da variedade turquesa desenvolvida em Singapura

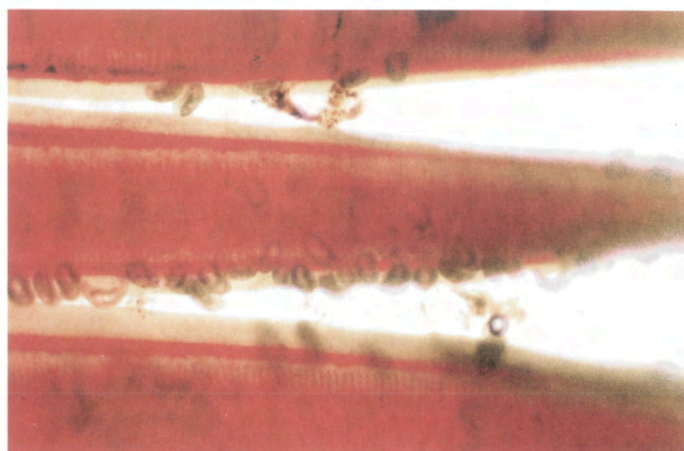


Figura 9 - Filamentos branquiais de *Piaractus mesopotamicus*, pacu, com alta infestação por Monogenéticos



Figura 10 - Espécimes de *Lernaea cyprinacea* aderidos à superfície do corpo de *Prochilodus lineatus*, curimba



Figura 11 - Lesões provocadas por *Aeromonas hydrophila* em *Leoporinus macrocephalus*, piaçu

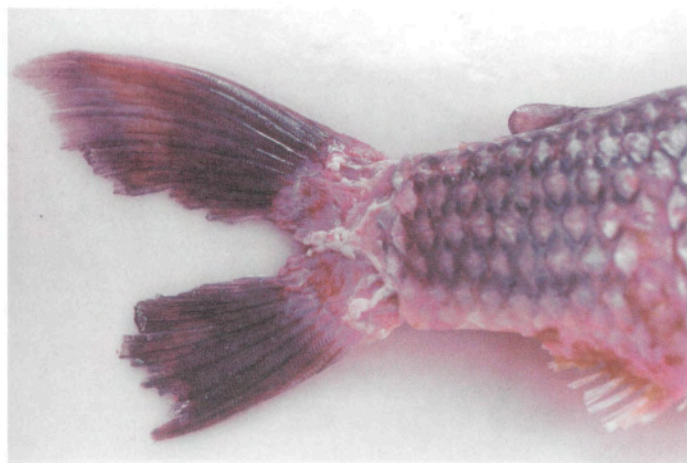


Figura 12 - Lesões provocadas por *Aeromonas hydrophila* em *Leoporinus macrocephalus*, piaçu



Figura 13 - Exoftalmia em *Oreochromis niloticus*, tilápia, provocada por infecção bacteriana

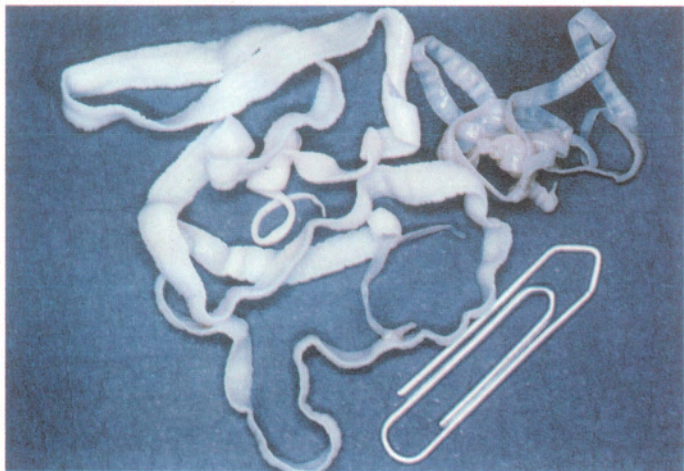


Figura 14 - *Monticellia coryphicephala*, cestóide parasita do intestino de *Salminus maxillosus*, dourado

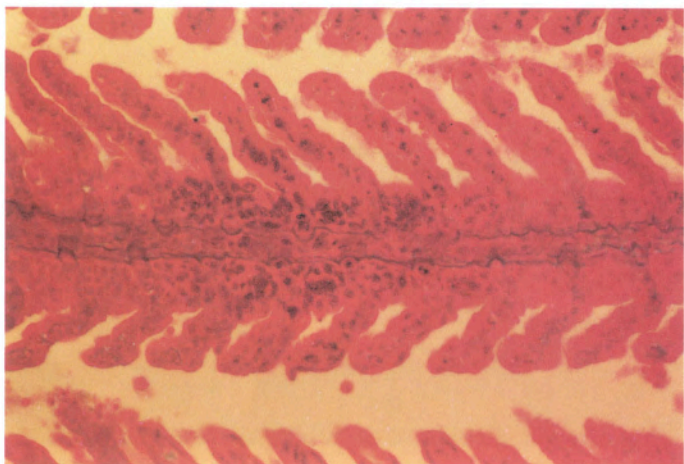


Figura 16 - Brânquia com moderada hiperplasia branquial sem haver completa fusão das lamelas secundárias

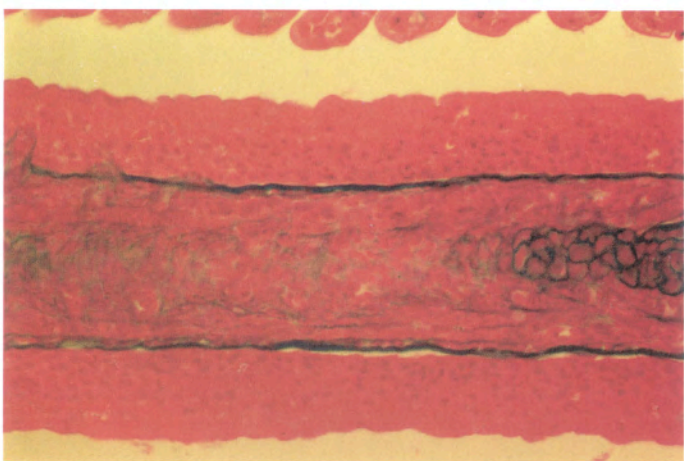


Figura 17 - Brânquia com hiperplasia acentuada resultando na completa fusão das lamelas secundárias

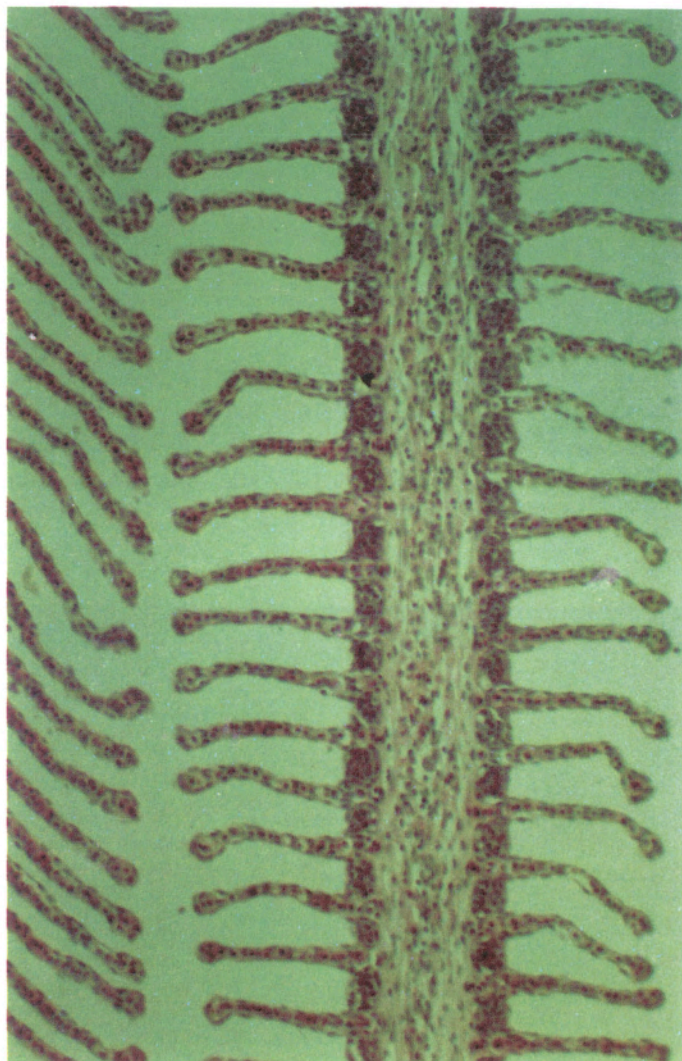


Figura 15 - Brânquia com constituição normal, observando-se as lamelas secundárias perfeitamente individualizadas



Figura 18 - *Piaractus mesopotamicus*, pacu, com o fungo *Saprolegnia* sp.

Construção de benfeitoria para piscicultura: viveiros e tanques

Sadaaki Sobue¹

Resumo - Importância da construção adequada de tanques ou viveiros para o manejo dos peixes, com conseqüente aumento da produtividade. São descritos fatores que devem ser levados em consideração, como: seleção do local, topografia do terreno, tipo e estrutura do solo, avaliação da quantidade e qualidade da água, dados meteorológicos, tipos de vegetação e feita uma análise em conjunto com outros fatores, tais como: espécies de peixes a serem cultivadas, sistemas de produção adotados, proximidade do mercado consumidor e elaboração de uma análise criteriosa da relação custo/benefício do empreendimento.

Palavras-chave: Construção; Tanques; Viveiros.

INTRODUÇÃO

Na atividade da aqüicultura, deve-se ter em mente, que ao elaborar um projeto, o profissional deve avaliar a disponibilidade dos recursos naturais, pois as alterações a serem feitas como: represamento das águas, estruturas do solo, desmatamentos das matas ciliares e o desvio das águas do seu curso natural, são ações de grande responsabilidade profissional. Deve-se sempre ter um conhecimento prévio da área de modo que a atividade venha a alterar o meio ambiente o mínimo possível, para que a nova situação proposta alcance o equilíbrio dinâmico e, dessa maneira, promova a continuidade da biodiversidade.

A construção de tanques ou viveiros é de fundamental importância para o manejo dos peixes e, conseqüentemente, para o aumento da produtividade.

A área onde se pretende construir tanques ou viveiros deve ser bem estudada do ponto de vista econômico, isto é, deve haver uma preocupação no sentido de identificar se aquela disponível não seria mais rentável com outra atividade como, empreendimentos agropecuários. Isto é necessário, pois a produção obtida pela atividade piscícola deverá compensar o capital inicial investido na infra-estrutura, além de administrar com critério o controle das despesas e receitas do empreendimento e, conseqüentemente, a elaboração de uma análise criteriosa da relação custo/benefício da atividade.

ELABORAÇÃO DO PROJETO

A partir da solicitação de um produtor para implantar um projeto de piscicultura, devem-se avaliar vários aspectos: localização da infra-estrutura da propriedade, as atividades agropecuárias, a mão-de-obra disponível, o nível tecnológico do produtor, os recursos financeiros de que dispõe e quais as intenções, necessidades e expectativas com o empreendimento a ser desenvolvido.

Antes de iniciar a construção, deve-se efetuar um planejamento de todas as etapas a cumprir. Os principais aspectos que devem ser levados em consideração são: topografia da área de implantação, o tipo de solo onde ele será executado, a avaliação qualitativa e quantitativa da água destinada ao abastecimento dos tanques ou viveiros e à vegetação local. Não se deve deixar de considerar ainda os dados meteorológicos (temperatura, precipitação, evaporação, umidade do ar, direção e intensidade dos ventos), que poderão influenciar inclusive nos parâmetros considerados, após o levantamento dos dados hidrológicos. Evidentemente, o reconhecimento e a seleção da área de implantação estarão, também, intimamente vinculados ao tipo de projeto, às espécies de peixes a serem cultivadas, ao manejo adotado e até à facilidade de acesso à comercialização.

Assim, após desmatamento e limpeza da área e com base na topografia, tipo de solo e características da bacia hidrográfica,

será possível estabelecer o *layout* do conjunto, isto é, a disposição dos tanques e/ou viveiros em função do ponto de captação de água, da avaliação dos serviços de terraplenagem e do dimensionamento das estruturas hidrológicas para abastecimento e drenagem, além do orçamento prévio das obras.

Seleção do local

A escolha do local é muito importante na implantação da piscicultura, assim como a proximidade de um mercado consumidor capaz de absorver toda a produção; existência de infra-estrutura, tais como rede elétrica, fornecedores de insumos, mão-de-obra especializada e de apoio; facilidade de acesso ao local; condições climáticas ideais para as espécies a serem criadas; águas abundantes e de boa qualidade; solo tipo argilo-arenoso e de topografia levemente inclinada.

Uma vez selecionada a área, faz-se o planejamento da construção. Se necessário, deve-se elaborar uma planta de construção, fazendo constar o dimensionamento e as disposições dos tanques ou viveiros, os canais de abastecimento e de escoamento, os galpões de serviços e de armazenamento de insumos, o laboratório e outras benfeitorias. Além disso, o local onde será construída a infra-estrutura deverá ser suficientemente elevado, a fim de não ser atingido por ocasião das enchentes.

Outro ponto importante a ser considerado na propriedade, onde se explora a

¹Eng^a Agr^a, M.Sc., Pesq. EPAMIG - FELP, Caixa Postal 47, CEP 367000-000 Leopoldina-MG.

piscicultura, relaciona-se com o esquema de segurança a ser instalado. Segurança não só em relação aos predadores irracionais (aves aquáticas, animais etc.) mas, principalmente, em relação ao homem mal-intencionado, o mais perigoso de todos os predadores.

Topografia

A forma do terreno influi diretamente no custo final da construção. Movimentações de terra encarecem a obra e requerem maiores investimentos na conservação das áreas de empréstimos.

Na maioria das vezes, deve-se aproveitar o máximo a forma e a declividade do terreno, fazer o levantamento planialtimétrico da área em questão e, a partir deste, projetar a dimensão e a disposição dos tanques ou viveiros de maneira que o movimento o mínimo de terra possível, para obter a máxima área em espelho d'água. A terra deslocada poderá ser usada para complementação dos aterros, ou seja, camadas de terra de boa qualidade com a finalidade de evitar futuras infiltrações e desestabilização do aterro que, por sua vez, deve ser bem compactado.

A configuração topográfica ideal é a escolha da área com declividade suave, ou seja, vale em forma de "V" aberto, para baratear a construção de barragem e escavações de tanques ou viveiros. Esta declividade deve estar na faixa de 2 a 5%, o que permitirá, também, construções de viveiros maiores em grande movimentação de terra, ou então construir barragens de captação de água com apenas alguns metros de altura e represar um amplo espelho d'água, a fim de possibilitar o suprimento de água aos tanques ou viveiros, principalmente, no período de escassez. Esta água ainda pode ser utilizada no viveiro de recria ou engorda.

O terreno deve ter uma declividade suficiente, para que os tanques ou viveiros possam ser abastecidos por gravidade. Outra maneira, é a construção de uma barragem, para que a água atinja altura necessária para abastecer os tanques ou viveiros por gravidade.

Nas áreas de meia-encosta, podem-se construir viveiros ou tanques escavados, desde que a tomada d'água esteja a uma altura suficiente para um abastecimento por gravidade. As várzeas apresentam um relevo plano e são ideais para construir viveiros semi-escavados, assim o custo final fica bem

reduzido. Existem os inconvenientes: necessitam de uma drenagem prévia, de maneira que possibilite o trabalho com tratores de esteiras ou de pneus; possuem tomada d'água baixa, necessitando de bombeamento, o que onera o custo operacional.

Solo

Deverá fazer inspeção no subsolo com estudos geológicos de sondagens em áreas previamente demarcadas, tendo como os mais simples a escavação de furo com utilização do trado de, aproximadamente, dois metros de profundidade, que permita a coleta de amostras de solo nos diversos horizontes e/ou perfis. Esta prática é recomendável, a fim de evitar a construção de tanque ou viveiro em solos arenosos, pedregosos ou turfosos, que, além de muito permeáveis, são pouco produtivos.

O terreno pode ter solo superficial ideal para construção, mas não se pode rebaixá-lo muito. Neste caso, faz-se o empréstimo de solo próximo ao local do aterro. Às vezes, o local de empréstimo, rebaixado com a retirada da terra, poderá ser transformado em um viveiro.

Os melhores solos para construção de tanques ou viveiros são os semi-impermeáveis (terra com 15 a 35% de argila), de pH neutro e fertilidade moderada, com níveis adequados de nitrogênio e fósforo que são os nutrientes limitantes à produção primária.

Água

A avaliação quali-quantitativa da água necessária para abastecimento e escoamento dos tanques ou viveiros é um dos fatores importantes para implantação de sistema de produção de piscicultura.

Qualidade da água

Quando a finalidade é a piscicultura, deve-se saber exatamente a composição da água, mediante análises feitas por órgãos competentes.

O piscicultor deve adotar práticas de manejo de qualidade da água, pois esta pode ser um fator limitante ao projeto, que garantirá a melhor produtividade das espécies de peixes criadas no local.

Os fatores que devem ser levados em consideração são:

- a) pH próximo do neutro ou levemente ácido: pH 6 a 9;

- b) temperatura ideal entre 2 e 4°C abaixo da temperatura ambiente, apesar de oscilar com as estações do ano. Resfriamento ou aquecimento artificial da água geralmente inviabiliza a operação da piscicultura. Deve-se ainda estar atento para o fato de os limites críticos de temperatura das várias espécies estarem no geral muito mais próximos das altas que das baixas temperaturas;

- c) origem das águas: é importante ter conhecimento de onde vem a água que irá suprir a necessidade da piscicultura. O ideal é a existência de um manancial hídrico dentro da propriedade, o que permite absoluto controle da qualidade. A água de poços geralmente apresenta pouca variação no fluxo sazonal e é isenta de organismos patogênicos, parasitas, predadores, peixes invasores, pesticidas, silte e outros contaminantes e poluidores. Entretanto, as águas profundas geralmente possuem teores muito baixos de oxigênio dissolvido e teores de gás carbônico e gases de nitrogênio muito elevados. Estes problemas podem ser facilmente contornados através de aeração da água nos viveiros ou tanques, ou decantação da água em um reservatório bem aerado e bem protegido;

- d) concentrações de sais e íons: o pH é muito importante no controle de toxicidade por metais, uma vez que as águas ácidas, geralmente, apresentam maiores concentrações de metais em suas formas solúveis, as quais são as mais perigosas. As fontes mais comuns desses metais na água são os processos de lixiviação, os efluentes de mineração, os esgotos domésticos e industriais e a poluição atmosférica. Os elementos mais tóxicos são o mercúrio e o cádmio, seguidos pelos cobre, cromo, alumínio, manganês e zinco.

Deve-se sempre levar em conta a vegetação ou o tipo de agricultura praticada na área de contribuição da bacia hidrográfica. Nos casos de vegetação nativa densa (mata), durante as chuvas, ocorre uma lavagem dos ácidos orgânicos presentes no húmus podendo, momentaneamente, alterar o pH da água. Já em áreas com agricultura intensiva, sem a devida conservação nas encos-

tas, por exemplo, curva de nível, ocorre o assessoramento e a contaminação na água dos tanques ou viveiros.

Quantidade de água

O suprimento local de água deve ser constante o ano todo, permitindo a reposição das perdas por evaporação, infiltração, abastecimento, drenagem dos tanques ou viveiros para manejo e sistemas de produção adotados.

De modo geral, de 10 a 15 litros por hectare de área inundada por segundo, são considerados uma boa vazão para a produção de peixes. Tal parâmetro é utilizado para espécies de peixes que não exigem água corrente para sua criação e engorda. No entanto, pode-se, também, tomar por base uma renovação diária de 5 a 10% de toda a água do tanque por dia, dependendo da densidade de estocagem, manejo alimentar e das condições locais. Apesar destas quantidades estipuladas, deve-se ter sempre em mente que é necessário canalizar o máximo possível de água para a piscicultura, pois no caso de emergência, somente a água é que solucionará o problema definitivamente. Por outro lado, existe a alternativa de utilização contínua ou de emergência de aeradores, nos períodos críticos do dia.

Ao avaliar o potencial de uma fonte de água, devem-se fazer previamente estudos hidrológicos da bacia, medindo a vazão de preferência no período da estação seca, pois, dessa maneira, pode-se projetar um reservatório e estimar a demanda do volume d'água suficiente para suprir os períodos mais críticos de estiagem. As barragens de captação de água são, na verdade, a base de um projeto em que se utiliza a água como fator de produção. Informações como: evaporação potencial e características da bacia hidrográfica e dos próprios moradores locais podem complementar e auxiliar na elaboração de um projeto.

Com relação à quantidade de água, deve-se, também, observar a possibilidade de ocorrer enchentes, principalmente, nos terrenos planos, o que inviabiliza o projeto.

TIPOS DE BENFEITORIAS

Distinguem-se dois tipos básicos de benfeitorias em piscicultura, os tanques e os viveiros, segundo o material de construção empregado e a finalidade.

Tanques e viveiros

Tanques são construídos em alvenaria

de tijolos, concreto, fibras de vidro, lona plástica ou de qualquer outro material disponível no mercado. São mais resistentes, de maior durabilidade e exigem pouca manutenção. O fundo pode ser de terra batida ou compactada ou revestido em concreto. As paredes são geralmente verticais formando um ângulo de 45°. Este tipo de construção só é aconselhável nos tanques de menor dimensão com finalidade para larvicultura, experimentos ou para cultivo de salmonídeos. As paredes são levemente inclinadas (em ângulo de 30°), com revestimento de tijolos maciços em espelho, ou ainda, lajes pré-moldadas de concreto adaptadas, o que reduz o custo de construção, pois exige menos mão-de-obra e gastos com materiais.

Entre os mais sofisticados estão os tanques de fluxo contínuo: *raceway*, tanques circulares de concreto ou em fibras de vidro, caracterizados pelo alto fluxo de água que passa pelo sistema. Visam principalmente a remoção de metabólitos, restos de alimentos, assim como aumentam a oxigenação na água. São usados em sistemas super-intensivos de engorda, para uma produtividade mais elevada.

Viveiros são escavados naturalmente, aproveitando a forma e a declividade do terreno. São também chamados de viveiros de derivação, porque são abastecidos por um canal de derivação que desvia a água do manancial hídrico ou de uma represa construída a montante. São mais apropriados para a piscicultura, porque apresentam uma série de vantagens: exibem condições mais próximas daqueles ambientes naturais em que os peixes vivem, facilitam o manejo deles, principalmente a sua captura. O abastecimento e o escoamento (drenagem) de cada tanque ou viveiro são independentes e podem ser controlados com maior eficiência; possuem melhor controle dos efluentes, manejo alimentar e fertilização da água.

As construções são menos onerosas, mas necessitam de maiores cuidados e constantes reparos e manutenções periódicas. Para evitar desmoronamentos, os viveiros, geralmente, apresentam as paredes inclinadas formando um ângulo de 45°, sendo que as bordas e os intervalos entre eles devem ser gramados. A grama deve-se aproximar da linha da superfície da água, o que confere maior estabilidade à construção.

O tamanho do tanque ou do viveiro depende de vários fatores: topografia do

terreno, finalidade, espécie de peixe a ser criada, sistemas de produção etc. De preferência, deve-se adotar a forma retangular, que facilita o manejo dos peixes. Qualquer que seja a forma, a entrada e a saída da água devem situar-se em margens opostas. A largura do viveiro ou tanque deve ser igual ou inferior a 50 metros, também para facilitar o manejo.

Tanques e viveiros pequenos são fáceis de manejar. Podem ser drenados e abastecidos rapidamente, feito o tratamento de doenças e eliminados facilmente os parasitas e predadores. O manejo e coleta de peixes são feitos com facilidade e o índice de mortalidade é mínimo. Tanques ou viveiros grandes permitem uma melhor ocupação do espaço disponível na propriedade, aliados a um menor custo de produção por unidade de área, e tendem a apresentar parâmetros de qualidade de água mais estáveis.

Quanto à finalidade, os tanques ou viveiros podem ser divididos em: de reprodução, reprodutores, alevinagem, crescimento, recria ou engorda e produção de plâncton.

Em tanques ou viveiros de reprodutores são estocados os peixes que serão destinados à reprodução. Não devem ser densamente povoados, de modo que possibilitem bom índice de crescimento. Essa construção deve apresentar dimensão entre 200 e 1.000m².

Os tanques ou viveiros de reprodução destinados ao manejo reprodutivo dos peixes em cativeiro, devem ter fundo de terra e área entre 50 a 100m².

Tanques ou viveiros de larvicultura e de alevinagem destinam-se ao cultivo de larvas e pós-larvas até o estágio de alevinos. Sua área varia de 200 a 500m². Devem apresentar um sistema eficiente de proteção contra os predadores aéreos, principalmente, pássaros.

Os tanques ou viveiros de plâncton não devem exceder a 200m² e têm a função de manter elevado e constante o nível de produtividade de microrganismos-alimentos, através de adubações periódicas, que possibilitarão alimentos naturais abundantes às pós-larvas e alevinos.

Viveiros ou tanques de crescimento, recria ou engorda são geralmente de maior dimensão com área entre 2.000 e 5.000m². Represas já construídas podem ser transformadas em viveiros de recria ou engorda e devem ter sistema de esvaziamento para permitir a despesca total dos peixes esto-

cados. A densidade de estocagem nestes viveiros ou tanques depende do manejo e do fluxo de água.

As dimensões e declividades dos diques devem ser determinadas de acordo com a profundidade da água, o tamanho do viveiro, as características do solo e o tipo de construção.

Com o mesmo critério adotado para construção da barragem do açude e talude do dique, deve-se proceder a uma sondagem preliminar do perfil do solo, com auxílio do trado, para se ter conhecimento das suas características. A permeabilidade e a consistência são fatores importantes para um bom aterro compactado.

Os procedimentos para construção dos diques são: limpeza do local, retirada da matéria orgânica e da camada arenosa do solo, levando a escavação até a camada mais firme e impermeável do solo. Em seguida, procede-se a compactação adequada da terra, evitando-se pedaços de madeira ou restos vegetais, os quais, se permanecerem no aterro, certamente criarão pontos vulneráveis à infiltração.

Quanto mais larga a crista, maior será a segurança. Pode-se estabelecer que a largura da crista não deve ser inferior à altura do dique. Para aquelas que venham a ser utilizadas como estradas para o transporte interno, deverão ter no mínimo 2,50 metros.

A largura da base depende do material de aterro a ser utilizado (Quadro 1). Com o uso de terra areno-argilosa, a inclinação do talude do dique a montante será de 3:1 e a jusante, 2:1 (Quadro 2).

Quando o viveiro estiver completamente cheio, a altura do dique na borda livre (diferença de cota, altura de segurança entre a altura da crista e a lâmina d'água) deverá ser de, no mínimo, 30cm e os diques de contenção terão uma altura de dois metros. Esta folga da borda livre é necessária, pois o dique, por acamamento, perde cerca de 10% de sua altura original. Os taludes internos e externos deverão ser protegidos com grama até o nível d'água.

É importante que na conclusão dos trabalhos de terraplenagem dos taludes e do fundo do viveiro, caso o teor de material impermeável não seja adequado, seja acrescentada uma camada de solo argiloso, tanto para a proteção como para evitar infiltração.

Para determinação da profundidade, devem-se considerar o clima local, a espécie a ser criada e o manejo dos peixes. A pro-

QUADRO 1 - Parâmetros da profundidade da água, empregados na construção de um viveiro

Profundidade da água do viveiro	Largura da crista ou coroamento do dique	Borda livre
1,00 - 1,50	1,80 - 2,00	0,30 - 0,40
1,50 - 1,70	2,00 - 2,50	0,40 - 0,50
1,70 - 2,00	2,50 - 3,00	0,50 - 0,60

FONTE: Proença & Bittencourt (1994).

QUADRO 2 - Parâmetros dos tipos de solo empregados na construção de um viveiro

Tipos de Solos	Talude Interno	Talude externo
Areno-argiloso	3:1 - 2,5: 1	2:1 - 1,5: 1
Silto-argiloso	2,5:1 - 2:1	1,5:1 - 1:1
Argiloso	2:1 - 1:1	1:1

FONTE: Proença & Bittencourt (1994).

fundidade ideal dos tanques ou viveiros está entre 0,80 e 1,20m. Isso garante a penetração da luz solar até o fundo, aumentando a produção primária. Em regiões onde o frio é mais intenso, tanques ou viveiros devem ter uma profundidade entre 2 e 3,5m, que vai funcionar como refúgio e prevenir a mortalidade dos peixes por congelamento. Tanques e viveiros muito rasos causam problemas, como: susceptibilidade dos peixes às variações de temperatura; desenvolvimento de plantas aquáticas, devido à intensa incidência de luz no fundo e menor densidade de estocagem de larvas e alevinos.

O fundo do viveiro deve ser totalmente limpo e nivelado, evitando-se que se formem depressões, pois no momento da pesca poderão servir de refúgio aos peixes, devido ao acúmulo de água residual. O fundo do viveiro ou tanque deve ter um declive para que ocorra o esvaziamento total. No caso do viveiro, este declive deverá ser bastante suave, 1% em média, a fim de evitar que, no processo de esvaziamento, a terra do fundo seja arrastada em grande quantidade para a tubulação de esvaziamento.

Na saída d'água deve ser feita uma caixa de coleta cimentada com a finalidade de servir de refúgio para os peixes e também para facilitar a captura deles, quando do processo de esvaziamento total. Esta caixa é construída na parte mais profunda do tanque ou viveiro junto à comporta de esvaziamento, podendo, neste caso, ser opcional. Muitas vezes, essa caixa pode ser construída externamente aos viveiros, para que atenda a dois ou mais deles, de

forma a facilitar os trabalhos operacionais.

Sistema de abastecimento de água

Para um abastecimento controlado de água em viveiros ou tanques, deve ser verificado e analisado o manancial, identificando o ponto de captação e o trajeto do canal de abastecimento ou derivação. Sempre que possível, o abastecimento deve ser feito por gravidade.

A tomada d'água deve preencher os seguintes requisitos: permitir um controle total sobre o volume de água a ser captado; captar água sempre a favor da correnteza, nunca diretamente em oposição a ela; captar a água abaixo do nível mínimo do curso d'água em função da época da estiagem; possuir um sistema de proteção (tela ou filtro de pedra e areia grossa), para evitar a entrada de peixes indesejáveis; manter o canal de derivação acima do nível ou cota máxima do tanque ou viveiro.

Quando o local do ponto de captação d'água não for suficientemente elevado, de forma que venha a propiciar o abastecimento do viveiro ou tanque pela ação da gravidade, poderá ser utilizado o artifício de elevar o nível de água no local onde será feita a tomada, através da construção de barragem de terra.

A utilização do sistema de bombeamento deve ser evitada, devido ao alto custo operacional, ao consumo de energia, manutenção e prejuízo da qualidade de água, pois o processo de centrifugação pode matar grande parte do plâncton existente.

O sistema de abastecimento mais comumente usado é o de canal a céu aberto. É um sistema de fácil manutenção e permite a oxigenação da água desde a sua tomada até a sua chegada no tanque ou viveiro. Normalmente, esses canais são constituídos de diferentes tipos de materiais ou substratos (terra, alvenaria, concreto, madeira, etc.), os quais apresentam diferentes valores de resistência (atrito) sobre a água em movimento, além de apresentar menores ou maiores perdas de água por infiltrações e evaporação. Quanto mais regular e lisa for a superfície do fundo e das paredes dos canais maior será o fluxo d'água em função do seu perímetro.

O abastecimento pode ser feito com tubos de PVC que, além de serem mais duráveis, favorecem a distribuição de água em terrenos mais acidentados e proporcionam menores perdas por infiltração e eva-

poração. O inconveniente do uso de tubulações é não permitir inspeções periódicas e completas e aeração e liberação de gases (como oxigênio) deficientes ao longo de seu percurso até os tanques ou viveiros.

Os canais de abastecimento devem ter uma declividade suave, normalmente de 0,2 a 0,5%, garantindo menor velocidade da água. A entrada de água deve ser de 0,30 a 0,50m acima do nível mais alto da crista de tanque ou viveiro, para que a queda d'água proporcione uma melhor aeração.

O canal de abastecimento deve passar perpendicularmente, ao lado do tanque ou viveiro, sendo a água conduzida, através de tubo de PVC. A vazão pode ser controlada por uma comporta de madeira instalada em uma caixa de derivação, geralmente de concreto ou de alvenaria, construída ao lado do canal, que dá entrada ao tubo de abastecimento, devendo alcançar pelo menos 1m para dentro do viveiro, e não causar erosão nas paredes laterais. Internamente, na extremidade do tubo, poderá ser instalado um coador confeccionado com tecido de náilon, a fim de evitar a entrada de predadores indesejáveis através do canal de abastecimento.

As dimensões do canal dependem da vazão de água que ele irá conduzir. Assim, o canal principal de abastecimento deverá possuir dimensões que permitam atingir o parâmetro da quantidade mínima de água exigida que é o de 10 a 15 l/s/ha de área inundada, considerando que essa vazão será capaz de abastecer toda a área alagada planejada, dando suporte ao sistema de produção adotado. Não se deve esquecer de computar na altura do canal uma borda livre de, no mínimo, 1/3 da altura da lâmina d'água máxima prevista, a ser utilizada no caso de emergência.

Sistema de escoamento da água

O tamanho do viveiro ou tanque e os recursos financeiros determinarão o sistema mais adequado ao esgotamento d'água. Qualquer dispositivo de esvaziamento deve obedecer às seguintes regras básicas: o dreno deve ser colocado na parte mais profunda do tanque ou viveiro, de modo que assegure um escoamento total; o sistema de esvaziamento deve ter capacidade de vazão suficiente para evitar o transbordamento pelo dique, evitando a aeração deles; no controle de nível, o excesso de água deve ser eliminado pelo fundo, onde se en-

contram as águas mais pobres em oxigênio; o dispositivo deve possuir tela de proteção, para evitar a fuga de peixes estocados.

O melhor sistema que atende às exigências, é aquele em vasos comunicantes, monge ou caixa de controle de nível. Trata-se de uma estrutura de forma vertical em concreto ou alvenaria, cuja seção horizontal tem a forma de um U, com abertura voltada para dentro do viveiro ou tanque. Este sistema é de fácil operação e muito eficiente. Além de permitir esvaziamento total, serve para manter o nível da água, não havendo o perigo de transbordamento ou rupturas dos diques, e também para renovar a água do fundo que é mais pobre em oxigênio dissolvido, com detritos e restos de alimento em decomposição que, geralmente, produzem gases tóxicos que afetam o bom desenvolvimento dos peixes.

A base do monge deve ser construída em terreno firme, ligeiramente abaixo do ponto mais profundo do viveiro ou tanque, e a uma certa distância da base do dique do viveiro, para que não seja obstruído por eventuais desmoronamentos. Também, pode ser instalado na parte externa do viveiro.

O monge possui uma parede dorsal e duas laterais com três ranhuras verticais, internas, ou canaletas verticais de ferro, distanciadas cerca de 0,10 a 0,2m uma da outra. Nestas ranhuras são sobrepostas tábuas de madeira, vedando hermeticamente o monge, com auxílio de terra e de argila colocadas entre duas linhas de tábuas. Na base da primeira série de tábuas, são colocadas uma grade e uma tela, cuja função será de reter os peixes do viveiro ou tanque. O nível de água do viveiro ou tanque será determinado pela altura das séries de tábuas (comportas).

Na parte externa da parede dorsal da caixa de escoamento será acoplada a canalização de drenagem (escoamento), que atravessa o talude do dique e termina no canal de escoamento. Após a abertura do "molde" do canal no corpo do talude, instala-se a tubulação, que deve ser assentada em base bem compactada, para evitar desvios ou rupturas que possam facilmente provocar uma falha no dique. Uma boa medida consiste em colocar reforços de concreto, envolvendo a canalização a cada 2,5m, promovendo assim uma maior base de sustentação.

O cálculo de dimensionamento do monge será em função do diâmetro do tubo

ou canalização de escoamento. Recomenda-se que essa canalização seja de concreto ou de PVC, de boa qualidade para suportar as pressões internas exercidas pela água. É importante também, que a capacidade de drenagem (escoamento) da tubulação seja maior que a do abastecimento.

Canal de escoamento ou drenagem de água

O canal de escoamento é a estrutura hidráulica que se destina a receber as águas provenientes do esvaziamento dos viveiros ou tanques e conduzi-las a um reservatório de decantação antes de desaguar novamente no leito do rio.

Os canais de escoamento podem ser construídos em concreto, alvenaria revestida ou em terreno natural a céu aberto. Neste último caso, desde que o terreno seja impermeável, deve-se proceder o plantio de grama para proteção vegetal do talude. Se o terreno não for impermeável, é aconselhável o revestimento do perímetro úmido com lajes de pedra ou de concreto pré-moldado, ou, então, com tubulação de drenagem subterrânea, a qual deve ser intercalada por poços de visita ou de inspeção.

Quando a canalização de esvaziamento dos viveiros ou tanques tem sua extremidade muito próxima do curso d'água, torna-se desnecessária a construção de canais de escoamento, bastando apenas uma pequena correção do terreno no local, que permita a adaptação do canal, construindo-se uma caixa de coleta de peixes.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

PROENÇA, C.E.M. de; BITTENCOURT, P.R.L. **Manual de piscicultura tropical**. Brasília: IBAMA, 1994. Cap. 3: A construção de instalações para piscicultura, p.80-114.

BIBLIOGRAFIA

ALBUQUERQUE FILHO, G.C. de. **Piscicultura continental**. Belo Horizonte: Vega, 1977. p.83-95: Tanques.

CASTAGNOLLI, N.; CYRINO, J.E.P. **Piscicultura nos trópicos**. São Paulo: Manole, 1986. Cap. 5: Construção de tanques e viveiros, p.57-67.

CYRINO, J.E.P.; KUBTIZA, R. **Piscicultura**. Brasília: SEBRAE, 1999. Cap. 3: A construção de benfeitorias para aqüicultura, p.45-33.

GALLI, L.F.; TORLONI, C.E.C. **Criação de peixes**. São Paulo: Nobel, 1984. Cap. 5: Instalações para cultivo intensivo, p.53-73.

RIBEIRO, R.P. **Implantação de uma piscicultura**. Maringá: AZOPA/UEM, 1997. 23p. (AZOPA. Comunicação Técnica).

Aspectos higiênico-sanitários na produção de peixes

Maria Christina Sanches Muratori¹
 Lincoln Pimentel Ribeiro²
 Mário Olindo Tallarico de Miranda³
 Luciene Corrêa Lima⁴
 Eve Duarte Holanda⁵
 Bruno Machado Queiroz⁶
 Eduardo Maldonado Turra⁶

Resumo - Devido à redução dos recursos pesqueiros, está havendo incentivo mundial para produção de animais aquáticos utilizados para alimentação humana. Neste sentido, é necessário que sejam pesquisadas formas de oferecer aos consumidores produtos de boa qualidade higiênica e sanitária. Peixes, em geral, refletem a qualidade microbiológica do ambiente em que habitam. Desta maneira, animais provenientes de águas contaminadas podem transmitir aos consumidores toda a microbiota existente em seus corpos. Dentre os gêneros bacterianos predominantemente encontrados em ecossistemas limnológicos tropicais destacam-se: *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Cytophaga*, *Vibrio*, *Achromobacter*, *Proteus*, *Enterobacter*, *Streptococcus*, *Escherichia*, *Bacillus* e bactérias corineformes, além de outras potencialmente patogênicas ao homem que podem ser associadas ao consumo de peixes. Dentre elas estão: *Salmonella* spp., *Shigella*, *Streptococcus*, *Leptospira*, *Clostridium*, *Staphylococcus*, *Mycobacterium*, *Erysipelothrix*, *Francisella*, *Yersinia enterocolitica*, *Vibrio* e *Aeromonas*. Recentemente *Edwardsiella tarda*, conhecida como patogênica para peixes, tem sido considerada emergente nas enfermidades transmitidas através de alimentos. Assim, é fundamental a observação de boas práticas de manipulação para produção de peixes, como profilaxia de problemas de saúde para piscicultores, manipuladores e consumidores em geral.

Palavras-chave: Piscicultura; Higiene; Contaminação; Saúde pública.

INTRODUÇÃO

Para atender às necessidades ecológicas, econômicas e sociais, tem havido interesse mundial em estimular a aquicultura, através de implementação de técnicas utilizadas com sucesso em vários países do mundo, para cultivo de espécies comerciais.

A piscicultura ainda tem sido estimulada no Brasil e em outros países como forma alternativa para aproveitamento de dejetos e sobras de outras culturas, empre-

gando-se técnicas primitivas, sem maiores preocupações com o meio ambiente, com a produtividade e a qualidade sanitária dos peixes.

Os viveiros de piscicultura funcionariam como um reservatório de dejetos, no qual os produtores “esconderiam debaixo do tapete” os resíduos de suas produções, utilizando os peixes e demais animais aquáticos como se fossem depuradores ambientais. A proposta parece tentadora: jogue seus resíduos na água e produza

proteína de boa qualidade.

Os dejetos de suínos também têm sido mundialmente utilizados em piscicultura como fertilizantes e alimentação direta (Zoccarato et al., 1995). Muitas vezes, a adição de dejetos na água é feita de forma irresponsável, sem orientação técnica, simplesmente pela informação de um amigo ou vizinho, utilizando quantidades muito acima das recomendadas (Proença & Bittencourt, 1994).

Desta maneira, a utilização de dejetos

¹Veterinária, Dr^a, Prof^a Assist. UFPI - Centro de Ciências Agrárias, Campus da Socopo, Teresina-PI.

²Veterinário, Dr., Prof. Adj. UFMG - Escola de Veterinária, Caixa Postal 567, CEP 30123-970 Belo Horizonte-MG.

³Biólogo, M.Sc., Ibama-MG, Caixa Postal 1304, CEP 30110-120 Belo Horizonte-MG.

⁴Veterinária, M.Sc., Doutoranda Ciência Animal, UFMG - Escola de Veterinária, Caixa Postal 567, CEP 30123-970 Belo Horizonte-MG.

⁵Veterinária, Mestranda Medicina Veterinária Preventiva, UFMG - Escola de Veterinária, Caixa Postal 567, CEP 30123-970 Belo Horizonte-MG.

E-mail: eveholan@hotmail.com

⁶Veterinário, Mestrando Produção Animal, UFMG - Escola de Veterinária, Caixa Postal 567, CEP 30123-970 Belo Horizonte-MG.

produzidos em agroindústrias de forma indiscriminada pode causar desequilíbrio ecológico (Perdomo, 1996). Entretanto, técnicos procuram desenvolver formas de manejo para que ocorra aproveitamento racional dos restos de produção, com rendimento e lucratividade (Bruggi & Bonezzi, 1995). Uma das maneiras utilizadas para aproveitamento de fezes de suínos é o seu uso na agropecuária como adubo e como ração para bovinos (Boi..., 1994).

RISCOS SANITÁRIOS

Um risco provável da utilização de fezes em piscicultura é a incorporação de microrganismos patogênicos ao homem e de contaminação fecal na microbiota dos viveiros, podendo acarretar poluição e perigo sanitário (Silva & Lima, 1996). Ambientes hídricos equilibrados possuem microbiota própria, que favorece a manutenção da vida de todos os seres, através de delicado sistema ecológico.

Dentre os gêneros bacterianos predominantemente encontrados em ecossistemas limnológicos tropicais destacam-se: *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Cytophaga*, *Vibrio*, *Achromobacter*, *Proteus*, *Enterobacter*, *Streptococcus*, *Escherichia*, *Bacillus* e bactérias corineformes (Little & Muir, 1987).

A ocorrência de coliformes fecais em peixes fluviais reflete os níveis de poluição causados por animais na água. Devido ao contato íntimo com as águas, a microbiota presente na superfície corporal dos peixes, brânquias e tubo digestivo está relacionada qualitativa e quantitativamente com aspectos microbiológicos do ambiente (Tietjen & Fung, 1995). Assim, peixes capturados em ambientes poluídos por esgotos e dejetos em geral, albergam indicadores de poluição fecal e microrganismos patogênicos (Eves et al., 1995).

Em levantamento epidemiológico sobre enfermidades entéricas infecciosas, realizado nos Estados Unidos, constatou-se que 75% dos casos relatados foram provocados por *E. coli* proveniente de águas contaminadas (Hass et al., 1997).

Nas fezes de suínos podem veicular diversas bactérias potencialmente patogênicas, entre elas a *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. e demais espécies pertencentes à família das enterobactérias,

contaminando a água, a ração, os equipamentos, o ambiente em geral e, conseqüentemente, os peixes (Berends et al., 1996).

Os suínos com salmonelose manifestam sintomatologia de enterite ou tornam-se portadores assintomáticos e, em ambos os casos, ocorre eliminação de *Salmonella* spp. nas fezes, disseminando bactérias no ambiente após cada evacuação. Salienta-se que esta doença é considerada uma zoonose (Perdomo, 1996).

Bactérias como *Edwardsiella tarda* podem ocasionar enfermidades transmitidas através de alimentos (Doyle, 1989), sendo que, em peixes, causa a chamada septicemia dos peixes tropicais. Manifesta-se principalmente no verão, quando a água apresenta temperaturas médias de 30°C (Pavanelli et al., 1998), ou em temperaturas baixas (10-18°C), quando elevados teores de matéria orgânica estão presentes (Noga, 1995). Condições de estresse também podem desencadear sintomas nos peixes (Pavanelli et al., 1998).

Apesar de ser considerada bactéria de animais de sangue frio, pode acometer mamíferos, inclusive o homem, por via oral, causando principalmente gastroenterite (Bernoth, 1991) e, ocasionalmente, meningite, infecção renal e abscesso no fígado (Noga, 1995).

A transmissão de enfermidades entéricas após consumo de alimentos a base de pescado pode estar relacionada com a ingestão de peixes contaminados no ambiente hídrico e/ou por manipulação inadequada (Pal & Gupta, 1992). Dentre as bactérias potencialmente patogênicas que podem ser associadas ao consumo de peixes, destacam-se: *Salmonella* spp., *Shigella*, *Clostridium*, *Leptospira*, *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Mycobacterium*, *Erysipelothrix*, *Francisella*, *Yersinia enterocolitica*, *Vibrio* e *Aeromonas* (Tietjen & Fung, 1995).

PROCESSAMENTO

Com o advento da piscicultura, os peixes podem ser abatidos utilizando técnicas que diminuam os riscos de contaminação, tais como depuração dos peixes vivos em água limpa e morte por choque térmico com utilização de gelo. O processo de depuração consiste em deixar os animais vivos sem alimentação, em tanques contendo água

limpa circulante para reduzir a contaminação superficial, assim como o esvaziamento do tubo digestivo. Esta técnica é bastante empregada em moluscos bivalves, que são submetidos à depuração por, aproximadamente, 72 horas, em fluxo que varia de 0,5 a 5 litros de água/hora/ ostra, para redução de 98% de coliformes fecais (Richards, 1991).

Em carpas contaminadas artificialmente por *Salmonella typhimurium* foi possível isolar as bactérias presentes e viáveis no trato intestinal, mesmo após 29 dias em depuração (Bocek et al., 1992), o que prova que a musculatura dos peixes pode ser contaminada na ocasião da evisceração.

Na rotina de indústrias de pescado, se os peixes não forem convenientemente lavados com água hiperclorada após a captura, durante a fase de evisceração pode ocorrer contaminação da musculatura por microrganismos presentes nas vísceras, brânquias e superfície corporal, possivelmente pela utilização de facas e equipamentos mal-higienizados (Nickelson II & Finne, 1992).

De modo geral, atitudes rotineiras como lavar os peixes com água clorada e limpa na recepção de indústrias de pescado, favorecem a remoção de mucosidade e sujeira, assim como parte da contaminação superficial. Porém, os microrganismos presentes no tubo digestivo e nas brânquias permanecem aderidos, favorecendo a contaminação dos filés nas etapas tecnológicas seguintes. Foi verificado por Cornejo Mujicai (1988), que a microbiota presente nas brânquias é a mais importante para veiculação de bactérias patogênicas para a musculatura dos peixes.

Peixes são recomendados para alimentação humana por fornecerem proteína que contém todos os aminoácidos essenciais, tecido conjuntivo frágil, lipídios compostos principalmente de ácidos graxos insaturados, vitaminas e sais minerais. Estas características nutricionais favorecem o desenvolvimento microbiano. Após o abate, se não houver armazenamento adequado, a microbiota original e a que foi acrescentada durante a manipulação acelerarão o processo de deterioração com conseqüente redução da vida útil de prateleira.

Preocupada com o modelo de piscicultura adotado em Minas Gerais e em outros

Estados, a Escola de Veterinária da UFMG vem desenvolvendo trabalhos, que visam caracterizar a microflora presente em ambientes de criação de peixes consorciados com suínos e nos próprios peixes.

Recentemente mostraram que há contaminação com enterobactérias, como *Salmonella* spp., *Edwardsiella tarda*, *Escherichia coli*, *Morganella morgana*, *Citrobacter* spp., *Enterobacter* spp., *Proteus* spp., *Serratia* spp., *Klebsiella* spp., além de *Pseudomonas* spp. e *Alcaligenes* spp. Todas são potencialmente patogênicas ao homem e aos outros animais⁷.

Ainda foram desenvolvidos trabalhos que visam determinar o tempo mínimo de depuração e o teor de cloro adequado à lavagem dos peixes que serão utilizados para consumo. Preliminarmente, constatou-se que é necessário um período mínimo de 72 horas para depuração, seguido de abate por choque térmico, com no mínimo 10 ppm de cloro livre por 30 minutos, para se obter redução dos microrganismos.

Antes do abate, os peixes devem ser submetidos à depuração em sistema de renovação de água microbiologicamente limpa, sem alimentação, pelo menos 72 horas em tanque de material inerte (fibra de vidro, PVC), próprio para esta operação. Esta medida, como foi salientado, visa esvaziar os intestinos pela redução da quantidade de fezes, diminuindo o volume ocupado pelas vísceras. Esta etapa é importante, porque reduz a chance de rompimento do intestino durante a evisceração.

Os animais que foram submetidos à depuração podem ser abatidos higienicamente na propriedade, ou então transportados vivos em água limpa para um entreposto ou indústria pesqueira.

No momento do abate, a manipulação dos peixes deve ser a menor possível. Ao serem retirados do tanque de depuração, eles devem ser imediatamente submetidos ao abate. Deste modo, ficarão insensibilizados por choque térmico, quando ocorre vasoconstrição periférica e concentração do sangue nas brânquias. Logo após, eles deverão ser sangrados através do corte das brânquias. Na seqüência, os peixes serão eviscerados. Entre as operações, as carcaças devem ser lavadas com água hiper-

clorada e mantidas em gelo fundente.

Os peixes, portanto, podem representar riscos para a saúde do consumidor. Porém, adotando-se práticas adequadas e seguindo as orientações sobre abate tecnicado, a manutenção das carcaças e filés estocados em temperaturas de preferência abaixo de -20°C (valores próximos aos obtidos em congeladores domésticos - freezer), pode-se consumir este produto de alto valor nutricional sem maiores preocupações.

Recomenda-se ainda que os peixes sejam consumidos de preferência após o cozimento. Na medida do possível, deve-se evitar ingerir peixes crus.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERENDS, B. R.; URLINGS, H. A. P.; SNIJDERS, J. M. A.; KNAPEN, F. van. Identification and quantification of risk factors in animal management and transport regarding *Salmonella* spp in pigs. *International Journal of Food Microbiology*, v.30, p.37-53, Jan. 1996.
- BERNETH, E. M. Risk assessment of bacterial infection from consumption of freshwater fish. *Bundesgesundheitsblatt*, v.34, n.1, p.6-8, 1991.
- BOCEK, A. J.; BRRADY, Y. J.; ROGERS, W. A. Exposure of silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix*, to *Salmonella typhimurium*. *Aquaculture*, Amsterdam, v.103, p.9-16, May 1992.
- BOI adubado. *Globo Rural*, São Paulo, v.9, n.103, p.9-11, maio 1994.
- BRUGGI, D.; BONEZZI, A. Suini e ambiente, possono andare d'accordo. *Rivista di Suinicoltura*, Bologna, v.9, p.21-24, 1995.
- CORNEJO MUJICAI, P. I. Avaliação da qualidade organoléptica, química e microbiológica de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), mantida a temperatura ambiente e sob gelo. Viçosa: UFV, 1988. 74p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- DOYLE, M. P. *Foodborne bacterial pathogens*. New York: Marcel Dekker, 1989. 796p. (Food Science Technology, 31).
- EVES, A.; TURNER, C.; YAKUPITIYAGE, A. The microbiological and sensory quality of septage-raised Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, Amsterdam, v.132, p.261-272, 1995.
- HASS, C. N.; ROSE, J. B.; GERBA, C. P.;

CROCKETT, C. S. What predictive food microbiology can learn from water microbiology; methods used for the assessment and control of microbial risks from drinking water can be applied to food risks as well, but a substantial database is needed. *Food Technology*, Chicago, v.51, n.4, p.91-94, Apr. 1997.

LITTLE, D.; MUIR, J. *A guide to integrate warm water aquaculture*. Stirling: Institute de Aquaculture, 1987. 237p.

NICKELSON II, R.; FINNE, G. Fish, crustaceans and precooked seafoods. In: COMPENDIUM of methods for the microbiological examination of foods. 3. ed. Washington: American Public Health Association, 1992. 1219p.

NOGA, E. J. *Fish disease*. Missouri: Mosby, 1995. 367p.

PAL, D.; GUPTA, C. Microbial pollution in water and its effects on fish. *Journal of Aquatic Animal Health*, v.4, n.1, p.32-39, Jan. 1992.

PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M. *Doenças de peixes: profilaxia, diagnósticos e tratamentos*. Maringá: UEM - Nupelia, 1998. 264p.

PERDOMO, C. C. Impacto da suinocultura sobre o meio ambiente. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DE SUÍNOS, 2, 1996, Campinas. *Anais...* Campinas: ITAL, 1996. p.87-97.

PROENÇA, C. E. M.; BITTENCOURT, P. R. L. *Manual de piscicultura tropical*. Brasília: IBAMA, 1994. p.114-131.

RICHARDS, G. P. Shellfish depuration. In: WARD, D. R.; HACKNEY, C. *Microbiology of foods products*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. p.395-428.

SILVA, N. R.; LIMA, A. M. C. Aspectos sanitários da criação de tambaqui, *Colossoma macropomum*, em consorciação com suínos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 9, 1996, Sete Lagoas. *Resumos...* Sete Lagoas: Fundação Educacional Monsenhor Messias, 1996. p.156.

TIETJEN, M.; FUNG, D. Y. C. Salmonellae and food safety. *Critical Reviews in Microbiology*, Boca Raton, v.21, n.1, p.53-83, Jan. 1995.

ZOCCARATO, I.; BENATTI, G.; CALVI, S. L. Use of pig manure as fertilizer with and without supplement feed in pond carp production in Northern Italy. *Aquaculture*, Amsterdam, v.29, p.387-390, 1995.

⁷Dados preliminares que fazem parte da tese de doutorado de Maria Christina Sanches Muratori, uma das autoras deste artigo.

Piscicultura em recirculação: uma tendência inevitável

Lincoln Pimentel Ribeiro¹
Mário Olindo Tallarico de Miranda²
Luciene Corrêa Lima³

Resumo - Com a real ameaça da escassez de água no mundo e a crescente demanda por organismos aquáticos como opção de alimento, surge a necessidade de avaliar os sistemas de produção ora existentes e de buscar a criação ou o aprimoramento de tecnologias que permitam produzir peixes, utilizando quantidades menores de água. O sistema de recirculação, com suas características peculiares, destaca-se como um dos sistemas que conjuga produções em escala comercial, próximas aos grandes centros consumidores, com economia de espaço e água. É considerado um método ambientalmente correto, já que pode apresentar descargas de efluentes perto de zero, aspecto altamente desejável para um desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Piscicultura; Recirculação; Produção comercial.

INTRODUÇÃO

A criação de animais aquáticos tem recebido considerável atenção dos setores públicos e privados como um novo agribusiness capaz de diversificar as economias agrícola e pesqueira de países desenvolvidos e em desenvolvimento (Timmons & Losordo, 1994). Segundo Tundisi (1996), o desenvolvimento adequado da aquicultura é uma prioridade nacional, sendo que, para a realização de um Programa Nacional de Aquicultura, é necessário o estabelecimento de bases científicas muito firmes, principalmente com uma produção de conhecimento voltada para espécies nativas e passíveis de produção em larga escala.

Nesse sentido, é importante destacar que a escolha das espécies, assim como o sistema de produção adotado, é ponto crucial e determinante para um bom resultado na piscicultura, do mesmo jeito que ocorre em outras atividades. É preciso distinguir os inúmeros sistemas e suas características. Para tal, algumas questões merecem ser consideradas antes de implementar uma piscicultura. As espécies eleitas são ade-

quadas ao local e ao sistema adotado? E a proximidade dos centros consumidores? Grandes extensões de terra disponíveis estão presentes em todas as regiões? E a disponibilidade de água?

POR QUE CRIAR PEIXES EM RECIRCULAÇÃO?

Sabe-se que o sucesso da aquicultura nos últimos anos em diversos países deve-se ao emprego de tecnologia moderna, que permita altas produtividades, e, sobretudo, ao uso racional da água, inclusive quanto ao tratamento de efluentes (Brown, 1993). Não basta se preocupar com a intensificação dos sistemas de produção, mas sim com a sua perpetuação, o que desperta cada vez maiores atenções voltadas para o impacto ambiental destas criações, para a concorrência com outros setores pelo uso da água, acima de tudo pelo homem.

A água, essencial à piscicultura e considerada o mais importante recurso natural, é alvo de preocupação mundial, devido ao seu crescente consumo, muitas vezes de forma indevida, sendo que em todo o mundo este recurso começa a dar sinais de es-

cashez. De acordo com dados da Organização das Nações Unidas (ONU), 36 países já têm menos água de que precisam, número que pode subir para 76 nos próximos 30 anos. O Brasil ainda não figura nesta lista e, embora seja conhecido por sua riqueza d'água, já deveria estar-se perguntando se a "caixa d'água" está cheia e com água limpa, uma vez que a qualidade não é diretamente proporcional à quantidade (Romano, 1998).

Como pode-se ver no Quadro 1, da água existente no planeta, tem-se apenas 0,34% de água aproveitável, distribuída por rios, riachos, lagos e aquíferos subterrâneos acessíveis.

Outros agravantes são a distribuição desigual dessa água disponível, concentrada em apenas 10% da superfície do planeta, e um problema ainda mais grave, que é a degradação dos recursos hídricos, causada pelo próprio homem, destacando-se a poluição, o desmatamento indiscriminado e o desperdício (Crise ..., 1994).

Como podemos ver, então, no chamado "planeta água", a água disponível não é um recurso assim tão abundante, ainda mais considerando o aumento da sua demanda

¹Veterinário, Dr., Prof. Adj. UFMG - Escola de Veterinária, Caixa Postal 567, CEP 30123-970 Belo Horizonte-MG.

²Biólogo, M.Sc., Ibama-MG, Caixa Postal 1304, CEP 30110-120 Belo Horizonte-MG.

³Veterinária, M. Sc., Doutoranda Ciência Animal, UFMG - Escola de Veterinária, Caixa Postal 567, CEP 30123-970 Belo Horizonte-MG.

pelo crescimento demográfico, o que significa dizer que o futuro da água no mundo passa pela necessidade de fazer uso racional dela.

Dessa forma, é inevitável que a aquacultura enfrente crescentes restrições em diversas regiões do mundo no que concerne ao uso competitivo de recursos hídricos (Hopkins & Mancini, 1992). No Brasil inclusive, a cobrança pelo uso da água está próxima de tornar realidade, sendo que no estado de São Paulo já existe uma proposta provisória para tal cobrança, não havendo dúvidas, portanto, de que medidas nesse sentido trarão dificuldades para a aquacultura tradicional, forçando a adoção de técnicas mais modernas (Aquacultura..., 1998).

Como práticas tradicionais de cultivo de peixes requerem grandes quantidades de água de boa qualidade (Lawson, 1995), o desenvolvimento de tecnologias, que buscam maior eficiência de produção, compatível com a redução progressiva do consumo de água, é um desafio à atividade (Hopkins & Mancini, 1992). Neste contexto, o cultivo intensivo de peixes com parcial ou completa recirculação de água é enfaticamente considerado uma alternativa que viabilizará o contínuo desenvolvimento da atividade (Losordo, 1998), estando já implantada em diversos países, desenvolvidos e em desenvolvimento, como Colômbia, Jordânia e Arábia Saudita (Quadro 2).

Ilustrando a afirmativa anterior, pode-se fazer um paralelo entre três distintos sistemas de produção para focar o gasto de água: no sistema de fluxo contínuo, comumente utilizado em tricultura, são necessários de 38 mil a 76 mil litros de água para se produzir 1kg de peixe, utilizando oxigênio líquido. Já no sistema tradicional de viveiros, que consiste no enchimento deles, na estocagem e na reposição de perdas por evaporação e infiltração, o consumo varia de 12 mil a 38 mil litros de água/kg de peixe produzido, utilizando aeração. Finalmente, em sistemas de recirculação de água, com descargas diárias que variam de 2% e no máximo 10%, são necessários de 38 a 76 litros de água para cada quilograma de peixe (Hopkins & Mancini, 1992).

Também do ponto de vista ambiental, a

QUADRO 1 - Distribuição da água pelo planeta

Distribuição	%
Oceanos e mares	97,20
Água doce	
Geleiras e calotas polares	2,15
Águas subterrâneas profundas	0,31
Água aproveitável (rios, lagos e aquíferos acessíveis)	0,34

FONTE: Crise... (1994).

QUADRO 2 - Relação de países que produzem peixes em sistema de recirculação

Países	Peixes cultivados
África do Sul	bagre africano
Alemanha	carpas e tilápias (principalmente vermelhas)
Arábia Saudita	tilápias
Austrália	barramundi
Bélgica	tilápia, pacu
Canadá	esturjão, salmão
Colômbia	tilápias vermelhas
Costa Rica	tilápias vermelhas
Dinamarca	salmão, truta
Escócia	salmão
EUA	tilápias, perca listrada
Filipinas	tilápias
França	perca de mar
Grécia	turbot, bagre africano
Holanda	bagre africano
Inglaterra	tilápias
Indonésia	bagre africano
Israel	tilápias (principalmente vermelhas)
Itália	bagre de canal, enguias
Jamaica	tilápias vermelhas
Japão	enguias, tilápias (preferencialmente vermelhas)
Jordânia	tilápias
Noruega	salmão, halibut
Portugal	turbot
Rússia	esturjão
Suécia	salmão, truta
Suíça	truta
Taiwan	tilápias (preferencialmente vermelhas)

recirculação de água em aquicultura pode ser considerada como uma alternativa desejável, tanto pela demanda de pouca terra, não sendo necessária a utilização de áreas de preservação, como ocorre com sistemas tradicionais de viveiros, quanto pelas descargas nulas ou extremamente reduzidas de efluentes nos corpos d'água e pelo risco praticamente ausente de introdução de espécies exóticas.

Sob o aspecto operacional, o sistema de aquicultura com recirculação de água apresenta ainda como vantagens:

- a) controle completo sobre o manejo;
- b) ausência de predadores e parasitas, por ser fechado;
- c) não influência do clima, permitindo criar espécies de água quente em locais frios e vice-versa;
- d) crescimento rápido e uniforme dos peixes, que permite menor ciclo de produção;
- e) facilidade de administração de alimentos e medicamentos;
- f) possibilidade de ser instalado próximo dos grandes centros, ou seja, do mercado;
- g) possibilidade de maior controle de furtos, um problema sério em piscicultura, no mundo todo.

Nesses sistemas, os peixes têm sido confinados normalmente em densidades acima de 120kg/m³ (tilápias), sendo que em cultivos comerciais de enguia na Europa têm-se produzido em torno de 300kg/m³ de água. Em sistemas experimentais, no entanto, têm-se conseguido estocar acima de 500kg/m³ (Lawson, 1995).

Embora detratores de tais sistemas afirmem que estes não são economicamente viáveis, por apresentarem custo/kg de peixe maior do que em outros sistemas (Losordo, 1998), estudos, já na década de 70, realizados na Alemanha, indicavam um custo de produção de carpa em recirculação de água da mesma magnitude do custo da carpa produzida em viveiros, respectivamente⁴ DM 3,66 e DM 3,60 (Hilge, 1979). O custo

de produção obtido em estudo de viabilidade econômica de um projeto particular no Brasil para criação de tilápia vermelha em recirculação, realizado em 1999, foi de R\$ 2,50/kg.

OPERACIONALIZAÇÃO DO SISTEMA

O sistema de recirculação caracteriza-se por ser fechado, uma vez que praticamente toda a água retorna ao cultivo (95% - 99%), após um tratamento. Assim apesar do alto fluxo através dos tanques, o suprimento de água necessário é apenas para encher o sistema e repor perdas durante o tratamento.

Um sistema de recirculação compreende-se, basicamente, das unidades de criação (tanque dos peixes), e de mais um conjunto de equipamentos, cuja finalidade é a imprescindível manutenção da qualidade de água, deixando seus parâmetros de forma que propiciem condições ótimas ao desempenho dos animais cultivados.

Fundamentalmente, os peixes necessitam tanto de fornecimento de rações de ótima qualidade, que atendam às suas exigências nutricionais, quanto de garantia de oxigênio dissolvido para atender às necessidades metabólicas, inclusive crescimento e retirada de catabólitos ou resíduos diversos que se transformam em substâncias tóxicas. Isto tudo é obtido através da filtração mecânica de partículas, filtros biológicos para retirada de substâncias nitrogenadas e fosfatadas, oxigenação, esterilização e controle de temperatura da água circulante.

Retirada de partículas

Partículas sólidas e dissolvidas, provenientes de sobras de ração e de fezes dos peixes, precisam ser removidas por meios mecânicos e físicos, evitando a deterioração da água.

O filtro mecânico mais comum consiste de um tambor giratório com um painel de telas micrométricas (40µm - 60µm), através das quais água e partículas são separadas. A retirada dos resíduos é feita por vácuo

ou por jatos de água, sendo conduzidos a um decantador/desidratador ou usados diretamente como fertilizante líquido.

A flotação é o processo físico empregado na remoção de sólido dissolvido, principalmente compostos protéicos, tendo a capacidade de remover partículas inferiores a 30µm. Tem sido também usado como auxiliar na redução das concentrações de amônia (NH₃), nitrito (NO₂), ácidos orgânicos, fósforo total e sólidos em suspensão.

O processo dá-se pela formação de bolhas de ozônio que ao subirem pela coluna de água agregam as partículas, formando espuma e removendo-as por adsorção. Além disso, o ozônio funciona como esterilizador e clarificador, oxidando a matéria orgânica, reduzindo, assim, a cor, o odor, o sabor, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), amônia e nitrito.

Remoção de compostos nitrogenados

O acúmulo de compostos nitrogenados é uma das maiores preocupações de um sistema de criação intensiva, sobretudo em recirculação (Kochba et al., 1994), já que alguns deles são bastante prejudiciais aos peixes, como amônia não-ionizada, nitrito e nitrato. Este último torna-se problema, devido ao acúmulo em sistemas fechados. O método extremamente eficaz para minimizar este inconveniente é a biofiltração, aeróbia e anaeróbia.

Os filtros biológicos ou biofiltros são equipamentos essenciais à recirculação, cuja finalidade é remover amônia, nitrito e nitrato, tóxicos aos animais aquáticos, através da ação de bactérias. Seu dimensionamento é dado em função da biomassa do sistema e da quantidade de ração administrada. Estes filtros possuem um substrato (superfície utilizada para a fixação de bactérias), no qual, à medida que a água flui vagarosamente, a amônia e o nitrito dissolvidos nela são desdobrados em aerobiose até o relativamente não-tóxico nitrato, enquanto em anaerobiose o nitrato é convertido em nitrogênio. São diversos os

⁴DM = Marco alemão

substratos utilizados, entre eles brita, conchas moídas, anéis ou esferas plásticas e areias. Quanto menor o tamanho da partícula, maior a área disponível por volume de filtro, para fixação dos microrganismos.

Oxigenação

Permite manter um adequado crescimento dos peixes, bem como a atividade bacteriana do filtro biológico. Normalmente, o oxigênio puro é adicionado em dispositivos especiais que aumentam a pressão dele, em contato com a água, permitindo a sua melhor absorção e conseqüentemente a supersaturação da água (acima de 150% de saturação).

Temperatura

O controle de temperatura é uma grande vantagem de um sistema de recirculação, pois taxas de crescimento e da reprodução são otimizadas. Para o controle de temperatura, vários métodos têm sido usados. Normalmente, os sistemas são alocados dentro de galpões fechados ou estufas, de tal forma que a temperatura interna tenha pouca variação. Usa-se também resfriar esses ambientes com ar condicionado ou aquecê-los com aquecedores elétricos ou a gás.

Em regiões tropicais e subtropicais, o aquecimento pode ser obtido através do emprego de simples estufas agrícolas.

Esterilização

Tal metodologia está sendo empregada cada vez mais em novos projetos de recirculação, para prevenir o surgimento de doenças no sistema. O método mais utilizado é a radiação ultravioleta, que para sua otimização, necessita de água muito clara, obtida pela associação com ozônio.

O ozônio cumpre funções não apenas de clarificação e esterilização, mas também de gerar bolhas de ar no flutador.

Controle de pH

Como regra geral, valores de pH de 6,5 a 7,5 devem ser mantidos no sistema. Valores abaixo ou acima dessa faixa podem prejudicar o crescimento e a reprodução e, em condições extremas, causar a morte dos peixes. Devido à produção de ácidos orgânicos e gás carbônico (CO₂), ocorre aumen-

to da acidez, sendo necessário o controle que pode ser feito através do emprego de substâncias-tampão como calcário, ou mesmo hidróxidos de cálcio ou de sódio.

Controle e monitoramento do sistema

Com o cultivo de peixes em sistemas de recirculação de água, um aumento significativo de produtividade tem-se verificado, exigindo, paralelamente, ações específicas no controle de possíveis falhas, sejam elas humanas, sejam de equipamento.

Dessa forma, operadores de sistemas de recirculação necessitam de informações precisas e imediatas sobre o estado e a performance do sistema. Atualmente, com a rápida popularização dos computadores e de programas, existem centrais de controle e monitoramento específicos para estes sistemas, exigindo, em contrapartida, pessoal bem capacitado para operá-las.

Emergências potenciais em sistemas de recirculação de água podem ser listadas (Ebeling et al., 1998):

- a) fator operador: negligência, erro, alarme desativado;
- b) nível dos tanques: transbordamento (dreno entupido, fluxo demasiado), vazamento (cano caído ou removido);
- c) fluxo de água: válvulas muito fechadas ou muito abertas, quebra de bomba, peneiras entupidas, canos obstruídos;
- d) qualidade de água: baixo OD, alto CO₂, temperatura, amônia, nitrito ou nitrato, pH, baixa alcalinidade;
- e) além do controle: inundações, vento, queda de energia, vandalismo.

VISÃO EMPRESARIAL

A exemplo da intensificação da indústria do frango, o próximo passo lógico da maturação de tecnologias aquaculturais deverá ser a utilização de sistemas de recirculação (Engle, 1997). E o desenvolvimento da agroindústria no Brasil vai, fatalmente, exigir também a adoção de sistemas mais intensivos de produção.

A recirculação embora ofereça muitas vantagens, é um método que exige trabalho

constante e sério, além de um profissional com visão empresarial. Portanto, não é indicado para quem não estiver disposto a se dedicar com persistência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUACULTURA: a relação do uso de rações com o ambiente. *Alimentação Animal*, v.3, n.3, p.20-22, set./out., 1998.
- BROWN, L. (Ed.). *Aquaculture for veterinarians: fish husbandry and medicine*. Oxford: Pergamon Press, 1993. 447p.
- CRISE no planeta água. *Revista do Legislativo*, Belo Horizonte, n.7, p.5-11, 1994.
- EBELING, J.M. Computer monitoring and control technology, part I: what, where and how. *Aquaculture Magazine*, Asheville, v.24, n.5, p.99-104, Sept./Oct. 1998.
- ENGLE, C.R. Economics of tilapia aquaculture. In: RAKOCY (Ed.) *Tilapia aquaculture in the Americas*. [S.l.]: World Aquaculture Society, 1997. v.1, p.229-243.
- HILGE, V. Biological and economic aspects of fish production in a closed warm-water system. In: PILLAY, T.V.R.; DILL, Wm. A. (Ed.) *Advances in aquaculture*. Farnham: FAO/Fishing News Books, 1979. p.505-508.
- HOPKINS, A; MANCI, W.E. Aquaculture: opportunity now. *Aquaculture Magazine*, Asheville, v.18, n.6, p.43-47, 1992.
- KOCHBA, M.; AVNIMELECH, Y.; DIAB, S. Modeling of nitrogen transformation in intensively aerated fish ponds. *Aquaculture*, Amsterdam, v.20, n.1, p.95-104, 1994.
- LAWSON, T.B. *Fundamentals of aquaculture engineering*. New York: Chapman & Hall, 1995. 355 p.
- LOSORDO, T.M. Recirculating aquaculture production systems: the status and future. *Aquaculture Magazine*, Asheville, v.24, n.1, p.38-45, 1998.
- ROMANO, P.F. Um novo cenário para os recursos hídricos. *Jornal da UFMG*, Belo Horizonte, n.8, p.2, jan. 1998.
- TIMMONS, M.B.; LOSORDO, T.M. *Aquaculture reuse systems: engineering, design and management*. Amsterdam: Elsevier, 1994. (Developments in Aquaculture and Fisheries Sciences, 27).
- TUNDISI, J.G. Prefácio. In: WORKSHOP PARA SUBSIDIAR A CAPACITAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS E A GERAÇÃO DE TECNOLOGIA EM Aqüicultura SUSTENTÁVEL, 1995, São Carlos. [Anais...] Aqüicultura para o ano 2000. Brasília: CNPq, 1996.

Larvicultura de peixes de água doce

Evoy Zaniboni Filho¹

Resumo - A produção de larvas de peixes foi sempre um entrave ao desenvolvimento da piscicultura, tendo limitado por muito tempo as espécies cultivadas. Quando as técnicas de reprodução induzida propiciaram a produção de larvas de peixes nativos do Brasil, algumas delas com grande procura pelos produtores nacionais, foi necessário muito esforço para garantir a sobrevivência destas até a fase de alevinos. O desconhecimento das exigências de cada espécie ao longo do ciclo de vida, induziu a importação de tecnologias utilizadas para outras espécies de peixes. A falta de investigação e a aplicação direta dessas técnicas propiciaram a difusão de alguns equívocos na larvicultura de peixes brasileiros.

Palavras-chave: Larvicultura; Alevinagem; Ovos; Larvas; Pós-larvas de peixes.

INTRODUÇÃO

A piscicultura brasileira teve início com a criação de espécies exóticas, como as carpas e as tilápias. Como essas espécies são cultivadas há muitos anos e produzidas em várias partes do mundo, juntamente com os animais foram introduzidas as técnicas para produção de alevinos, sendo esta assegurada, uma vez que são espécies que se reproduzem naturalmente em cativeiro.

Posteriormente, os piscicultores nacionais perceberam a enorme variedade de peixes existentes no Brasil e, por via de regra, o maior interesse do mercado consumidor pelas espécies nativas. Foram iniciados os trabalhos de produção de alevinos de diferentes espécies nas universidades e institutos de pesquisa, passando a contribuir com a iniciativa das empresas de energia elétrica que, naquela época, estavam investindo fortemente no desenvolvimento de tecnologia de produção de alevinos, destinados aos programas de repovoamento dos reservatórios de hidrelétricas.

Ao iniciar os trabalhos de produção de alevinos das espécies nativas, os pesquisadores e produtores esqueceram de buscar os conhecimentos de biologia dessas

espécies na natureza e passaram a adotar algumas premissas já conhecidas para as espécies de peixes exóticos cultivadas no Brasil. Dessa forma, vários equívocos contribuíram para retardar o desenvolvimento dessa tecnologia, podendo-se destacar, como exemplo, a ênfase dada ao primeiro alimento das larvas. A certeza de que as larvas de todas as espécies de peixes necessitam consumir rotíferos era tão grande que, por vários anos, aconselhou-se a colocação de produtos químicos na água para eliminar as demais formas zooplancônicas. Atualmente, sabe-se que a maioria das espécies de peixes nativos cultivados consome, preferencialmente, aqueles microcrustáceos que são eliminados, quando o veneno é colocado na água. Esse procedimento, adotado por vários anos, e ainda hoje utilizado por muitos produtores rurais, somente tem contribuído para elevar o custo de produção, poluir o ambiente e retardar o crescimento das larvas dessas espécies.

A nomenclatura para definir as diferentes fases do desenvolvimento inicial de peixes tem causado confusão e divergência entre pesquisadores e produtores. Para o melhor entendimento dos termos utilizados neste artigo, convém traçar um paralelo entre as denominações mais empregadas.

A fase de ovo compreende aquela entre a fertilização e a eclosão; larva faz referência ao período entre a eclosão e o início da alimentação externa, ou seja, durante a fase larva há exclusivamente o consumo das reservas alimentares armazenadas no vitelo. Ao iniciar a alimentação externa, mesmo sem esgotar as reservas do saco vitelino, começa-se a fase de pós-larva, que se encerra ao aparecer as nadadeiras peitoral, ventral e anal, quando, então, começa a fase de alevino. Nessa fase, a metamorfose já está completa e os peixes apresentam semelhança morfológica aos exemplares adultos.

O Quadro 1 apresenta uma relação da nomenclatura apresentada por Balon (1975), que é bastante utilizada pela comunidade científica, e aquela normalmente empregada pelos produtores brasileiros.

A produção maciça de alevinos das espécies destinadas ao cultivo foi, ao longo de muitos anos, um entrave ao desenvolvimento da piscicultura brasileira. Para algumas espécies, a tecnologia de produção de larvas e alevinos continua restrita a poucos laboratórios e/ou está na dependência de métodos sofisticados que reduzem a disponibilidade de alevinos para o mercado consumidor e elevam o preço final do produto.

¹Oceanógrafo, D. Sc., Prof. Adj. UFSC - Dep^{de} Aqüicultura, Caixa Postal 476, CEP 88040-900 Florianópolis-SC.

QUADRO 1 - Nomenclatura empregada pela comunidade científica para descrever as diferentes fases do desenvolvimento inicial de peixes e sua relação com a utilizada pelos produtores brasileiros

Comunidade	Fases do desenvolvimento inicial de peixes				
	Científica	Embriônica	Eleutero-embriônica	Protopterigiolarval	Pterigiolarval
Produtor brasileiro	Ovo	Larva	Pós-larva		Alevino

DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO E LARVAL NA NATUREZA

Conhecer o desenvolvimento embrionário e larval de cada espécie na natureza, antes de iniciar o cultivo em cativeiro, é de extrema importância para garantir o sucesso do empreendimento. Apesar de existirem particularidades específicas de cada espécie, podemos separá-las em dois grandes grupos: os que apresentam ovos grandes, pesados e que são incubados no fundo, normalmente contando com o cuidado dos pais, e aquelas que apresentam ovos de menor tamanho, mais leves e que necessitam ser movimentados pela água durante toda a fase de incubação.

No primeiro grupo estão incluídas, entre outras, as traíras (*Hoplias* spp.), tilápias (*Oreochromis* spp.) e tucunarés (*Cichla* spp.). Os ovos são colocados em ninhos na região mais litorânea dos lagos, represas e viveiros e normalmente em ambientes de águas calmas (ambientes lênticos). Há cuidado dos pais para evitar a predação sobre os ovos e larvas, e a eclosão dos ovos ocorre entre dois e três dias após a fertilização. O cuidado parental continua durante o início da fase larval, inclusive podendo haver auxílio dos pais para o fornecimento dos primeiros alimentos. Passados alguns dias ou semanas, dependendo da espécie, os jovens se afastam dos pais e passam a viver totalmente independentes. Nessa fase eles podem ser consumidos pelos pais e, normalmente, ocorre o canibalismo entre os indivíduos de diferentes tamanhos.

No segundo grupo, que engloba o tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*), matrinxã e piracanjuba (*Brycon* spp.), piaui e piapara

(*Leporinus* spp.), dourado (*Salminus* spp.), surubim e pintado (*Pseudoplatystoma* spp.), curimatã (*Prochilodus* spp.), carpas chinesas, entre outros, não há o acasalamento e a montagem de ninhos, a postura dos óvulos é feita normalmente em cardumes, com vários machos e fêmeas participando do processo reprodutivo. Os ovos são colocados em ambientes correntosos (lóticos) e necessitam permanecer em movimento durante toda fase embrionária, até a eclosão. São semidensos e podem-se manter suspensos na coluna de água com pequena movimentação, porém decantam e morrem em água parada. A eclosão dos ovos ocorre, normalmente, antes de completar 24 horas após a fertilização, embora haja influência da qualidade de água, principalmente da temperatura, resultando num tempo de eclosão variável, dependendo da espécie. Como os ovos são menores, as larvas recém-eclodidas apresentam, por via de regra, menor volume de saco vitelínico e dessa forma necessitam mais rapidamente iniciar a alimentação externa. A fase de pós-larva tem início entre o segundo e o quarto dia após a eclosão e sua duração também depende da espécie e da qualidade da água, sendo fortemente influenciada pela temperatura da água de incubação.

Devido à importância das espécies pertencentes ao segundo grupo para a piscicultura brasileira, será dada ênfase aos conhecimentos adquiridos em condições naturais para justificar a necessidade do manejo despendido nas unidades de piscicultura.

De modo geral, esses peixes apresentam uma migração reprodutiva, devendo buscar ambientes com qualidade de água adequada para a fertilização e incubação dos ovos. Estes necessitam ser incubados em

água corrente e levam várias horas para a eclosão. Supõem-se que os locais de desova devam estar situados em pontos onde possam ser levados pela água e permanecer todo o tempo de incubação em locais de águas em movimento, caso contrário a sobrevivência deles poderá ser nula.

Durante a fase de larva, quando esta se nutre exclusivamente do vitelo, a exigência está restrita à qualidade da água e a sua sobrevivência depende muito da pressão de predação, sendo aconselhável que estejam em locais abrigados e protegidos. Quando as reservas nutritivas do saco vitelino diminuem e a alimentação externa se inicia, as pós-larvas necessitam de alimento exógeno em quantidade e qualidade, para que possam suprir suas exigências nutricionais. De modo geral, os ambientes correntosos são pobres nos itens que compõem o primeiro alimento das pós-larvas dessas espécies, sendo mais abundante nas áreas como as lagoas marginais, onde a existência de água mais parada permite menor turbidez, elevação da temperatura e desenvolvimento de organismos fito e zooplânctônicos, além de outros alimentos e da proteção pela freqüente presença de vegetação.

A partir desses conhecimentos o produtor poderá compreender melhor a importância da aplicação de diferentes procedimentos de manejo na criação de alevinos.

SISTEMAS DE INCUBAÇÃO

O sistema de incubação a ser utilizado deve respeitar as exigências de cada espécie, de modo que os peixes com ovos densos, pertencentes ao primeiro grupo citado, podem ser mantidos em recipientes de água parada, devendo ser garantida a menor variação de temperatura durante o processo de incubação e uma renovação mínima de água que assegure níveis adequados de oxigênio dissolvido e a remoção dos metabólitos. O ponto crítico da incubação deste tipo de ovo ocorre quando inicia a eclosão, já que aqueles mortos ao longo do desenvolvimento e as cascas daqueles recém-eclodidos, estão em decomposição, o que forma um excelente substrato para o desenvolvimento de fungos e bactérias. Na natureza, os pais fazem a retirada das larvas

do local da postura logo após a eclosão. Em cativeiro, há necessidade de implantar mecanismos que garantam essa separação. Para isso podem ser utilizadas incubadoras suspensas contendo um fundo de tela, que consiste em uma malha grande o suficiente para reter os ovos, ao mesmo tempo que permite a fuga das larvas recém-eclodidas sem a necessidade de manejo. Esse é o procedimento usual na incubação dos ovos do bagre americano (*Ictalurus punctatus*), traíra e trairão (*Hoplias* spp.) e apaiari (*Astronotus ocellatus*).

Vários autores, dentre eles, Kafuku (1989), Woynarovich & Horvath (1983) e Zaniboni Filho (1992) têm apresentado diferentes métodos de incubação dos ovos para as espécies com ovos semidensos, havendo coincidência nos seguintes requisitos básicos para uma boa incubadora:

- a) ter, continuamente, elevada concentração de oxigênio dissolvido em toda coluna de água;
- b) promover a remoção dos metabólitos;
- c) garantir o movimento suave e homogêneo da água;
- d) possuir um sistema de escoamento que não seja obstruído com facilidade, porém que retenha os ovos e as larvas;
- e) possuir paredes lisas e confeccionadas com material neutro;
- f) permitir fácil manejo de manutenção dos ovos e retirada das larvas.

De acordo com Kafuku (1989), o problema de todas as incubadoras é a retirada dos ovos gorados que provocam o consumo de oxigênio, e a separação das larvas da membrana dos ovos. Para a retirada de larvas com a mínima mistura possível com as cascas, podem ser adotados alguns procedimentos simples. Considerando que as larvas recém-eclodidas de ovos semidensos apresentam intenso movimento natatório, caracterizado por movimentos verticais, a simples paralisação deste movimento na incubadora permite a decantação do material inerte e a retirada das larvas através de sifonagem. Outros produtores têm aproveitado o comportamento das larvas recém-eclodidas, ou seja, de

nadarem até a superfície, para removê-las da incubadora. Através da retirada das telas de contenção e da redução da movimentação de água, apenas as larvas ativas alcançam a superfície, sendo então eliminadas, juntamente com a água, e conduzidas através de canaletas até os tanques de larvicultura.

Os ovos gorados presentes nas incubadoras têm sido mantidos com os demais, até a eclosão das larvas. Este é um problema de difícil solução para o produtor, já que ele somente poderá conhecer a taxa de fertilização desses ovos depois de estocados nas unidades de incubação por algumas horas, quando uma presença excessiva de ovos não-fertilizados poderá causar a mortalidade total daqueles da incubadora. Dessa forma, a prática adotada para reduzir o problema está relacionada com a densidade de estocagem dos ovos nas incubadoras, uma vez que, aumentando-se a taxa de renovação de água, eleva-se a movimentação dos ovos, podendo causar mortalidade adicional por choque mecânico.

Nesse sentido, as incubadoras cilíndricas (tipo húngara, funil ou Woynarovich), com entrada de água pelo fundo e vazão média de 3, 4 e 6 litros/min, para unidades de 20, 60 e 200 litros, respectivamente, devem ser estocadas, no máximo, com 2.500 ovos/litro (Zaniboni Filho, 1992). Quando são utilizados tanques-aerados (semelhante a uma caixa de água contendo um tubo perfurado no fundo para a saída de ar e movimentação dos ovos, com pequena circulação de água para remoção dos metabólitos, cerca de 2,5 litros/min/m³), aconselha-se uma densidade máxima de 160 ovos/litro (Zaniboni Filho, 1992).

Considerando-se que a água de abastecimento das incubadoras apresenta boa qualidade e respeitando-se as densidades de estocagem propostas para cada tipo de incubadora, a presença dos ovos gorados passará a interferir negativamente na sobrevivência dos ovos fertilizados, somente quando a taxa de fertilização apresentar valores inferiores a 70%.

EFEITOS DA QUALIDADE DA ÁGUA

A qualidade da água ideal para o desenvolvimento de peixes varia entre as di-

ferentes espécies e com sua fase de vida. Analisando-se em condições naturais os locais ocupados por espécie, nas diferentes fases do ciclo de vida, podemos obter informações importantes para garantir a sobrevivência dos peixes ao longo do desenvolvimento. Tomando-se como exemplo os ovos semidensos de peixes, que necessitam ser incubados em águas correntes até a eclosão, e que, posteriormente, as pós-larvas serão mantidas em lagoas marginais, podemos imaginar que estes são mais exigentes com relação ao oxigênio dissolvido e que suportam menores variações de temperatura que as pós-larvas. A comparação entre o manejo utilizado pelo piscicultor com as condições naturais de desenvolvimento da espécie pode ser extremamente importante para evitar erros grosseiros e/ou demasiada sofisticação do sistema de produção.

A qualidade da água pode afetar cronológica ou morfológicamente o desenvolvimento dos peixes, propiciar maior suscetibilidade dos diferentes estádios de desenvolvimento a doenças e parasitas, ou mesmo levar à morte.

Oxigênio dissolvido

A partir da fertilização dos ovos há um consumo crescente de oxigênio dissolvido com o desenvolvimento embrionário e larval, sendo necessário disponibilizar as quantias para impedir alterações no desenvolvimento, e mesmo causar mortalidade maciça. Baixos valores de oxigênio dissolvido na água da incubadora provocam o retardamento do desenvolvimento embrionário, porém, induzem a eclosão prematura da larva.

Zaniboni Filho (1992), em seu trabalho com tambaqui, *Colossoma macropomum*, relatou que concentrações de oxigênio superiores a 6,2mg/l garantiram elevada sobrevivência dos ovos e larvas, porém, uma mortalidade de quase 90% das larvas recém-eclodidas foi observada, quando a concentração de oxigênio diminuiu para 5,2mg/l. Esse mesmo autor, acompanhando o desenvolvimento das pós-larvas de tambaqui, em tanques de terra, até atingirem a fase de alevino (comprimento médio de 46mm), verificou uma variação da concentração de oxigênio dissolvido ao longo da

alevinagem desde 12,6 até 1,1mg O₂/ℓ. Apesar de cancelar a adubação de reforço dos viveiros e elevar a taxa de renovação de água dos tanques, quando a concentração de oxigênio era inferior a 2,0mg/ℓ, a mortalidade de peixes associada à baixa concentração de oxigênio foi considerada insignificante. Esse trabalho evidencia a maior exigência dos ovos e larvas de tambaqui, em relação à concentração de oxigênio dissolvido, quando comparados com pós-larvas e alevinos da mesma espécie.

Temperatura

Como os peixes são animais pecilotérmicos (vulgarmente conhecidos como animais de sangue frio), podemos considerar que o aumento da temperatura acelera os processos metabólicos do animal, ou seja, com o aumento da temperatura é esperado um maior consumo de oxigênio, maior consumo de alimento, uma maior taxa de crescimento, etc. Certamente cada espécie de peixe apresenta uma temperatura ótima para o melhor desenvolvimento, podendo haver alguma variação do valor ideal ao longo do ciclo de vida.

O experimento realizado por Curiaços (1999), com ovos, larvas e pós-larvas de curimatã, *Prochilodus scrofa* pode exemplificar a tendência esperada para as diferentes espécies de peixes. Gametas de mesma procedência foram fertilizados e divididos em cinco tratamentos, os quais consistiam em incubadoras com temperatura constante de 20, 23, 26, 29 e 32°C, sendo avaliada a taxa de fertilização nove horas depois de sua ocorrência. O Gráfico 1 mostra que a maior taxa de fertilização foi obtida a 26°C, havendo mortalidade quase total dos ovos incubados a 32°C.

A sobrevivência das pós-larvas, considerando-se desde a fertilização até o início da alimentação exógena, apresentou os valores máximos entre 26 e 29°C, sendo nula na temperatura de 20°C e insignificante a 32°C (Gráfico 2). As pós-larvas, nascidas destes tratamentos, foram aclimatadas e mantidas em uma mesma temperatura de 27,8°C, recebendo o mesmo manejo alimentar durante 20 dias, quando foi verificado que aquelas com histórico inicial de 29°C mantiveram crescimento superior aos de-

mais, fazendo desta temperatura de incubação a ideal para obtenção de larvas com boa qualidade e produtividade. Este trabalho também evidenciou o efeito da temperatura da água sobre a velocidade de desenvolvimento embrionário e larval de curimatã, mostrando que entre a fertilização dos ovos e o início da alimentação exógena (fase de pós-larva), são necessárias 53,7 ou 114,5 horas, quando os ovos são mantidos em 32 ou 23°C, respectivamente.

O trabalho de Curiaços (1999) revelou, ainda, que a incubação dos ovos de curimatã em temperatura de 29°C propicia a obtenção de larvas com tamanho maior no momento da eclosão, sendo essa vantagem de tamanho mantida durante a fase de alevinagem, mesmo quando o cultivo das pós-larvas provenientes dos distintos tratamentos foi feito numa mesma temperatura (27,8°C). Além da vantagem de tamanho das larvas, vale destacar o benefício da redução do tempo de permanência dos ovos e larvas no laboratório, podendo antecipar a comercialização e liberar a infra-estrutu-

ra para novas desovas. Considerando-se apenas o consumo de água, a produção do mesmo número de pós-larvas de curimatã, quando a temperatura é 23°C, consome cerca de 45% mais água que aquelas mantidas a 29°C.

Os resultados apresentados nos Gráficos 1 e 2 estimulam a implantação de sistemas de controle da temperatura nas unidades de incubação e larvicultura, podendo melhorar a qualidade das pós-larvas produzidas, reduzir o tempo de permanência dos ovos e larvas no laboratório e aumentar a produtividade.

pH

De modo geral, os manuais de ictiologia e piscicultura têm concordado que o intervalo máximo de pH indicado para o cultivo de peixes está entre 4 e 11, sendo estes os limites considerados letais (Laegler et al., 1962, Vinatea-Arana, 1997 e Ostrensky & Boeger, 1998). Apesar disso, devem ser levadas em consideração as características do ambiente de onde provém a espécie cultivada. No Brasil, existem ambientes na-

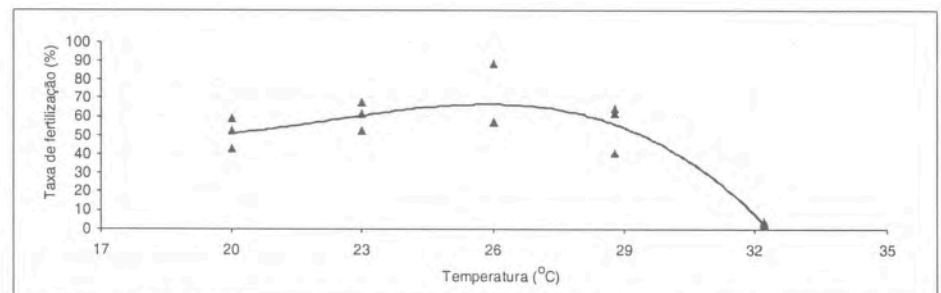


Gráfico 1 - Representação da taxa de fertilização dos ovos de curimatã, *Prochilodus scrofa*, submetidos a diferentes valores de temperatura da água de incubação
 FONTE: Curiaços (1999).

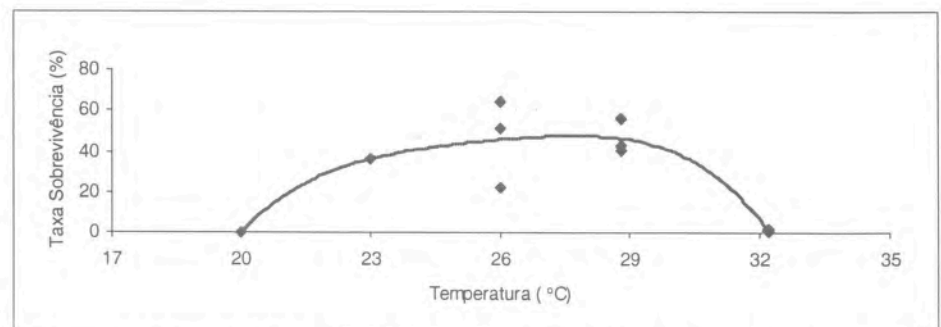


Gráfico 2 - Representação da taxa de sobrevivência observada para pós-larvas de *Prochilodus scrofa*, submetidas a diferentes temperaturas da água de incubação, considerando desde a fertilização até o início da alimentação exógena
 FONTE: Curiaços (1999).

turais que apresentam condições extremas de pH, mesmo assim existem populações de peixes adaptadas a essas condições. Na região amazônica podem ser encontradas lagoas marginais na bacia do rio Negro com grande acidez, apresentando pH inferior a 3. No Pantanal Mato-Grossense são registrados valores de pH 11 em lagoas sujeitas ao isolamento da planície de inundação (Esteves, 1988). Considerando-se a existência de peixes adaptados a essas situações, pode ser aconselhável ao piscicultor buscar informações sobre o ambiente de origem da espécie trabalhada, garantindo a obtenção de diretrizes para o manejo de pH da água.

O desenvolvimento embrionário da carpa comum, *Cyprinus carpio*, pode ser realizado na faixa de pH entre 5,0 e 9,5, de acordo com Jezierska & Witeska (1995), apesar de esses autores terem observado deformações e aumento da taxa de mortalidade nos valores extremos de pH. A despeito da carência de informações científicas nessa área, verificamos que a maioria das espécies utilizadas na piscicultura comercial brasileira apresenta bons resultados, quando ovos e larvas são cultivados em pH entre 5,5 e 9,0, apesar da enorme influência que a dureza e a alcalinidade exercem sobre os efeitos do pH. A incubação feita em águas ácidas (pH inferior a 5,5) pode provocar uma reação adversa na membrana dos ovos, que causa grande mortalidade durante a incubação. O efeito deletério do pH ácido pode ser facilmente observado pelo aparecimento de bolhas aderidas à membrana dos ovos, fazendo com que eles flutuem na superfície da incubadora. Ao contrário, quando os valores de pH são excessivamente elevados, pode ocorrer o rompimento antecipado da membrana dos ovos, provocando elevada mortalidade pelo choque mecânico dos embriões desprotegidos ou mesmo pela deterioração da água, causada pelo apodrecimento das cascas.

Dependendo do tipo de incubadora utilizada, pode ser necessária especial atenção para as variações de oxigênio dissolvido e pH ao longo do desenvolvimento embrionário. Zaniboni Filho (1992) trabalhando com tambaqui, *Colossoma macropomum*, verificou uma redução do oxigênio dissolvido de 7,5 para 5,0 mg/l e do pH de 8,0

para 6,7 algumas horas depois da eclosão das larvas, sendo a alteração da qualidade de água justificada pela decomposição da membrana dos ovos eclodidos e pequena taxa de renovação de água dos tanques aerados. Essa situação pode ainda ser agravada nos casos em que as taxas de fertilização e de eclosão dos ovos são baixas, havendo a contribuição dos ovos gorados na decomposição da água.

Na larvicultura do bagre sul-americano (jundiá), *Rhamdia quelen*, ao serem cultivadas pós-larvas por 21 dias em condição de pH constante, com variação desde 5,5 até 8,5, observou-se que os melhores valores de sobrevivência e crescimento ocorreram entre 8,0 e 8,5 (Silva et al., 1999).

Nitrogênio amoniacal

O nitrogênio amoniacal na água pode ser encontrado na forma iônica (NH_4^+) e na forma livre (NH_3), sendo que esta última, dependendo da concentração, prejudica o crescimento dos peixes e pode causar sua morte. A concentração do nitrogênio amoniacal em cada uma das formas depende dos valores de pH e temperatura da água, sendo que a elevação destes valores tende a aumentar a proporção da forma tóxica. Caso o pH da água passe de 7 para 8 e a temperatura se eleve de 0 para 30°C, a concentração de NH_3 crescerá cerca de dez vezes (Russo, 1985).

Há uma grande escassez de informações quanto aos limites e o efeito de níveis sub-letais de nitrogênio amoniacal sobre os peixes cultivados no Brasil, principalmente das espécies nativas. Há informações obtidas com truta (*Cynoscion nerulosus*), que demonstram que ovos e larvas são mais resistentes que os alevinos com um mês de idade, suportando valores até quatro vezes maiores (Daniels III, 1986).

Turbidez

Tem sido aconselhado que a água utilizada na incubação dos ovos de peixes deve apresentar baixa turbidez, sendo indicado o uso de água límpida nas incubadoras. Quando lembramos que os peixes desovam em rios normalmente durante o período de chuvas, podemos imaginar que a exigência desta condição é excessiva. A turbidez moderada da água das incubadoras prejudica

o acompanhamento do desenvolvimento dos ovos e a avaliação da movimentação adequada da massa deles, porém, não interfere na sua sobrevivência e na das larvas. Há situações em que a elevada concentração de sólidos em suspensão na água provoca a deposição de partículas na superfície do ovo, dificultando as trocas gasosas e causando mortalidade deles.

Merece destaque a importância da turbidez durante a fase de larvicultura e alevinagem, principalmente para as espécies que apresentam comportamento territorialista ou canibal. A elevação da turbidez tem sido utilizada para reduzir a predação e a disputa entre os peixes. Durante a larvicultura feita em águas claras, é comum a concentração das larvas junto às paredes do tanque, porém a distribuição dos peixes torna-se mais homogênea em toda a massa de água com a elevação da turbidez (Marliave & Whyte, 1993).

DENSIDADE DE ESTOCAGEM

Embora exista a possibilidade de manter as pós-larvas nas incubadoras durante os primeiros dias, garantindo assim sua proteção contra predadores, esse método torna-se problemático em escala comercial, devido à necessidade da manutenção de quantidades enormes de alimento (Woyanovich & Horvath, 1983) e, simultaneamente, de manter boas condições de qualidade de água. O método mais usado para a alevinagem das espécies cultivadas no Brasil é a soltura das pós-larvas em tanques previamente adubados, para produção de alimento vivo, embora essa condição seja propícia ao desenvolvimento de uma série de predadores naturais.

De acordo com o manejo utilizado, durante a fase de início da alimentação externa, a densidade de estocagem aconselhada para cada espécie pode ser bastante variável.

A manutenção das pós-larvas em condições de laboratório, com inclusão de alimento natural e/ou artificial, e o rígido controle da qualidade de água têm possibilitado o cultivo intensivo durante os primeiros sete a dez dias, sendo indicadas densidades entre 15 e 50 pós-larvas/litro. Há exceção no cultivo de matrinxã e piracanjuba (*Brycon* spp.), onde tem sido

praticada a manutenção de até 1.000 pós-larvas/litro, alimentadas exclusivamente com zooplâncton, entre as 32ª e 60ª horas depois da eclosão, sendo, posteriormente, transferidas para viveiros de terra em densidades de 60 pós-larvas/m².

Quando as pós-larvas são colocadas diretamente nos viveiros previamente adubados, sem um período de alimentação em laboratório, a densidade de estocagem aconselhada para as espécies de peixes migradores, tais como, curimatã (*Prochilodus* spp.), pacu-caranha (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*), piapara (*Leporinus elongatus*), piau (*Leporinus friderici*), tem sido de aproximadamente 200 pós-larvas/m² (Zaniboni Filho & Barbosa, 1992). Esse tratamento permite a obtenção de valores extremamente variáveis de produtividade final de alevinos. Um experimento utilizando 22 viveiros entre 200 e 2.000 m², adubados e manejados de modo semelhante por 38 dias de cultivo, sendo estocados com pós-larvas de tambaqui, garantiu a obtenção de 0,05 até 174,1 alevinos/m², com média de 37 alevinos/m², medindo 46mm de comprimento (Zaniboni Filho, 1992).

O tempo necessário para que as larvas de uma determinada espécie alcancem a fase alevino em tamanho de comercialização varia bastante de acordo com as condições de cultivo, embora tenha sido observada uma relação inversa entre a densidade de estocagem, durante a larvicultura, e o tamanho final apresentado pelos alevinos produzidos.

Como a velocidade de crescimento das pós-larvas e alevinos aumenta em densidades menores, o piscicultor pode optar pela produção de um pequeno número de alevinos com maior tamanho, em tempo de cultivo inferior, ou de um maior número de alevinos, embora de tamanho pequeno. O mercado consumidor tem valorizado a quantidade, sendo normalmente comercializados alevinos menores que 30mm de comprimento.

ADUBAÇÃO

Ao iniciarem a busca de alimento externo, as pós-larvas ainda possuem de 20 a

30% da reserva de vitelo, o que lhes garante a sobrevivência diante das dificuldades para encontrar o alimento (Woyanovich & Horvath, 1983). Esta é a fase mais delicada do desenvolvimento dos peixes, pois devem buscar uma partícula de alimento que lhes possibilite ingerir os nutrientes e a energia necessários para o seu crescimento. Vários autores, dentre eles, Fregadolli (1990), Yamanaka (1988) e Zaniboni Filho (1992) têm observado, para diferentes espécies de peixes, que os organismos zooplanctônicos constituem-se na melhor opção de alimento para essa fase de transição alimentar.

A prática mais utilizada pelos produtores de alevinos brasileiros é a adubação de viveiros alguns dias antes do povoamento com as pós-larvas, garantindo a disponibilidade de alimento natural.

Certamente, o tempo necessário para o aparecimento das comunidades planctônicas varia de um viveiro para outro, com a qualidade da água, com a quantidade e qualidade dos nutrientes presentes e com a temperatura da água. Os melhores resultados para garantir o aparecimento do alimento natural necessário, sem dar oportunidade de crescimento das populações de predadores, têm sido obtidos quando a preparação do viveiro é feita dois dias antes da soltura das pós-larvas (Pinheiro et al., 1988), ou seis dias antes, de acordo com Senhorini et al. (1988). Como há grande variação nas orientações técnicas, causadas pela heterogeneidade no crescimento zooplanctônico em distintos locais, é muito importante que cada produtor conheça a capacidade de produção planctônica dos seus viveiros de alevinagem, podendo adequar o procedimento de manejo às condições de sua propriedade. Os viveiros maiores, entre 2.000 e 5.000m², exigem um período maior para a produção do alimento natural, devendo ser preparados com dez dias de antecedência (Woyanovich & Horvath, 1983).

Para a adubação do viveiro, podem ser utilizados nutrientes orgânicos e inorgânicos, sendo mais indicados os adubos orgânicos, pelo menor custo e aumento do substrato para desenvolvimento do bacterioplâncton.

A quantidade de adubo orgânico utilizada na preparação inicial do viveiro tem variado entre 8 e 50kg/100m², dependendo da temperatura da água, do tipo de adubo e da taxa de renovação de água (Woyanovich, 1986, Pinheiro et al., 1988 e Senhorini et al., 1988). A quantidade de adubo necessária, depois de algumas safras, pode ser reduzida de 20 a 50% já que o fundo do viveiro torna-se saturado com matéria orgânica (Woyanovich & Horvath, 1983).

Para garantir a disponibilidade de alimento durante toda a alevinagem, tem sido aconselhada a adubação de reforço com frequência semanal (Senhorini et al., 1988) ou a complementação com alimento artificial (Pinheiro et al., 1988).

ALIMENTAÇÃO

Embora alguns autores tenham sugerido que as pós-larvas de todos os peixes, de mesmo tamanho, apresentam hábitos alimentares semelhantes durante os primeiros 15 a 25 dias (Woyanovich & Horvath, 1983 e Woyanovich, 1986), estudos mais detalhados têm comprovado a enorme diferença existente entre o primeiro alimento das pós-larvas, sendo preferido fragmentos vegetais e microalgas clorofíceas pela tilápia vermelha, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*, rotíferos e copepoditos pelo curimatã, *Prochilodus cearensis* (Mata, et al., 1999), cladóceros e copépodos pelo tambaqui, *Colossoma macropomum* (Zaniboni Filho, 1992) e pacu-caranha, *Piaractus mesopotamicus*, (Fregadolli, 1990), larvas de outros peixes pelo dourado, *Salminus maxillosus*, e jaú, *Paulicea luetkeni* (Zaniboni Filho & Barbosa, 1992).

O correto manejo alimentar das pós-larvas e alevinos cultivados pelo produtor depende, invariavelmente, do conhecimento das exigências alimentares da espécie trabalhada.

Apesar do curto período que compreende a larvicultura dos peixes mais cultivados no Brasil, entre 20 e 45 dias, os poucos trabalhos de pesquisa realizados têm verificado variações na preferência alimentar e na habilidade de captura das presas pelas pós-larvas e alevinos ao longo da alevinagem (Yamanaka, 1988 e Zaniboni Filho, 1992).

A disponibilidade de alimento adequado para o consumo das pós-larvas e alevinos pode ser obtida pelo manejo do viveiro, conciliando a densidade de estocagem das pós-larvas com a capacidade de produção do alimento pelo viveiro.

Devido à grande dificuldade que o produtor tem em padronizar a produção de alimento nos viveiros, tem sido utilizada com frequência a produção de zooplâncton em outros tanques para posterior fornecimento ao viveiro. Os chamados tanques de plâncton consistem em viveiros fortemente adubados para produção maciça de organismos planctônicos e, mantidos sem a introdução de peixes, constituindo-se em tanques fornecedores de alimento vivo. Como a qualidade da água deste tanque é ruim, devido ao excesso de nutrientes, é desaconselhado o seu bombeamento direto para o tanque de larvicultura. A coleta do zooplâncton tem sido feita com o auxílio de uma rede cilindro-cônica com malha aproximada 100µm. Dependendo da espécie e do tamanho das pós-larvas ou alevinos a serem alimentados, pode ser necessária a seleção de determinada classe de tamanho do plâncton. A simples passagem do filtrado em uma malha de 400µm restringe a classe de tamanho das partículas de alimento entre 100 e 400µm, permitindo um maior controle do alimento fornecido pelo produtor.

Mesmo conhecendo as exigências de consumo da espécie para a fase inicial de vida, torna-se bastante difícil manejar os viveiros para garantir a produção qualitativa e quantitativa desses itens alimentares. A complexidade dos processos de produção do alimento natural dificulta a padronização e a repetição dos procedimentos nos viveiros. Embora se possa facilmente manejar a quantidade de nutrientes, há dificuldade no controle da incidência de luz solar e da pluviosidade. Essa impossibilidade de reproduzir as condições ideais para a larvicultura e alevinagem, em viveiros externos, tem induzido produtores a buscar técnicas mais sofisticadas para maximizar a produção.

A inclusão de alimento vivo produzido em laboratório é outra possibilidade que vem ganhando importância entre os pro-

dutores de alevinos, podendo ser montada uma estrutura para produção do alimento apropriado a cada uma das diferentes fases da alevinagem. Certamente, esse procedimento eleva os custos de produção, sendo mais utilizado para suprir as fases críticas do cultivo, quando o sistema convencional propicia elevada taxa de mortalidade.

Dentre os poucos trabalhos realizados com a utilização de náuplios de artêmia, *Artemia salina*, na alimentação das fases iniciais de peixes de água doce, os resultados de crescimento e sobrevivência foram animadores, tendo sido testado com sucesso na larvicultura de tambaqui (*Colossoma macropomum*) (Portella, et al., 1999) e yamu (*Brycon siebenthalae*) (Atencio-Garcia et al., 1998). Dada a semelhança das características anatômicas e comportamentais das pós-larvas dessas espécies com as de matrinxã (*Brycon cephalus*), piracanjuba (*B. orbignyanus*), pacu-caranha (*Piaractus mesopotamicus*) e dourado (*Salminus maxillosus*), consideramos que o uso dos náuplios de artêmia na larvicultura destas espécies seja uma alternativa recomendável. Apesar da facilidade de produção de náuplios de artêmia para alimentação das pós-larvas, já que exige pequeno investimento e infra-estrutura, há carência de informações sobre o seu desempenho na engorda dos alevinos. Testes realizados com pós-larvas do linguado (*Hippoglossus hippoglossus*), alimentadas exclusivamente com artêmia, apresentaram alta porcentagem de juvenis albinos, enquanto aquelas alimentadas com plâncton selvagem mostraram um padrão normal de pigmentação (Naess et al., 1995).

O uso de dietas artificiais é uma alternativa atraente, devido à facilidade de armazenagem e mais baixo custo, porém, apresenta problemas para garantir o suprimento nutricional exigido pelas pós-larvas em partículas tão pequenas que possam ser consumidas pelos peixes, associado à falta de estímulo para o consumo do alimento inerte, à capacidade de assimilação dos ingredientes e à perda de nutrientes hidrossolúveis antes da ingestão. A utilização de dietas artificiais deve levar em consideração a frequência de alimentação, pois ao contrário do alimento vivo, que

permanece na coluna de água após o fornecimento, as rações afundam e podem ficar fora do alcance dos peixes, dependendo do comportamento alimentar da espécie em questão. A melhor frequência de alimentação observada para pós-larvas de tilápia nilótica, *Oreochromis niloticus*, foi de quatro a cinco vezes ao dia (Sanches & Hayashi, 1998).

Além da composição da dieta e da palatabilidade, o sucesso da alimentação dos peixes pode estar associado à forma de apresentação da dieta. Fernandes et al. (1998) verificaram que alevinos de pintado, *Pseudoplatystoma coruscans*, submetidos ao mesmo manejo alimentar e com dietas semelhantes, apresentaram maior ganho de peso, quando a dieta foi fornecida na forma úmida, em comparação com a ração peletizada.

A existência de canibalismo durante a fase da larvicultura pode estar associada exclusivamente à escassez de alimento, porém, existem espécies de peixes que normalmente mostram este comportamento. Vários autores, dentre eles, Zaniboni Filho et al. (1988), Gomes (1997) e Atencio-Garcia et al. (1998), têm demonstrado que os peixes que apresentam canibalismo no início da alimentação, exibem um crescimento acelerado e uma melhor condição fisiológica. Dentre os peixes migradores brasileiros, merecem destaque quanto ao canibalismo na fase larval, o matrinxã e a piracanjuba (*Brycon* spp.) e o dourado (*Salminus* spp.). Ambos os gêneros apresentam rápido crescimento durante esta fase, atingindo tamanho comercial de alevino cerca de 30% mais cedo que as espécies não canibais.

Para as espécies que apresentam elevado canibalismo, como aquelas pertencentes aos gêneros *Salminus* e *Brycon*, tem-se utilizado a inclusão de larvas de outras espécies, a fim de diluir a predação intra-específica. Woynarovich & Sato (1989) reportam que a maior taxa de sobrevivência foi obtida na larvicultura de matrinxã, *Brycon lundii*, quando foram adicionadas larvas de outros peixes como alimento. Senhorini et al. (1998) sugerem uma proporção de cinco larvas da espécie forrageira para cada pós-larva canibal, tendo realizado trabalho com piracanjuba, *Brycon orbignyanus*.

MANEJO

A variação de tamanho dos peixes observada durante a alevinagem, quando são normalmente estocadas pós-larvas de mesma idade, pode ser resultado de diferenças genéticas que definem taxas de crescimento distintas, porém, a escassez de alimento pode acentuar a heterogeneidade de tamanho dos alevinos produzidos. Essa condição representa dificuldades no manejo para a comercialização, obrigando o piscicultor a fazer uma seleção para venda por classes de tamanho ou mesmo, mantendo os indivíduos menores no tanque de alevinagem para atingirem o tamanho de mercado. Além do ciclo de alevinagem ocupar o tanque por um tempo adicional, a variação de tamanho é um fator importante para o desenvolvimento de comportamento canibal. Qin & Fast (1996) observaram que o canibalismo em alevinos de *snakhead*, *Channa striatus*, foi incontrolável quando os indivíduos maiores apresentavam tamanho de 2,8 vezes superior aos menores.

A separação dos peixes por classes de tamanho tem sido uma prática recomendada durante a alevinagem, reduzindo os problemas causados pela heterogeneidade de tamanho e possibilitando a comercialização simultânea do tanque alevinagem. Na larvicultura de *seabass*, *Lates calcarifer*, além de um adequado manejo alimentar, o canibalismo é controlado pela seleção por tamanho na segunda e quarta semana, e a não-classificação por tamanho pode conduzir à mortalidade por canibalismo de até 90% (Dhert et al., 1992).

PRINCIPAIS PREDADORES

Durante a fase inicial do desenvolvimento, o tecido germinativo é protegido de choques mecânicos, ataque de predadores e parasitas pela membrana do ovo. Apesar dessa proteção, os ovos são suscetíveis ao ataque de bactérias, fungos e componentes do zooplâncton.

Problemas com bactérias estão associados à elevada concentração de matéria orgânica na água de incubação, onde a presença de substrato favorável ao desenvolvimento das bactérias permite a proliferação de colônias e o sucesso do ataque dessas à membrana dos ovos.

Esporos de fungos como a *Saprolegnia*

apresentam ampla distribuição e estão presentes na maioria das unidades de cultivo, bastando o aparecimento de condições favoráveis para que se desenvolvam rapidamente. Durante a fase de incubação, instalam-se inicialmente sobre os ovos gorados, porém, com o crescimento das hifas, acabam formando uma rede que prende aleatoriamente ovos viáveis, que, através do contato, passam a ser atacados. Quanto mais longa a fase de incubação ou menor a taxa de fertilização, maior probabilidade de ataque por fungos, sendo normalmente realizada a retirada de massa de ovos fungados, por sifonagem, ou mesmo feito o tratamento dos ovos com banhos de verde de malaquita, a 1 ppm. Devido ao efeito carcinogênico do verde de malaquita, sua utilização vem sendo evitada pelos piscicultores.

Os copépodos ciclopóides predadores são extremamente indesejáveis nas primeiras fases do cultivo de ovos e larvas de peixes, sendo apontados como importante causa de mortalidade. Durante a fase de incubação, esses organismos atacam a membrana dos ovos perfurando-a e causando a morte. Na fase larval, são competidores alimentares e também predam ativamente as larvas de peixes. Um trabalho realizado com copépodos *Mesocyclops longisetus* na predação de larvas de pintado *Pseudoplatystoma coruscans*, revela que a concentração de 10 a 20 copépodos/litro é suficiente para reduzir a taxa de sobrevivência de 70%, observada no tratamento isento destes copépodos, para 30 e 1,7%, respectivamente, depois de 25 horas de exposição (Behr et al., 1997).

Em condições de cultivo, normalmente ovos e larvas são mantidos em ambientes protegidos da predação de larvas de insetos e de outros peixes, porém, a pós-larva tem sido levada para viveiros previamente adubados para o cultivo até a fase de alevino. Nessa fase o piscicultor deve ter muito cuidado com a presença de peixes predadores, tais como lambari (*Astyanax* spp.), traíra (*Hoplias* spp.), tucunaré (*Cichla* spp.), corvina (*Plagiosciurus squamosissimus*), já que poucos exemplares podem causar grande redução na taxa de sobrevivência dos alevinos. A técnica mais utilizada para minimizar a presença de predadores duran-

te a alevinagem está associada ao esvaziamento total dos tanques antes da preparação para a estocagem com as pós-larvas, garantindo a eliminação dos predadores pela dessecação, e fazendo o enchimento do viveiro com água filtrada por telas.

A predação por larvas de insetos também pode causar grande mortalidade durante a alevinagem. O esvaziamento e a assepsia do viveiro antes da larvicultura, seguidos do abastecimento com água filtrada por telas, apresentam bons resultados na redução da comunidade de insetos predadores. Por vários anos foi aconselhada a utilização de inseticidas organofosforados para eliminação destes insetos predadores, podendo ser aplicados antes do povoamento dos viveiros ou mesmo depois da estocagem com as pós-larvas, porém, alguns destes inseticidas causam a morte de parte do zooplâncton necessária para a alimentação das pós-larvas e alevinos, reduzindo a disponibilidade de alimento. Dentre os produtos que foram mais utilizados estão o Neguvon, Folidol e Dipterex. De acordo com Garardi et al. (1986), o Dipterex em dose de 1 ppm elimina as larvas (náíades) de odonata, os cladóceros e copépodos, sobrando os rotíferos, enquanto o Folidol, usado em 0,5 ppm, mata as odonatas sem selecionar o zooplâncton. O Neguvon, semelhante ao Dipterex elimina as odonatas e os crustáceos planctônicos (cladóceros e copépodos), permanecendo os rotíferos, sendo necessária a aplicação de doses crescentes com a diminuição da temperatura da água, desde 1,7 até 4,3 ppm, quando a temperatura passa de 17 para 32°C (Zaniboni Filho et al., 1988).

Para isolar as pós-larvas dos predadores, foi aconselhado o uso de "berçários", que consistem em cercados fixos com malha fina, colocados em viveiros já adubados e com boa produção de alimento natural. Apesar da rápida difusão dessa tecnologia entre os produtores de alevinos, os resultados obtidos foram quase sempre insatisfatórios, devido à elevada mortalidade das pós-larvas e alevinos. A pequena malha da parede do cercado, necessária para impedir a entrada dos predadores, acaba reduzindo a circulação de água no interior do berçário, provocando escassez de alimento e falta de oxigênio dissolvido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATENCIO-GARCIA, V.; PARDO-CARRASCO, S.; ARIAS, A.; ZANIBONI FILHO, E.; VASQUEZ, W. Larvicultura y alevinaje del yamú, *Brycon siebenthalae*, en los Llanos Colombianos. In: CONGRESSO SUL AMERICANO DE AQUICULTURA, 1, 1998, Recife. **Resumos...** Recife: Persona, 1998. p.255.
- BALON, E.K. Terminology of intervals in fish development. **J. Fish. Res. Board Can.**, v.32, p.1663-1670, 1975.
- BEHR, E.R.; FURUYA, W.M.; FURUYA, V.R.B.; HAYASHI, C. Efeito da densidade do copépo-de ciclopóide *Mesocyclops longisetus* na predação de larvas de pintado *Pseudoplatystoma coruscans*. **Boletim do Instituto da Pesca**, São Paulo, v.24, p.261-266, 1997. Número especial.
- CURIACOS, A.P.J. Efeito da temperatura no desenvolvimento inicial de larvas de "curimatá" *Prochilodus scrofa Steindachner, 1882* (Characiformes, Prochilodontidae). Florianópolis: UFSC, 1999. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.
- DANIELS III, H.V. Acute toxicity of ammonia and nitrite to speckled trout *Cynoscion nerulosus* (Cuvier). Auburn: Auburn University - Department of Fisheries and Allied Aquacultures, 1986. Thesis (M.S.).
- DHERT, P.; LAVENS, P.; SORGELOOS, P. State of the art of Asian Seabass *Lates calcarifer* Larviculture. **J. World Aquaculture Soc.**, v.23, n.4, p.317-329, 1992.
- ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1988. 575p.
- FERNANDES, E.B.; OLIVEIRA, C.Z. C.; OLIVEIRA, M.C.P.; CARRAZA, L. R.; SENHORINI, J.A.; CECCARELLI, P.S. Desenvolvimento de alevinos de pintado, *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829) mediante alimentação artificial. In: CONGRESSO SUL AMERICANO DE AQUICULTURA, 1, 1998, Recife. **Anais...** Recife: Persona, 1998. p.59.
- FREGADOLLI, C.H. **Estudo comparativo do comportamento alimentar das larvas de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) e tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) em laboratório**. Salvador: UFBA, 1990. 174p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Bahia, 1990.
- GARADI, P.; DOMARCO, R.C.; ARAÚJO, O.J. de; PINHEIRO, C.W.L. Avaliação do uso de inseticidas (orgânicos fosforados) no combate às Odonatas e na seleção zooplancônica em piscicultura de alevinagem. In: ESTUDOS de piscicultura. Brasília: CODEVASF, 1986. p.29-36.
- GOMES, L.C. **Influência da densidade de estocagem na sobrevivência, crescimento e produtividade de larvas do matrinxã *Brycon cephalus* Günther, 1869 (Pisces: Characidae) em tanques**. Santa Maria: UFSM, 1997. 100p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, 1997.
- JEZIERSKA, B.; WITESKA, M. The influence of pH on embryonic development of common carp (*Cyprinus carpio* L.). **Arch. Ryb. Pol.**, v.3, n.1, p.85-94, 1995.
- KAFUKU, T. Changes in technique for hatching of eggs spawned in flow. **Int. J. Aq. Fish. Technol.**, v.1, p.99-108, 1989.
- LAGLER, K.F.; BARDACH, J.E.; MILLER, R.R.; PASSINO, D.R.M. **Ichthyology**. New York: John Wiley, 1962. 505p.
- MARLIAVE, J.; WHYTE, J.N.C. **Green water**: optical rather than nutritional effect. Vancouver, Canadá: Vancouver Aquarium, 1993. Folder.
- MATA, M. R.; LAZZARO, X. Quantificação experimental do consumo de zooplâncton por alevinos (<1 GR) de carpa comum, curimatã, tambaqui e tilápia do nilo. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, 13, 1999, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: UFSCar, 1999. p.135.
- NAESS, T.; GERMAIN-HENRY, M.; NAAS, K.E. Artemia or wild zooplankton as first-feed for halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus*) - implications for abnormal pigmentation. **Mass Rearing of Juvenile Fish**, v.201, p.201, 1995. Proceedings of ICES Marine Science Symposia, Bergen - June 1993.
- OSTRENSKY, A.; BOEGER, W.A.P. **Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo**. Guaíba: Agropecuária, 1998. 221p.
- PINHEIRO, J.L.P.; SILVA, M.C.N.; SILVA, M.S.; SOARES, M.A.A.Q.; SOUZA, N.H. **Produção de alevinos: tecnologia aplicada nas estações de piscicultura da CODEVASF no baixo São Francisco**. Brasília: CODEVASF, 1988. 27p.
- PORTELLA, M.C.; CARNEIRO, D.J.; RAZZANTE, C. Desenvolvimento e sobrevivência de larvas de tambaqui *Colossoma macropomum*, após substituição do alimento vivo pelo artificial. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, 13, 1999, São Paulo. **Resumos...** São Carlos: UFSCar, 1999. p.533.
- QIN, J.; FAST, A.W. Size and feed dependent cannibalism with juvenile snakehead *Channa striatus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v.144, p.313-320, 1996.
- RUSSO, R.C. Ammonia, nitrite and nitrate. In: RANG, G.M.; PETROCELLI, S.R. (Ed). **Fundamentals of aquatic toxicology: methods and applications**. Washington: Hemisphere, 1985. p.455-471.
- SANCHES, L.E.F.; HAYASHI, C. Efeito da frequência de alimentação no desempenho de larvas de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus* L.) durante a reversão sexual. In: CONGRESSO SUL AMERICANO DE AQUICULTURA, 1, 1998, Recife. **Resumos...** Recife: Persona, 1998. p.4.
- SENHORINI, J.A.; FIGUEIREDO, G.M.; FONTES, N.A.; CAROSFELD, J. Larvicultura e alevinagem do pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) e seus respectivos híbridos. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v.1, n.2, p.19-30, 1988.
- SENHORINI, J.A.; GARPAP, L.A.; FRANÇOZO, A. Reprodução induzida e incubação de larvas da "piracanjuba", *Brycon orbignyanus* (Pisces Characidae). In: CONGRESSO SUL AMERICANO DE AQUICULTURA, 1, 1998, Recife. **Resumos...** Recife: Persona, 1998. p.281.
- SILVA, L.V.F.; LOPES, J.M.; BALDISSEROTTO, B. Influência do pH da água na sobrevivência e crescimento de larvas de jundiá *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824, Pisces, Pimelodidae) em duas épocas de desovas. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, 13, 1999, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: UFSCar, 1999. p.417.
- VINATEA-ARANA, L.A. **Princípios químicos de qualidade da água em aqüicultura: uma revisão para peixes e camarões**. Florianópolis: UFSC, 1997. 166p.
- WOYNAROVICH, E. **Tambaqui e pirapitinga: propagação artificial e criação de alevinos**. Brasília: CODEVASF, 1986. 68p.
- WOYNAROVICH, E.; HORVATH, L. **A propagação artificial de peixes de águas tropicais: manual de extensão**. Brasília: FAO/ CODEVASF/CNPq, 1983. 220p.
- WOYNAROVICH, E.; SATO, Y. Special rearing of larvae and post-larvae of matrinxã (*Brycon lundii*) and dourado (*Salminus brasiliensis*). In: WORKSHOP ON LARVAL REARING OF FINFISH, 1, 1989, Pirassununga. **Abstracts...** Pirassununga: CIDA/ ICSU/CASAFA, 1989. p.134-136.
- YAMANAKA, N. **Descrição, desenvolvimento e alimentação de larvas e pré-juvenis do pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887, Teleostei, Characidae), mantidos em confinamento**. São Paulo: USP, 1988. 125p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, 1988.
- ZANIBONI FILHO, E. **Incubação, larvicultura e alevinagem do tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier 1818)**. São Carlos: UFSCar, 1992. 202p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos, 1992.
- ZANIBONI FILHO, E.; BARBOSA, N.D.C. Larvicultura na CEMIG. In: ENCONTRO ANUAL DE AQUICULTURA, 10, 1992, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Associação Mineira de Aqüicultura, 1992. p.36-42.
- ZANIBONI FILHO, E.; TORQUATO, V.C.; BARBOSA, N.D.C.; MEIRELES, A.D. Considerações sobre a reprodução induzida e larvicultura do dourado, *Salminus maxillosus* (Valenciennes, 1894). In: ENCONTRO ANUAL DE AQUICULTURA, 6, 1988, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Associação Mineira de Aqüicultura, 1988. p.23.

Produção de organismos zooplanctônicos utilizados na alimentação de peixes nativos brasileiros na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Furnas (EHPF)

Weber Pires de Sá Júnior¹

Resumo - Diversos organismos são utilizados como alimento vivo em aqüicultura. Dentre eles destacam-se os de água doce mais comuns: o rotífero *Brachionus calyciflorus* e *Brachionus rubens*, além dos microcrustáceos *Daphnia* sp., *Moina micrura*, *Diaphanosoma birgei*, as chamadas pulgas-d'água, cladóceros de água doce. Na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Furnas (EHPF), o cultivo destes organismos é feito em tanques de concreto com 200m², onde ocorre o predomínio de espécies próprias do plâncton nativo. Apresentam-se os procedimentos de cultivo e dispositivos utilizados no manejo dos tanques para se obter uma produção massal, além de orientações técnicas importantes para o sucesso no cultivo destes organismos.

Palavras-chave: Zooplâncton; Alevinagem; Plâncton; Aqüicultura.

INTRODUÇÃO

Organismos zooplanctônicos são organismos de vida livre que vivem em suspensão na água doce ou salgada e que se alimentam principalmente de microalgas e bactérias, através de sistemas especiais de filtração, selecionando as pequenas partículas orgânicas em suspensão. Vários organismos estão representados no plâncton dentre eles os Rotífera e Crustácea, dos quais vários são cultivados para serem utilizados como alimento vivo de alevinos de peixes.

ORGANISMOS ZOOPLANCTÔNICOS UTILIZADOS EM AQUICULTURA

Rotífera

Os Rotíferos são considerados os organismos zooplanctônicos mais inferiores do grupo dos invertebrados relacionados com os vermes nematódeos. Existem três classes de rotífera: Seisisonidea, na qual

se encontra a maioria das formas marinhas; Bdelloidea, classe dos grupos somente de produção assexuada e Monogononta, na qual se encontram os *Brachionus calyciflorus*, *Brachionus rubens* e *Brachionus plicatilis* (Wallace & Snell, 1989). Os monogonontas têm um ciclo de vida partenogenético, o qual contém ambas as fases reprodutivas tanto assexuada quanto sexuada (Bircky & Gilbert, 1971 e King & Snell, 1977). A maior parte da vida destes organismos é passada na fase assexual, mas em respostas a estímulos especiais do meio ambiente poderá ocorrer a reprodução sexual simultaneamente com a assexual. Os estímulos que disparam o processo sexual são pouco conhecidos para um grande número de espécies, mas o alimento, a ausência de estresse fisiológico e genética são considerados uma série de padrões associados ao processo.

Os rotíferos monogononta são simples morfologicamente, com corpo consistin-

do de três partes: a cabeça, o tronco e o pé. A locomoção é feita pela banda de cílios circulares em torno da cabeça, que é chamada de coroa. A carapaça externa que protege o corpo é chamada de lórica e possui distintas formas e adornos. A lórica possui um espinho anterior e outro posterior com função de defesa e/ou dispositivo de flutuação (Fig. 19).

Os rotíferos são compostos por aproximadamente 950 células e possuem sistemas especializados: nervoso, digestivo, excretor e reprodutivo. O pé alonga na parte posterior possuindo função de fixação em substratos. Embora, *Brachionus plicatilis*, *B. rubens* e *B. calyciflorus* sejam rotíferos planctônicos verdadeiros, nadando continuamente na coluna d'água. Este comportamento, sua baixa velocidade de natação e a ausência de defesa contra predadores os tornam presas fáceis de ser ingeridas por diversos tipos de predadores. Assim, estas espécies adaptam-se perfeitamente a cultivos com fins alimentares.

¹Biólogo, M.Sc. Limnologia, FURNAS - Estação de Hidrobiologia e Piscicultura, Caixa Postal 120, CEP 37947-000 São José da Barra (Furnas)-MG.

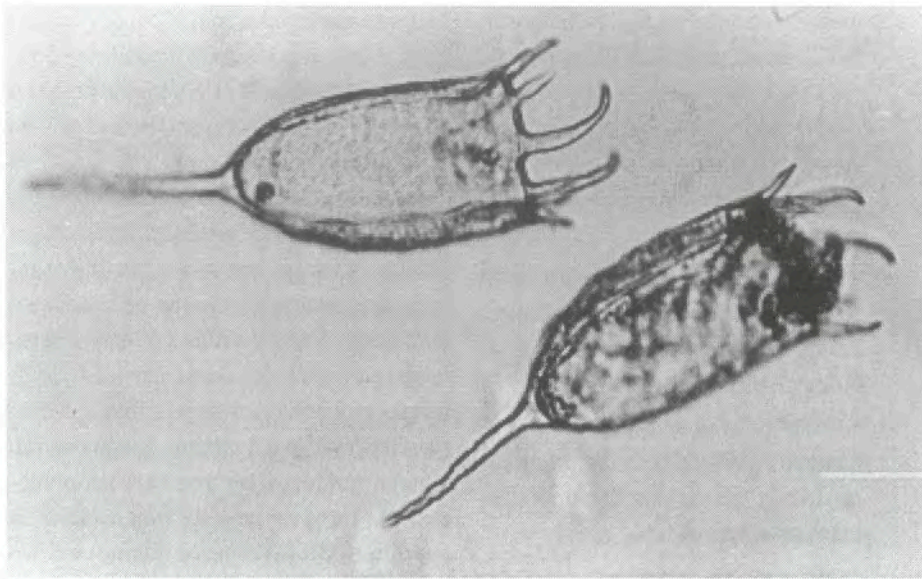


Figura 19 - *Brachionus calyciflorus* cultivados em tanques da Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Furnas, x400

Crustáceos

Esta classe apresenta uma enorme quantidade de espécies de diferentes ordens com grande quantidade de representantes da fauna marinha, porém serão descritos somente os de água doce da família Daphniidae, ordem dos Cladóceras, em geral chamados de pulgas-d'água. Este nome comum é resultado não só do tamanho corporal, mas também do seu típico movimento na água, tais como pequenos saltos. Os principais gêneros *Daphnia* e *Moina* são os mais comuns utilizados como alimento vivo por várias espécies de peixes de água doce, tanto adultos quanto jovens. Existe uma grande variação no tamanho destes organismos, em geral as *Daphnias* são as maiores, chegando a duas vezes o tamanho de *Moinas* adultas, que medem de 700 a 1000µm de comprimento, cerca de duas vezes e meia o tamanho dos *Brachionus*. Em Singapura, *Moina micrura* cresce em tanques, geralmente fertilizados com esterco de galinha ou porco (May et al., 1984) e são amplamente utilizados como alimento para pós-larvas de vários peixes ornamentais, com 95 a 99% de sobrevivência. Cladóceras ocorrem na maior parte de lagos, açudes e rios com pouco movimento, utilizando-se de material orgânico naturalmente existente. Porém, várias espécies requerem diferentes condições ambientais

para o ideal de crescimento, o que normalmente ocorre em breves períodos (Sipaúba-Tavares & Colus, 1997).

Os cladóceras possuem um corpo constituído de uma cabeça e um tronco com cinco pares de apêndices com funções diversas (filtração, respiração, manipulação etc.) e, na cabeça, dois pares de antenas, sendo duas antênulas que identificam o dimorfismo sexual e duas antenas utilizadas principalmente para locomoção. Possuem ainda um grande olho composto sobre a pele entre as duas metades da cabeça, que, na maioria das vezes, se apresenta ornamen-

tada com protuberâncias espinhosas, sendo então chamadas de elmo. Sua carapaça forma duas conchas convexas que abrigam seus órgãos internamente. Reproduzem-se predominantemente por partenogênese (reprodução assexuada), onde as fêmeas incubam seus embriões dentro da própria carapaça (Fig. 20).

Daphnias adultas podem botar até 100 ovos entre três e quatro dias e cada fêmea chega a produzir até 25 desovas durante sua vida (Ivleva, 1969). *Moina* reproduz-se com quatro a sete dias de idade com desovas de 4 a 22 embriões por fêmea, produzindo até seis desovas durante seu tempo de vida (Ivleva, 1969 e Conklin & Provasoli, 1977).

CULTIVOS DE ORGANISMOS ZOOPLANCTÔNICOS DE ÁGUA DOCE PARA ALIMENTAÇÃO DE ALEVINOS DE PEIXES NATIVOS

Atualmente, são bastante comuns os cultivos de espécies marinhas, tais como: *Brachionus plicatilis* e o de náuplius de *Artemia salina* recém-eclodidos para alimentação de pós-larvas e alevinos de diversas espécies de peixes carnívoros de água doce, tais como o pintado, dourado, jaú, pirá etc.

Porém, a dificuldade em manter grandes volumes de cultivos em água marinha longe do litoral e o investimento em laboratórios inviabilizam em grande parte o cultivo

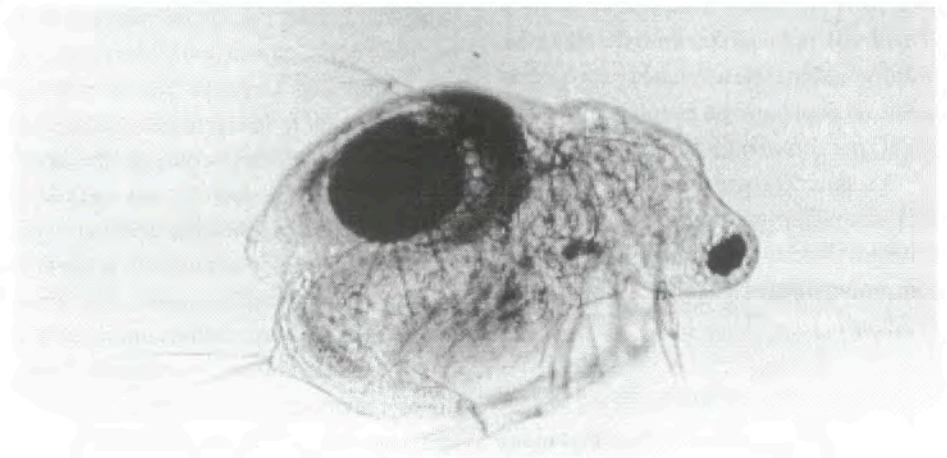


Figura 20 - *Moina* sp. cultivada na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Furnas, apresentando ovo de resistência (efípio) na parte dorsal externa da carapaça, x100

destes organismos por produtores rurais ou aqüicultores do interior.

Assim, optamos por desenvolver uma tecnologia simplificada que pudesse ser amplamente difundida para este grupo de pessoas.

O cultivo dos organismos de água doce requer basicamente quatro elementos distintos: água de boa qualidade, alimento adequado e controle de luz e temperatura.

Os organismos podem também ser cultivados em meios de culturas puros, em laboratórios, ou mistos, em ambientes abertos. Os meios puros são mais adequados a cultivos intensivos, enquanto os mistos são mais adequados aos cultivos extensivos de peixes (Nascimento, 1989).

Como iniciar cultivos mistos de organismos zooplancônicos em sistemas extensivos

O cultivo em escala extensiva de organismos zooplancônicos pode ser feito em tanques comuns escavados em terra ou em alvenaria, de forma que os organismos se desenvolvam naturalmente no ambiente aberto. A principal condição do cultivo nesta modalidade é essencialmente a água de boa qualidade, ou seja, sem apresentar contaminantes vindos de lavoura ou fontes de poluição antrópica. O volume do tanque poderá variar, conforme a quantidade de organismos que se deseja produzir e as necessidades de alimento para as pós-larvas e alevinos da piscicultura. Segundo Sharma et al. (1990), a utilização do NPK (18:18:10), aplicado na dose de 60 kg/ha, mostrou-se bastante adequada para o incremento da população de zooplâncton (1.900 org./ℓ) para ambientes tropicais.

A seguir descrevem-se os procedimentos para iniciar um cultivo de organismos zooplancônicos em um tanque de 200m² com profundidade média de 1,40m e volume de 320m³.

Preparo do tanque

a) completar todo o volume do tanque com água proveniente de açude, lago ou rio que apresente boa qualidade;

b) executar a adubação inicial composta basicamente de esterco de suíno tratado exclusivamente com ração para matrizes (a utilização de esterco de suínos tratados com restos de alimento não apresenta um bom resultado);

c) complementar esta adubação com NPK - 4,8kg de sulfato de amônio, 2,5kg de superfosfato simples e 4,8kg de cloreto de potássio;

d) colocar a cada sete dias, aproximadamente, 100kg de esterco de suíno até que o tanque adquira uma cor marrom-esverdeada;

e) completar toda semana, o nível da água no tanque, com a quantidade de água evaporada.

Com este procedimento espera-se que entre o 20^o e o 30^o dia os organismos se desenvolvam abundantemente com predomínio de cladóceros (*Moina* sp., *Daphnia* sp. e *Diaphanosoma* sp.) e rotíferos (*Brachionus* sp.). Mantendo-se o tanque nestas condições, ele poderá variar sua produção, dependendo da quantidade de luz e da temperatura ambiental. Porém, em média durante três meses, o tanque suprirá as necessidades de, aproximadamente, cinco mil alevinos de trairão ou mil alevinos de dourado. Estudos conduzidos por Pinto-Coelho et al. (1997), em tanques de plâncton da Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Furnas (EHPF), mostraram que o zooplâncton cultivado nestes moldes apresenta maior valor nutricional nas primeiras horas da noite, quando então deveriam ser oferecidos aos alevinos. Recomenda-se ainda reiniciar todo o processo, quando as amostras de cladóceros começarem a apresentar ovos de resistência ou quando a quantidade de organismos declinar rapidamente. Para se obter um ciclo produtivo durante o ano, o ideal é manter no mínimo quatro tanques com culturas em fases distintas de desenvolvimento, para se alcançar este resultado basta iniciar cada tanque com uma diferença de 30 dias um do outro.

Procedimentos de coleta

Para a coleta dos organismos, utilizam-

se basicamente redes com 30cm de diâmetro e 50cm de comprimento formando um cone de tecido de poliéster com malha de 70 ou 100µm (micrômetro), capaz de reter a maioria dos rotíferos que mede em torno de 400µm e também os cladóceros com 700 a 1000µm de diâmetro. Para a concentração dos organismos fazem-se arrastos sucessivos sub-superficialmente ao tanque de produção. O material retido na rede vai sendo transferido para um balde com capacidade de 25 litros, contendo água limpa e fresca. Deve-se considerar que à medida em que se vão concentrando os organismos zooplancônicos, torna-se necessária a aeração da água do balde, para que os organismos não morram por falta de oxigenação durante o procedimento de coleta. Após a transferência do material para o balde utiliza-se uma tela tipo mosquiteira para separar os organismos de materiais grosseiros, tais como folhas, insetos, restos de material orgânico não-degradado etc., antes que estes possam ser utilizados na alimentação dos alevinos (Fig. 21). Durante a alimentação dos alevinos, recomendam-se colocar pequenas quantidades por vez, durante três vezes ao dia e logo nas primeiras horas da noite. Desta forma, evita-se que a água dos viveiros seja afetada por acúmulo de alimento não-aproveitado pelos peixes e que poderia concorrer com o consumo de oxigênio da água.

Cultivo de rotíferos de água doce

Características da água de cultivo

Os rotíferos *Brachionus calyciflorus* e *Brachionus rubens* são os rotíferos de água doce mais comumente utilizados em culturas. Vários estudos têm examinado a performance do cultivo massal de rotíferos de água doce, procurando identificar as melhores condições do cultivo (Schlüter, 1980, Schlüter & Groeneweg, 1981 e Groeneweg & Schlüter, 1981). Experimentos críticos ainda não foram executados no intuito de definir a temperatura ideal para o cultivo, mas várias observações sugerem que estes rotíferos toleram altas temperaturas.

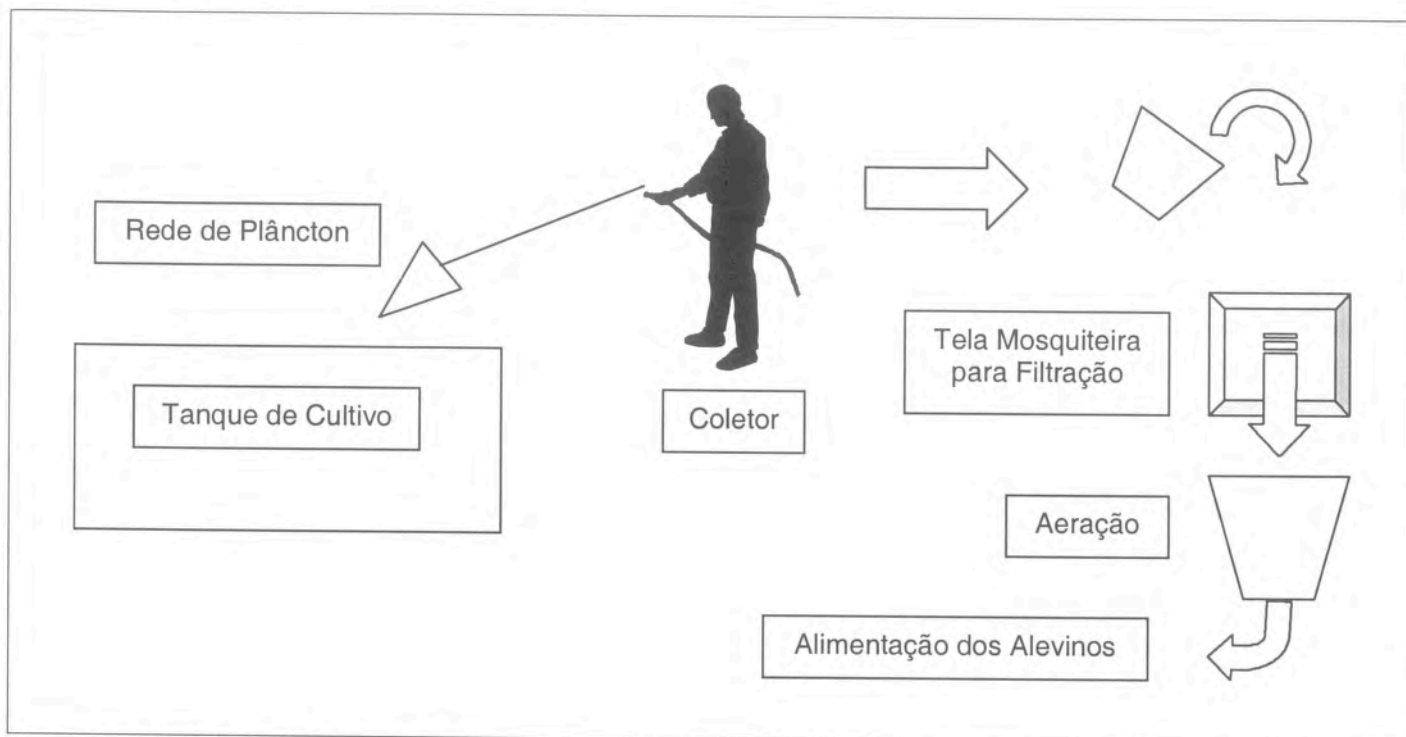


Figura 21 - Procedimento de coleta dos organismos zooplânctônicos

Groeneweg & Schlüter (1981) observaram ótimo desenvolvimento de populações de *B. rubens* em tanques de algas tratados com dejetos de porcos entre junho e agosto, onde a variação da temperatura foi de 10 a 25°C. Neste período, a produção manteve-se alta com as densidades de rotíferos fluando entre 200 e 600 indivíduos/ml. Nossa experiência com *B. calyciflorus* em cultivos mistos sugere que o melhor crescimento ocorre entre 25 e 31°C, mas a temperatura ideal ainda não é conhecida.

A composição iônica da água doce varia enormemente de uma região para outra. Na EHPF os melhores resultados foram observados para *B. calyciflorus* em cultivo massal em tanques de concreto armado de 200m² e volume de 320m³, adubados com esterco de suínos tratados exclusivamente com ração de matrizes (Sá-Júnior, 1994), sendo que a água do cultivo apresentava-se moderadamente dura com pH ligeiramente alcalino.

Meio de cultura sintético

Um meio sintético que procura criar as mesmas condições do ambiente externo constitui-se de 96mg de NaHCO₃, 60mg de CaSO₄ 2 H₂O, 60mg MgSO₄ e 4mg KCl

em um litro de água deionizada. A dureza deste meio é algo em torno de 80 a 100mg CaCO₃/l e alcalinidade de 60 a 70mg/l.

O rotífero *B. calyciflorus* tolera uma larga variedade de água doce, porém alguns cuidados devem ser tomados para confirmar se a água local é própria antes de iniciar um cultivo em larga escala. Outras condições para o sucesso da cultura massal de *B. calyciflorus* incluem o pH entre 6 e 8 a 25°C, com limites inferior e superior letal de 9,5 e 4,5, respectivamente. Os níveis de oxigênio podem chegar até 1,2mg/l sustentando ainda o crescimento, mas níveis de oxigênio abaixo de 0,7mg/l são extremamente limitantes. A reprodução de *B. calyciflorus* em culturas é também inibida pela presença de níveis de amônia entre 3 e 5mg/l com a mortalidade ocorrendo com pequenas variações acima destes níveis de concentração.

Requerimento alimentar

Várias espécies de microalgas têm sido testadas como dieta de *B. calyciflorus* e *B. rubens*. Oito espécies foram investigadas por Schlüter (1980). *Scenedesmus costatogranulatus*, *Kirchneriella contorta* e *Chlorella fusca* foram as que

melhor se apresentaram. Pourriot et al. (1987) encontraram *Chlorella pyrenoidosa*, *Phacus pyrum* e *Ankistrodesmus convolutus*, igualmente adequadas à alimentação de *B. rubens*. Na EHPF, verificou-se que as algas mais abundantes nos tanques de cultivo foram *Phacus longicauda*, *Trachelomonas* sp., *Pachus onyx*, *Leponcinclis ovum*, *Pediastrum duplex* e *Pandorina* sp.; o predomínio são de espécies flageladas, principalmente as pertencentes à divisão das Euglenophyta, porém com abundância de uma Cyanophyta, *Microcystis flos-aquae* e de uma Diatomácea, *Aulacoseira granulata*. Experiências com cultivos externos de *B. calyciflorus* utilizaram-se de culturas de *Chlorella* sp. para a alimentação dos mesmos com resultados satisfatórios (Mitchell, 1986). Isto demonstra como várias espécies de algas podem ser utilizadas na alimentação destes organismos.

Pilarska (1972) comparou culturas de rotíferos alimentados com *Chlorella vulgaris* e com a bactéria *Aerobacter aerogenes* e descobriu que os rotíferos alimentados com algas produziram duas vezes mais ovos do que os alimentados com bactérias.

CONCLUSÃO

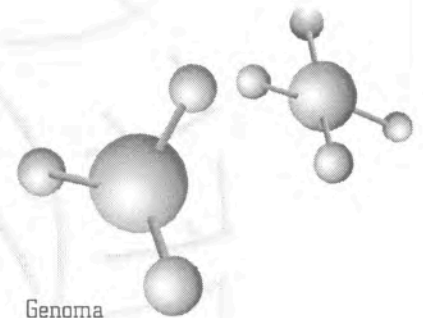
Os organismos zooplânctônicos são excelentes fonte de alimento natural para peixes, principalmente durante os primeiros 30 dias, por apresentarem as características nutricionais que atendem às necessidades dos alevinos. O tamanho adequado aliado às qualidades nutricionais são reconhecidamente essenciais para assegurar a sobrevivência e o desenvolvimento das larvas e alevinos das espécies nativas brasileiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIRCKY, C.W.; GILBERT, J.J. Partenogenesis in rotifers: the control of sexual and sexual reproduction. **American Zoologist**, Thousand Oaks, Ca, v.11, p.245-266, 1971.
- CONKLIN, D.E.; PROVASOLI, L. Nutritional requirements of water flea *Moina macrocopa*. **Biological Bulletin**, Lancaster, v.152, p.337-350, 1977.
- GROENEWEG, J.; SCHLÜTER, M. Mass production of freshwater rotifers on liquid wastes – II: mass production of *Brachionus rubens* Ehrenberg 1838 in the effluent of high-rate algal ponds used for the treatment of piggery waste. **Aquaculture**, Amsterdam, v.25, n.1, p.25-33, 1981.
- IVLEVA, I.V. **Mass cultivation of invertebrates, biology and methods**. [Russia]: Academy of Sciences of the U.S.S.R./All-Union Hydrobiological Society, 1969. 148p.
- KING, C.E.; SNELL, T.W. Sexual recombination in rotifers. **Heredity**, Edinburgh, v.39, p.357-413, 1977.
- MAY, R.C.; PULLIN, R.S.V.; JHINGRAN, V.G. (Ed.). **ASIAN REGIONAL WORKSHOP ON CARP HATCHERY AND NURSERY TECHNOLOGY**, 1984, Manila, Philippines. **Summary Report...** Manila, 1984. p.1-3.
- MITCHELL, S.A. Experiences with outdoor semi-continuous mass culture of *Brachionus calyciflorus* Pallas (Rotifera). **Aquaculture**, Amsterdam, v.51, p.289-297, 1986.
- NASCIMENTO, V.M.C. Curvas de crescimento de *Moina micrura* Kurz, 1874 e *Ceriodaphnia silvestris* criadas em laboratório. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v.2, p.53-59, 1989.
- PILARSKA, J. The dynamics of growth of experimental populations of the rotifer *Brachionus rubens* Ehrenberg 1838 Polish. **Archives Hydrobiology**, v.19, p.265-277, 1972.
- PINTO-COELHO, R.M.; SÁ-JÚNIOR, W.P.; CORGOSINHO, P.H. Variação nictemeral do status nutricional do zooplâncton em tanques de cultivo de plâncton. **Revista UNIMAR**, Maringá, v.19, n.2, p.251-235, 1997.
- POURRIOT, R.; ROUGIER, C.; BENEST, D. Qualité de la nourriture et controle de la mixis chez le rotifere *Brachionus rubens*, Ehrenberg 1838. **Bulletin de la Societe Zoologique de France**, Paris, v.111, p.105-111, 1987.
- SÁ-JÚNIOR, W.P. Production of planktonic biomass for feed alevins at the Furnas Hydrobiology and Hatchery Station. In: PINTO-COELHO, R.M. et al. (Ed.). **Ecology and human impact on lakes and reservoirs in Minas Gerais**. Belo Horizonte: SEGRAC, 1994. p.133-142.
- SCHLÜTER, M. Mass culture experiments with *Brachionus rubens*. **Hydrobiologia**, v.73, p.45-50, 1980.
- SCHLÜTER, M.; GROENEWEG, J. Mass production of freshwater rotifers on liquid wastes – I: the influence of some environmental factors on population growth of *Brachionus rubens* Ehrenberg 1838. **Aquaculture**, Amsterdam, v.25, n.1, p.17-24, 1981.
- SHARMA, O.P.; RAJBANSHI, V.K.; SHARMA, L.L. NPK fertilization: production of fish food organisms in relation to water characteristics. In: **ASIAN FISHERIES FORUM**, 2, 1990, Manila. [Anals...] Manila, Philippines: Asian Fisheries Society, 1990.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; COLUS, D.S.O. Estrutura da comunidade fitoplânctônica em dois viveiros de cultivo semi-intensivo de peixes (Jaboticabal, São Paulo, Brasil). **Bol. Lab. Hidrobiol.**, São Luís, Maranhão, v.10, p.51-64, 1997.
- WALLACE, R. L.; SNELL, T. W. Rotifera. In: THORP, J.H.; COVICH, A.P. (Ed.). **Ecology and systematics of North American Freshwater Invertebrates**. New York: Academic Press, 1989.

Não perca o próximo
Informe Agropecuário
e fique por dentro do assunto do momento:

biotecnologia
a nova fronteira agropecuária



Genoma

Variedades transgênicas

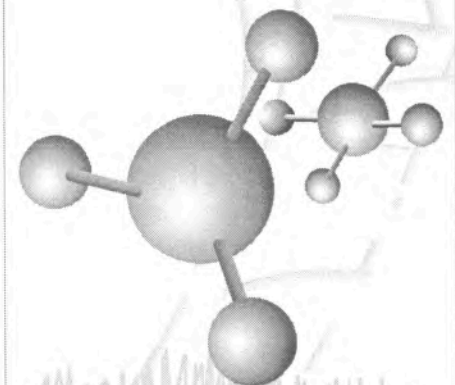
Biologia molecular

Biosegurança

Biotecnologia aplicada à agroindústria

Genética molecular

Cultivo de plantas in vitro



Leia e assine o
INFORME AGROPECUÁRIO



EPAMIG

Assinaturas: (31) 273-3544 ramal 137 ou 149

Estresse e sua importância para a piscicultura

*Eve Duarte Holanda¹
Lincoln Pimentel Ribeiro²
Luciene Corrêa Lima³*

Resumo - O íntimo contato do peixe com o ambiente em que vive faz com que ele se torne muito sensível às variações que ocorrem neste meio, ocasionando o estresse. Mudanças abruptas na temperatura e nos parâmetros físico-químicos da água, interações sociais (predação, parasitismo, competição intensiva por espaço, alimento ou parceiros sexuais) e a interferência humana, incluindo práticas de aquacultura (captura, manuseio, transporte, aumento de densidade) e poluição da água (baixo pH, metais pesados e químicos orgânicos) vão levar a uma resposta do organismo do animal. Os efeitos do estresse, que pode ocorrer em uma população de peixes, levam a significativas perdas que podem ser econômicas e/ou ambientais.

Palavras-chave: Peixe; Piscicultura; Estresse.

INTRODUÇÃO

Ao se fazer a domesticação e/ou adaptação dos animais a diferentes formas de criação, necessárias para produção comercial, deparamos com inúmeras dificuldades, dentre elas, o estresse. Isto ocorre nas diferentes espécies domésticas e também em peixes, gerando perdas econômicas significativas, devido à redução na produtividade.

Esse estresse pode ser definido como uma condição na qual o equilíbrio dinâmico do organismo do animal (homeostase) é quebrado, como um resultado de ações de um estímulo intrínseco e/ou extrínseco, chamado estressor (Pickering, 1981).

Recentemente, tem-se verificado que os principais mecanismos do controle neuroendócrino de resposta ao estresse em peixes são comparáveis aos existentes em mamíferos e outros animais terrestres, apesar de muitas reações serem típicas para

o grupo.

Particularidades, como o íntimo contato do peixe com o ambiente aquático pelas brânquias, que são estruturas muito permeáveis, tornam-no muito vulnerável a águas poluídas. Por exemplo, químicos tóxicos, como organofosforados e metais pesados, são importantes estressores para peixes, mais do que para animais terrestres.

Diferentes fatores como temperatura e qualidade da água, estações do ano, idade, condições fisiológicas, fatores sociais, características individuais herdáveis ou adquiridas e mesmo linhagens ou espécies diferentes, bem como mudanças abruptas ou extremas no ambiente físico (temperatura, turbidez, salinidade), interações sociais (predação, parasitismo, competição intensiva por espaço, alimento ou parceiros sexuais) e interferência humana, incluindo práticas de aquacultura (captura, manuseio, transporte, aumento de densidade) e poluição da água (baixo pH, metais pe-

sados e químicos orgânicos) vão levar a uma resposta (Bonga, 1997). Tais fatores, individualmente ou juntos, podem impor considerável estresse no sistema fisiológico do peixe (Adams, 1990).

FISIOLOGIA DA RESPOSTA AO ESTRESSE

A resposta ao estresse envolve o sistema nervoso (nervos simpáticos e células cromafins) e o sistema endócrino (eixo hipotálamo-hipófise-células interrenais), que podem ser divididos em três etapas:

- a) resposta primária: ocorre ativação dos centros cerebrais, resultando em massiva liberação de catecolaminas (Cas) e corticosteróides;
- b) resposta secundária: ações imediatas e efeitos destes hormônios no sangue e nos tecidos, incluindo aumento do batimento cardíaco, consumo de

¹Veterinária, Mestranda Medicina Veterinária Preventiva, UFMG - Escola de Veterinária, Caixa Postal 567, CEP 30123-970 Belo Horizonte-MG. E-mail: eveholan@hotmail.com

²Veterinário, Dr., Prof. Adj. UFMG - Escola de Veterinária, Caixa Postal 567, CEP 30123-970 Belo Horizonte-MG.

³Veterinária, M.Sc., Doutoranda Ciência Animal, UFMG - Escola de Veterinária, Caixa Postal 567, CEP 30123-970, Belo Horizonte-MG.

oxigênio, mobilização do substrato energético e distúrbio no balanço hidromineral;

- c) resposta terciária: estende-se pelo organismo e é identificada em uma população, ocorrendo inibição do crescimento, da reprodução e da resposta imune, com redução da capacidade de tolerar subsequentes e adicionais estressores (Sumpter, 1993 e Bonga, 1997).

O sistema homeostático do peixe é continuamente desafiado ou estressado por demandas normais do ambiente aquático (Wedermeier & McLeay, 1981). A exposição crônica aos estressores ambientais moderados pode resultar em diminuição da sobrevivência dos indivíduos e redução do sucesso reprodutivo, com potenciais consequências a longo prazo para a sobrevivência de populações inteiras (Thomas, 1990).

CONSEQÜÊNCIAS DA RESPOSTA AO ESTRESSE

Existem muitas conseqüências de uma elevada concentração de cortisol, mas apenas uma parte delas é conhecida, o que representa uma luz para guiar as pesquisas para os próximos anos (Sumpter, 1993). Três áreas que sofrem o efeito negativo do estresse e que são economicamente importantes para a aqüicultura serão discutidas a seguir.

Efeito sobre a reprodução

O sucesso da reprodução é dependente de um complicado mecanismo de controle neuroendócrino, que envolve a secreção de gonadotrofinas pela hipófise, que vão atuar nas gônadas (ovários e testículos), causando seu crescimento e também a secreção de hormônios esteróides sexuais (fêmeas - estrógeno e progesterona, machos - testosterona). Estes esteróides têm função

fisiológica e comportamental na fêmea, estimulando a produção de vitelogêneo pelo fígado, que será transportado pelo sangue, absorvido e estocado nos oócitos como o principal componente da gema; no macho atua na espermatogênese - produção de sêmen.

O estresse pode atuar reduzindo os níveis de esteróides e vitelogêneo da circulação. Em fêmeas, o estresse pode retardar a ovulação e reduzir o tamanho do ovo, em machos, pode haver diminuição no volume e porcentagem de espermatozoides, resultando em baixa fertilização e redução da taxa de sobrevivência da progênie (Sumpter, 1993).

A eficiência da reprodução é muito dependente das condições ambientais, além da temperatura e do fotoperíodo, a disponibilidade de alimento, a qualidade da água e o ambiente social podem ser decisivos (Bonga, 1997).

Efeito sobre o crescimento

A taxa de crescimento do peixe, em sistemas comerciais, é obviamente um parâmetro de extrema importância, que determina a viabilidade da aqüicultura. Daí a necessidade de conhecer os fatores ambientais, nutricionais, genéticos e fisiológicos, que controlam essa taxa (Sumpter, 1993).

A inibição do crescimento pode ser relacionada com diversos estressores físicos, químicos e sociais, incluindo mudanças rápidas na temperatura, captura, manuseio, adensamento e poluentes. A taxa de crescimento reflete, assim, a disponibilidade do alimento, o apetite, consumo, absorção intestinal e taxa metabólica. Todos estes fatores podem ser influenciados por estressores (Bonga, 1997).

Em aqüicultura, a densidade de estocagem é um importante fator que influencia a ingestão de alimentos, sendo espécie-específica. A absorção do alimento pode também ser influenciada por interações sociais (Bonga, 1997).

Estresse agudo e crônico pode estar associado com o aumento da taxa metabólica, isto é, aumento da glicemia, consumo de oxigênio e batimentos cardíacos. Porém, algumas espécies de peixes respondem à hipóxia com depressão da atividade metabólica, que é uma reação adaptativa da espécie dependente, podendo ser mediada por substâncias opióides (Bonga, 1997).

O crescimento é controlado principalmente pelo hormônio do crescimento secretado pela hipófise, e por outros como a insulina, secretada pelo fígado, hormônio da tireóide e esteróides gonadais nas fases iniciais de maturação sexual. Infelizmente, existe pouco conhecimento dos fatores que influenciam a circulação do hormônio do crescimento (Sumpter, 1993).

Catecolaminas e cortisol inibem o crescimento somático pelo estímulo ao consumo energético, gliconeogênese e lipólise, e, talvez, por via do efeito dos hormônios promotores do crescimento. Evidências para este mecanismo, ainda são escassas e podem variar de acordo com a espécie (Bonga, 1997).

Efeito sobre a sanidade

Os agentes estressores produzem um profundo e diverso efeito nos mecanismos de defesa do peixe. O efeito inibitório na resistência à doença (imunossupressão) foi demonstrado em diferentes estudos e são designados como resposta terciária (Bonga, 1997).

Muitos estressores em geral causam um rápido aumento na circulação de neutrófilos e redução nos níveis de linfócitos circulantes. A redução dos linfócitos e macrófagos pode ser causada pelo extravasamento destas células e por sua penetração no epitélio das brânquias, pele e intestino do peixe estressado. A função das células B e T torna-se afetada e isto é frequentemente associado com a queda de resistência a patógenos oportunistas (bactérias, fungos, protozoários, vírus), resultando em doen-

ças e mortalidade (Ellis, 1981 e Bonga, 1997).

Em determinada investigação em que foram usados citometria e anticorpos específicos para linfócitos (Ly) T, B e neutrófilos, demonstrou-se que o manuseio e transporte de bagre de canal, induz a uma diminuição de Ly B circulantes, mas aumenta os níveis sanguíneos de Ly T.

A resposta a um estressor agudo, transporte, por exemplo, pode ser muito complicada, variando inclusive de uma espécie para outra. Salmões mostraram alta mortalidade, quando infectados por *Vibrio anguillarum*, imediatamente após o transporte, ou passados oito dias. Já a infecção, 24 horas depois, resultou em uma sobrevivência mais alta. Estes experimentos demonstraram uma rápida depressão imune, seguida por uma imunoestimulação transitória e finalizando em mais uma supressão crônica das funções imunes.

O efeito da temperatura pode ser também complicado. Existem muitos relatos em que abruptas ou drásticas mudanças de temperatura podem provocar uma resposta ao estresse que inclui a supressão da imunidade específica e inespecífica. Mudanças na temperatura podem ter efeito no sistema imune, sem estarem relacionadas com a resposta ao estresse (Bonga, 1997).

Em temperaturas mais altas, os peixes podem responder a antígenos mais rápido e de modo mais potente. Nas temperaturas baixas, o período de intervalo pode ser longo ou existir uma completa ausência da resposta imune (Ellis, 1981).

Muitos peixes são portadores assintomáticos de patógenos ou estes patógenos fazem parte do ambiente aquático (Richards & Roberts, 1981). Sob condições ambientais favoráveis, eles são controlados. Contudo, o sistema imune pode ser suprimido pela ação de estressores e o agente causador de doença pode-se multiplicar, ganhar o controle e matar o hospedeiro (Anderson, 1990), o que ocasiona

significativas perdas para o produtor.

Cuidados práticos

O monitoramento das condições ambientais em que os peixes estão sendo criados é de vital importância. O controle destas variáveis vai estar relacionado diretamente com o desempenho produtivo e reprodutivo do plantel e com a resistência a doenças, devido às conseqüências do estresse.

Para cada espécie de peixe produzida comercialmente, são conhecidos os parâmetros mínimos de qualidade de água que propiciam um crescimento favorável, como a faixa ideal de temperatura, teores de oxigênio dissolvido sempre acima de 40% de saturação, densidade de estocagem relacionada com o fluxo de água, ração balanceada em função do estágio de desenvolvimento, forma e horário de arraçoamento, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio, pH, dureza, teores de substâncias tóxicas como a amônia, entre outros, conforme revisto por Pádua (1994).

Outro ponto importante é que, dentro de uma mesma população, existem indivíduos que possuem uma resposta mais pronunciada ao estresse, do que outros (Sumpter, 1993). A seleção de indivíduos melhor adaptados às condições de criação pode ser um caminho, produzindo-se linhagens mais resistentes e mais produtivas.

Quando se pensa na criação comercial de peixes nativos, são necessários estudos sobre a fisiologia do estresse, pois a resposta a ele pode variar de uma espécie para outra. Estes dados são importantes para viabilizar o desenvolvimento de tecnologia econômica de produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, S.M. Status and use of biological indicators for evaluating the effects of stress on fish. In: ADAMS, S.M. (Ed.). **Biological indicators of stress in fish**. Bethesda: American Fisheries Society, 1990. p.1-9. (American Fisheries Sym-

posium, 8).

ANDERSON, D. P. Immunological indicators; effects of environmental stress on immune protection and disease outbreaks. In: ADAMS, S.M. (Ed.). **Biological indicators of stress in fish**. Bethesda: American Fisheries Society, 1990. p.38-50. (American Fisheries Symposium, 8).

BONGA, S.E.W. The stress response in fish. **Physiological Reviews**, Bethesda, v.77, n.3, Jul., p.591-625, 1997.

ELLIS, A.E. Inmunologia de los teleósteos. In: ROBERTS, R.J. **Patología de los peces**. Madri: Mundi-Prensa, 1981. Cap. 4, p.104-118.

PÁDUA, H.B. Teores recomendados para manutenção de organismos aquáticos de água doce. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v.4, n.21, p 8-9, 1994.

PICKERING, A.D. (Ed.). **Stress and fish**. London: Academic Press, 1981. Cap. 1: Introduction; the concept of biological stress, p.1-7.

RICHARDS, R.H.; ROBERTS, R.J. Bacteriologia de los teleósteos. In: ROBERTS, R.J. **Patología de los peces**. Madri: Mundi-Prensa, 1981. Cap. 8, p.209-234.

SUMPTER, J.P. The deleterious effects of stress and their significance to aquaculture. In: INTERNATIONAL CONFERENCE BORDEAUX AQUACULTURE '92, 1992, Bordeaux. **Proceedings...** Production, environment and quality. Ghent: European Aquaculture Society, 1993. p.157-165.

THOMAS, P. Molecular and biochemical responses of fish to stressors and their potential use in environmental monitoring. In: ADAMS, S.M. (Ed.). **Biological indicators of stress in fish**. Bethesda: American Fisheries Society, 1990. p.9-28. (American Fisheries Symposium, 8).

WEDERMEYER, G.A.; MCLEAY, D.J. Methods for determining the tolerance of fishes to environmental stressors. In: PICKERING, A.D. (Ed.). **Stress and fish**. London: Academic Press, 1981. Cap. 11, p.247-276.

Consumo de oxigênio pelo surubim

Márcia Pinheiro Tavares¹
Lincoln Pimentel Ribeiro²
Cecília Del Rosário Guerra³

Resumo - O surubim, também conhecido como pintado, de grande aceitação no mercado nacional, apresenta boas perspectivas de produção. O conhecimento de seus parâmetros respiratórios e cardíacos propicia subsídios para estimar o seu consumo de oxigênio e melhor definir todas as fases de sua tecnologia de produção. A tensão crítica (P_{cO_2}) detectada para a espécie, em torno de 1,77 mg/O₂/litro, corresponde a uma pressão parcial estimada em 30mmHg (situação de hipoxia) a 25°C (±1). Aspectos gerais sobre a necessidade de oxigênio para os peixes e de fisiologia respiratória x piscicultura situam melhor a questão.

Palavras-chave: Consumo de oxigênio; Surubim pintado; *Pseudoplatystoma coruscans*; Produção.

INTRODUÇÃO

Sabe-se que uma espécie só pode ser empregada na piscicultura comercial após ter seu sistema de produção testado biológica e economicamente (Ribeiro et al., 1996), pois, no mundo todo, a aqüicultura comercial está voltada para o mercado, o que significa que ter sucesso na atividade é obter lucro (Avault Junior, 1995). De reconhecida aceitação no mercado nacional, o surubim pintado, *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829), necessita ainda ter melhor definidas todas as suas exigências fisiológicas e as fases da tecnologia para sua produção comercial (Surubim, 1994 e Ribeiro & Miranda, 1997).

NECESSIDADE DE OXIGÊNIO PARA OS PEIXES

Para a grande maioria dos seres vivos, o oxigênio é tão vital quanto os próprios alimentos, pois a obtenção da energia imprescindível aos processos biológicos está diretamente relacionada com estes fatores (Welch, 1952).

É sabido que o conteúdo de oxigênio na água, quando comparado com o do ar,

é muito menor e mais variável, possuindo ainda, um baixo coeficiente de difusão. Desta forma, a obtenção do oxigênio pelos organismos aquáticos é um processo mais difícil e dispendioso do que nos organismos de respiração aérea (Guerra, 1992 e Rantin, 1995c).

A maioria das espécies de peixes teleostes já estudadas apresenta, em maior ou menor grau, capacidade de acionar mecanismos compensatórios de respiração. A essa capacidade estão condicionados o consumo de oxigênio e a taxa metabólica (que é igual ao consumo de oxigênio/ventilação branquial) de cada espécie, em resposta a diferentes tensões de oxigênio do meio ambiente, sendo então chamadas de reguladoras (Rantin, 1981, 1995b).

As espécies reguladoras apresentam uma taxa metabólica em repouso, que se mantém constante até uma determinada pressão crítica (P_c), a partir da qual o consumo de O₂ decresce proporcionalmente ao declínio da pressão ambiental de oxigênio (PO₂). Essa pressão crítica é definida como tensão letal incipiente, na qual o nível de O₂ disponível coincide com as necessidades de oxigênio para a simples manuten-

ção das funções corporais (Rantin, 1981, 1995b).

As taxas de respiração, ou seja, de consumo de oxigênio pelos peixes, variam de acordo com as espécies, com a temperatura da água, com a atividade por eles desenvolvida, com o tamanho dos espécimes, com o seu estado nutricional e com outros fatores (Boyd, 1984), bem como, com as diferentes interações entre eles, além de variar com a concentração e saturação de oxigênio na água (Tavares, 1998).

OXIGÊNIO DISSOLVIDO: PISCICULTURA E PRODUÇÃO

Um dos fatores de maior importância econômica em piscicultura é a conversão alimentar, que pode ser afetada pela composição do alimento, pelo modo de administrar este alimento, pela quantidade a ser administrada e pelo oxigênio dissolvido (OD) no meio (Ribeiro et al., 1996). O OD é, provavelmente, a variável da qualidade de água mais crítica para a criação de peixes, os quais requerem concentrações adequadas para sobreviver e crescer (Kalinin, 1991). A concentração mínima de OD to-

¹Bióloga, M.Sc., Pesq. Ibama-MG, Av. Contorno, 8121, CEP 30110-120 Belo Horizonte-MG.

²Veterinário, Dr., Prof. Adj. UFMG - Escola de Veterinária, Caixa Postal 567, CEP 30123-970 Belo Horizonte-MG.

³Bióloga, D.Sc. pela UFSCar, Campus da UFSCar, CEP 13565-905 São Carlos-SP.

lerada por um peixe é uma função do tempo de exposição. Ele poderá, por exemplo, sobreviver até uma concentração de 0,5 mg de oxigênio dissolvido por litro d'água, por algumas horas, mas não por vários dias (Boyd, 1984). Os peixes têm sempre que estar acima da tensão crítica de oxigênio do meio (Rantin, 1995b), principalmente em piscicultura, para que se obtenha crescimento constante.

O oxigênio dissolvido é um fator crítico na piscicultura intensiva e o sucesso ou não na criação de peixes depende da capacidade do criador de lidar com problemas de baixa dissolução. Embora piscicultores geralmente pensem em necessidade de oxigênio para peixes em termos de miligramas por litro, na verdade, os peixes respondem é à tensão de oxigênio que, por sua vez, depende da temperatura. Vale lembrar, que a densidade de oxigênio diminui à medida que a temperatura sobe e a pressão atmosférica cai (Boyd, 1984).

Da mesma forma como as taxas de respiração, ou seja, de consumo de oxigênio, também a concentração mínima de OD tolerada irá variar com diversos fatores: com a espécie, com as condições fisiológicas do peixe, com o seu tamanho, com a concentração de solutos, a temperatura da água, dentre outros (Tavares, 1998). Mas, a disponibilidade do O_2 ambiental não é o único fator que afeta a respiração dos peixes. A influência de fatores como gás carbônico dissolvido, baixo pH, presença de ácido sulfídrico, metano e toxinas liberadas pelas plantas, não pode ser ignorada (Rantin, 1981, 1995a).

A densidade de estocagem que um corpo d'água pode suportar é determinada pela quantidade de oxigênio dissolvido e pela taxa de remoção de catabólitos (Poston & Williams, 1988), que, por sua vez, são diretamente proporcionais ao volume de água que passa pelo sistema (Piper et al., 1992). Então, basicamente, a capacidade de estocagem de peixes em sistema intensivo de criação é determinada pela quantidade de oxigênio dissolvido disponível para eles, que é proporcional ao fluxo d'água (Tavares, 1998).

Acredita-se que o surubim, pelo seu comportamento gregário e letárgico, demandaria pouca energia de manutenção, suportando ser criado em altas densidades

de estocagem, com renovação constante de água e alimentado com ração comercial (Miranda, 1995 e Ribeiro et al., 1996).

CONSUMO DE OXIGÊNIO PELO SURUBIM

Em experimento preliminar de respirometria, desenvolvido com o objetivo de estabelecer parâmetros respiratórios e cardíacos, utilizando exemplares juvenis da espécie *P. coruscans*, foram estimados os seguintes parâmetros respiratórios: consumo de oxigênio, ventilação branquial, taxa metabólica, porcentagem de extração (de utilização) de oxigênio, frequência respiratória, volume ventilatório, bem como um parâmetro cardíaco: a frequência cardíaca (Tavares, 1998).

Os volumes encontrados para consumo de oxigênio, frequência respiratória e frequência cardíaca do surubim foram muito semelhantes àqueles obtidos em experimentos desenvolvidos com outros teleostes, empregando respirômetro de fluxo constante e sistema de respirometria (Tavares, 1998).

Em São Carlos (SP), onde foram desenvolvidos os trabalhos, 140mmHg (situação de normóxia) representam 8,25 mg/ O_2 /litro, então, se a tensão crítica (P_{cO_2}) dos su-

rubins, pelo experimento realizado, esteve em torno de 1,77 mg/ O_2 /litro, ela corresponde a uma pressão parcial em torno de 30mmHg (situação de hipoxia) a 25°C (± 1) (Tavares, 1998) (Gráfico 1). É conveniente lembrar que abaixo dessa concentração de oxigênio (P_{cO_2} = tensão crítica), os animais não conseguem regular a tomada de O_2 do meio pelos mecanismos fisiológicos, podendo morrer a qualquer instante (Rantin, 1981, 1995b).

Preliminarmente, pode-se afirmar que o surubim (*P. coruscans*) é uma espécie que regula sua tomada de O_2 até 30mmHg, tensão abaixo da qual perde sua capacidade reguladora e, como já foi dito, pode morrer. Ele é, portanto, um animal oxirregulador, ou seja, capaz de regular a tomada de oxigênio do meio, apresentando respiração independente acima de uma certa tensão crítica de O_2 , onde a taxa metabólica em atividade máxima atinge um nível estável. Abaixo dessa tensão, a espécie em questão deixa de ser reguladora, passando a apresentar uma respiração dependente da pressão ambiental de oxigênio (PO_2) (Tavares, 1998).

Observa-se no Gráfico 1, que a tensão crítica (P_{cO_2}) preliminarmente detectada para a espécie (≈ 30 mmHg = 1,77 mg/ O_2 /l = 1,24 ml/ O_2 /l), é compatível com as de outras espécies de teleostes de água quente tes-

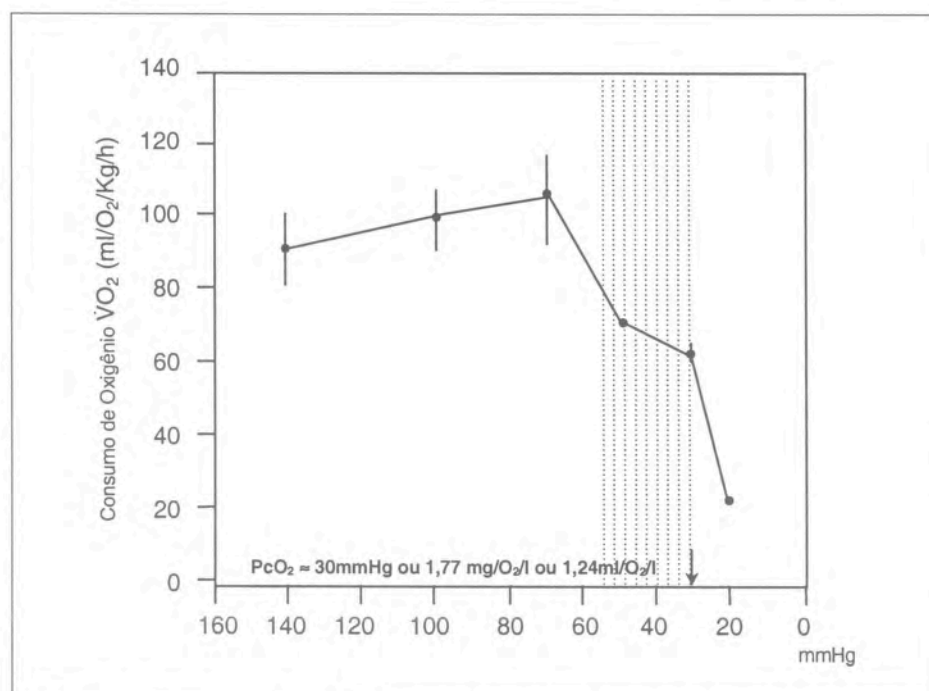


Gráfico 1 - Consumo médio de oxigênio por exemplares juvenis de surubim (*P. coruscans*), por tensão de oxigênio considerada e tensão crítica (P_{cO_2}) detectada

tados em situações experimentais semelhantes (Quadro 1). Comparando especificamente as tensões críticas determinadas para as duas espécies de Siluriformes, *H. regani*, cascudo (40 mmHg) e *R. strigosa*, cascudo preto (24 mmHg), observa-se que a P_{cO_2} de 30 mmHg encontrada para o surubim (*P. coruscans*) poderá vir a ser confirmada em avaliações futuras melhor delimitadas (Tavares, 1998).

A frequência respiratória (batimento da boca/minuto) mostrou-se praticamente constante (Tavares, 1998) (Gráfico 2), sinalizando no sentido de que os surubins devem utilizar mecanismos fisiológicos, como frequência cardíaca, ventilação branquial e extração de oxigênio (porcentagem de utilização), para manter seu consumo de oxigênio constante (Glass, 1992).

Os surubins mantêm uma frequência cardíaca mais ou menos constante (Gráfico 2), o que é menos dispendioso em termos de gasto energético pelos movimentos operculares contra a viscosidade da água para manter o mesmo consumo. Eles apresentam bradicardia (diminuição da frequência cardíaca) em 30 mmHg (P_{cO_2}) à semelhança de outros teleósteos de água doce, o que aumentaria o tempo de residência do sangue nas brânquias aumentando também, desta maneira, o tempo de troca de O_2 sangue - brânquias (Tavares, 1998).

Por sua vez, os valores obtidos para ventilação branquial, mais ou menos entre 1.000 e 2.600 $ml H_2O/kg/min$, foram muito superiores àqueles encontrados para outros teleósteos. Os resultados obtidos para a extração de oxigênio da água, mostraram valores iniciais de extração em normóxia muito baixos, em torno de 25%, quando o normal encontrado para peixes teleósteos é em torno de 80% ou, freqüentemente, acima de 50%. É interessante salientar que os parâmetros ventilação branquial e extração de oxigênio são muito relacionados. A ventilação branquial depende da extração de oxigênio e vice-versa, sendo inversamente proporcionais (Guerra, 1992 e Tavares, 1998).

Sabe-se que as respostas ventilatórias desempenham um papel fundamental para os peixes que habitam águas deficientes em oxigênio, e o controle da respiração por estes organismos depende da concentração

QUADRO 1 - Valores de tensão crítica de oxigênio (P_{cO_2}) de várias espécies de teleósteos estudadas, comparados com o valor encontrado para surubim (*P. coruscans*) em trabalho de respirometria

Espécie	Peso (g)	T (°C)	P_{cO_2} (mmHg)	Fonte ⁽²⁾
<i>Hoplias malabaricus</i>	40-200	25	25	Rantin & Johansen (1984)
<i>Hoplias malabaricus</i>	171-260	20	⁽¹⁾ 28	Rantin et al. (1985)
<i>Hoplias malabaricus</i>	171-260	25	⁽¹⁾ 35	Rantin et al. (1985)
<i>Hoplias malabaricus</i>	171-260	30	⁽¹⁾ 38,5	Rantin et al. (1985)
<i>Hoplias malabaricus</i>	171-260	35	⁽¹⁾ 45,5	Rantin et al. (1985)
<i>Hoplias malabaricus</i>	326-403	25	18,1	Kalinin (1991)
<i>Hoplias malabaricus</i>	326-403	25	26,6	Kalinin (1991)
<i>Oreochromis niloticus</i>	230-334	20	19,1	Fernandes & Rantin (1989)
<i>Oreochromis niloticus</i>	217-350	25	18	Fernandes & Rantin (1989)
<i>Oreochromis niloticus</i>	212-312	30	29,7	Fernandes & Rantin (1989)
<i>Oreochromis niloticus</i>	243-326	35	30,2	Fernandes & Rantin (1989)
<i>Prochilodus scrofa</i>	230-316	25	21,9	Barrionuevo (1991)
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	300-900	25	30	Guerra (1992)
<i>Hypostomus regani</i>	180-708	25	40	Mattias (1994)
<i>Rhinelepis strigosa</i>	370-845	25	24	Takasusuki (1994)
<i>Pseudoplatystoma coruscans</i>	81-138	25	30	Guerra (1996)

(1) Valores transformados em mmHg. (2) Citados por Fernandes & Rantin (1989), Kalinin (1991), Guerra (1992), Mattias (1994) e Takasusuki (1994)

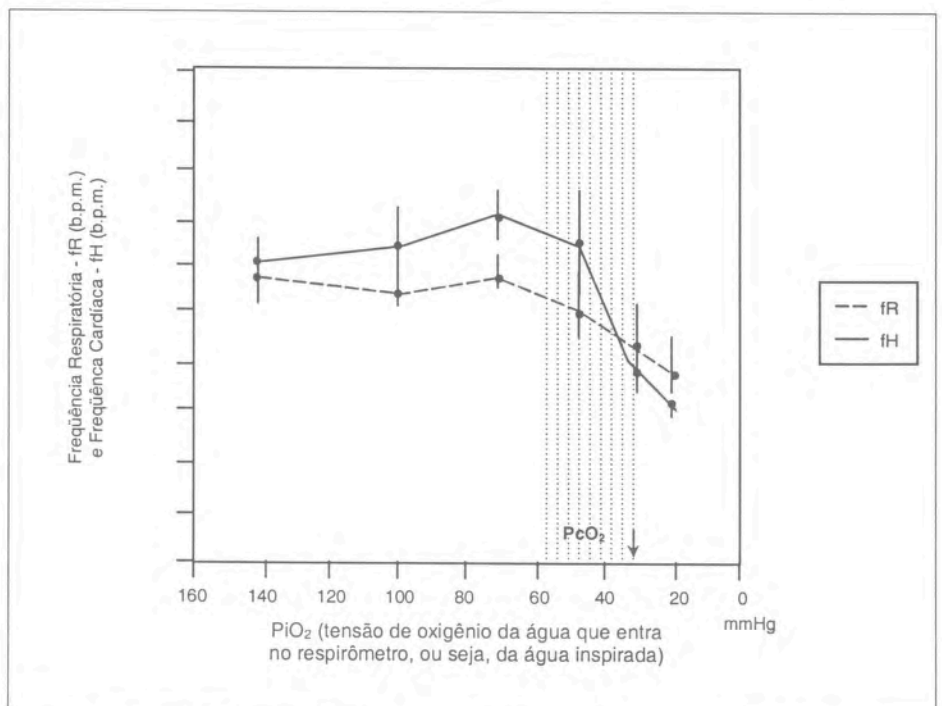


Gráfico 2 - Frequência respiratória (f_R) média e frequência cardíaca (f_H) média de exemplares juvenis de surubim (*P. coruscans*), por tensão de oxigênio considerada

deste gás no meio (Glass, 1992). O aumento da ventilação branquial e/ou o débito (ou volume) ventilatório têm sido observados como sendo das primeiras respostas dos teleósteos à hipóxia ambiental (Rantin, 1981). Em geral, a hipóxia em peixes, ativa três mecanismos reflexos: hiperventilação, redistribuição do volume sistólico e bradicardia (Kalinin, 1991).

Quanto ao volume ventilatório (VT = mL H₂O/batimentos operculares/minuto) que mostra a relação entre a ventilação branquial e a frequência respiratória, observou-se pelos resultados obtidos que ele aumentou muito mais que a frequência respiratória sinalizando, provavelmente, que os animais dessa espécie aumentam muito mais o volume de água que passa pelas brânquias do que a frequência como esta passagem se dá, o que é menos dispendioso em termos metabólicos para manter a ventilação branquial alta (Tavares, 1998).

Enfatiza-se, finalmente, que a definição do *P. coruscans* como sendo uma espécie oxirreguladora, capaz de regular a tomada de oxigênio do meio acima de uma tensão crítica (P_{cO₂}) estimada em 30mmHg, evidencia a importância da manutenção da qualidade da água utilizada em criações de surubim, sobretudo quanto ao oxigênio dissolvido, principalmente aquelas que adotam sistemas intensivos de produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVAULT JUNIOR, J.W. How to be successful in commercial aquaculture. *Aquaculture Magazine*, Ashville, v.21, n.4, p.84-89, July/Aug. 1995.
- BOYD, C.E. *Water quality management for pond fish culture*. 2. ed. New York: Elsevier, 1984. 318p. (Developments in Aquaculture and Fisheries Science, 9).
- FERNANDES, M.N.; RANTIN, F.T. Respiratory responses of *Oreochromis niloticus* (Pisces, Cichlidae) to environmental hypoxia under different thermal conditions. *Journal of Fish Biology*, London, v.35, p.509-519, 1989.
- GLASS, M.L. Ventilatory responses to hypoxia in ectothermic vertebrates. In: WOOD, S.C.; WEBER, R.E.; HARGENS, A.R.; MILLARD, R.W.; MARCEL, D. (Ed.). *Physiological adaptations in vertebrates - lung biology in health and disease: respiration, circulation and metabolism*. New York/Basel/Hong Kong, 1992. v.56, p.97-118.
- GUERRA, C. del R. *Respostas cárdio-respiratórias de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), às variações de oxigênio no ambiente e durante a recuperação subsequente*. São Carlos: UFSCar, 1992. 140p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, 1992.
- KALININ, A.L. *Respostas respiratórias de traíra, *Hoplias malabaricus* (Bloch), em diferentes fases de crescimento às reduções do oxigênio dissolvido no ambiente: aspectos fisiológicos e adaptativos*. São Carlos: UFSCar - 1991. 177p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, 1992, 1991.
- MATTIAS, A.T. *Estudo do comportamento de cascudo, *Hypostomus regani* (Ihering, 1905), frente à hipóxia ambiental: aspectos da fisiologia respiratória*. São Carlos: UFSCar, 1994. 81p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, 1994.
- MIRANDA, M.O.T. de. *Cultivo intensivo de surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*): efeito da densidade de estocagem e da taxa de renovação de água*. São Carlos: UFSCar, 1995. 13p. Plano de trabalho para desenvolvimento de tese de doutorado.
- PIPER, R.G.; MCELWAIN, I.B.; ORME, L.E.; MCCRAREN, J.P.; FOWLER, L.G.; LEONARD, J.R. *Fish hatchery management*. 5.ed. American Fisheries Society/Fish and Wildlife Service, 1992. Cap. 1, p.3-59.
- POSTON, H.A.; WILLIAMS, R.C. Interrelations of oxygen concentration, fish density, and performance of Atlantic salmon in an ozonated water reuse system. *The Progressive Fish-Culturist*, v.50, n.2, p.69-76, Apr. 1988.
- RANTIN, F.T. *Eletrocardiografia e respostas de peixes à hipóxia: respostas respiratórias de peixes à hipóxia*. In: CURSO INTERNACIONAL DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA "FISIOLOGIA APLICADA À PISCICULTURA", 1995, Pirassununga. *Roteiro de aulas práticas...* São Carlos: UFSCar/CEPTA/IBAMA, 1995a. 15p. Digitado.
- RANTIN, F.T. *Fisiologia cardíaca de peixes teleósteos*. In: CURSO INTERNACIONAL DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA "FISIOLOGIA APLICADA À PISCICULTURA", 1995, Pirassununga. *Aula...* São Carlos: UFSCar/CEPTA/IBAMA, 1995b. 4p. Digitado.
- RANTIN, F.T. *Fisiologia respiratória de peixes teleósteos*. In: CURSO INTERNACIONAL DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA "FISIOLOGIA APLICADA À PISCICULTURA", 1995, Pirassununga. *Aula...* São Carlos: UFSCar/CEPTA/IBAMA, 1995c. 9p. Digitado.
- RANTIN, F.T. *Respostas da traíra, *Hoplias malabaricus* (Bloch), à hipóxia: consumo de O₂, aclimação e ventilação branquial*. São Carlos: UFSCar, 1981. 161p. Tese (Doutorado em Ciências) - Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, 1981.
- RIBEIRO, L.P.; MIRANDA, M.O.T. de. Rendimentos de processamento do surubim *Pseudoplatystoma coruscans*. In: MIRANDA, M.O.T. (Org.). *Surubim*. Belo Horizonte: IBAMA, 1997. 157p. (Coleção Meio Ambiente. Série Estudos: Pesca, 19).
- RIBEIRO, L.P.; MIRANDA, M.O.T. de; MURATORI, M.C.S.; FREIRE FILHO, R.A. de B.; QUEIROZ, B.M.; LIMA, L.C.; TURRA, E.M. *Unidade de pesquisa e de demonstração tecnológica em aquacultura*. Belo Horizonte: UFMG - Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária. 1996. 72p. Projeto de Pesquisa apresentado a FAPEMIG.
- SURUBIM. *Panorama da Aqüicultura*, Rio de Janeiro, v.4, n.22, p.12-13, mar./abr. 1994.
- TAVARES, M.P. *Consumo de oxigênio pelo surubim, *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829) (Pisces, Siluriformes, Pimelodidae), alimentado e em jejum*. Belo Horizonte: UFMG - Escola de Veterinária, 1998. 160p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, 1998.
- TAKASUSUKI, J. *Respostas respiratórias de cascudo preto *Rhinelepis strigosa* (Agassiz, 1829) (Teleostei, Loricariidae), à hipóxia ambiental*. São Carlos: UFSCar, 1994. 78p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, 1994.
- WELCH, P.S. *Influence of physical conditions*. New York: McGraw-Hill, 1952. Cap. 6: Limnology, p.139-218.

Inversão sexual em tilápias: análise e sugestões

Lincoln Pimentel Ribeiro¹
Luciene Corrêa Lima²
Eve Duarte Holanda³
Márcia Pinheiro Tavares⁴

Resumo - Das técnicas de controle de reprodução em tilápias, a mais comum e viável economicamente é a inversão sexual. Tal técnica compreende a incorporação de andrógenos (normalmente etinilttestosterona ou metilttestosterona) à ração administrada a larvas. Apesar de simples, esta técnica é altamente influenciada por fatores ambientais e de manejo, como temperatura, fotoperíodo, densidade de estocagem, taxa de alimentação.

Palavras-chave: Inversão sexual; Tilápia.

INTRODUÇÃO

A aquicultura mundial vem aumentando substancialmente sua contribuição à nutrição humana, atingindo em 1996 a produção de 27,8 milhões de toneladas, no valor de US\$ 42,3 bilhões, sendo 11,2 milhões de toneladas só de peixes, que renderam US\$ 18,9 bilhões. Das quatro grandes espécies produzidas mundialmente com critérios empresariais, como camarões, salmão, bagre-de-canal e tilápia (Lockwood, 1998), esta última é a de maior penetração mundial, com mercado em franca expansão, sendo, atualmente, a única espécie tropical com tecnologia de produção contínua, economicamente aprovada e voltada aos grandes mercados consumidores. Nos Estados Unidos, em 1994, a importação de tilápia atingiu 14,6 mil toneladas, a despeito da produção americana de 6,8 mil toneladas (Harvey, 1995). É importante salientar que a criação de tilápias cresceu 300% entre 1991 e 1996, naquele país (Status..., 1997).

Apesar de as tilápias terem sido introduzidas no Brasil na década de 60, não mereceram atenção no que concerne a técnicas

de produção comercial, sendo criadas apenas para povoamento de represas e açudes, o que resultou na má-fama de peixe praga, em função da sua reprodução fácil e contínua que acarreta populações de animais heterogêneos e de baixo valor comercial. A deficiência não foi do peixe, mas das pessoas que não souberam criá-lo.

Como o principal problema reside na reprodução desordenada das tilápias, em especial na maturação sexual precoce e na alta fecundidade que levam rapidamente à superpopulação, diferentes métodos de controle da reprodução foram tentados, tais como sexagem manual, consorciação com predadores, criação em tanques-rede, hibridização, inversão sexual e manipulação genética (Mair & Little, 1991).

De todas as opções acima, a única adotada comercialmente até hoje é a inversão sexual. Esta técnica apresenta como principais vantagens ser de fácil emprego pelos produtores, gerar populações só de machos (monossexo), que crescem até 25% a mais que as fêmeas, além de inibir a reprodução desordenada.

O aspecto mais crítico na inversão sexual de tilápias é exatamente a obtenção de larvas de idade e tamanhos padronizados, porque só é possível proceder-se ao tratamento hormonal com sucesso, em peixes ainda sem diferenciação gonadal. Como as tilápias não apresentam sincronismo reprodutivo, existem, em um mesmo viveiro de criação, larvas de diferentes idades.

Para contornar o problema, foram sugeridas algumas técnicas de reprodução que variam em função do grau de controle, simplicidade de aplicação e produtividade. No entanto, o tratamento usado tem que ser altamente eficiente, uma vez que de 1 a 5% de fêmeas são suficientes para desencadear o processo de superpopulação (Anderson & Smitherman, 1978).

Um detalhe que ainda merece atenção é quanto à adoção dos termos inversão ou reversão sexual. Como na verdade não ocorre reversão sexual, uma vez que fêmeas transformadas em machos fenotípicos não voltam ao sexo primário, Reinboth (1970) propôs abandonar o termo reversão, preferindo o termo inversão.

¹Veterinário, Dr., Prof. Adj. UFMG - Escola de Veterinária, Caixa Postal 567, CEP 30123-970 Belo Horizonte-MG.

²Veterinária, M.Sc., Doutoranda Ciência Animal, UFMG - Escola de Veterinária, Caixa Postal 567, CEP 30123-970 Belo Horizonte-MG.

³Veterinária, Mestranda Medicina Veterinária Preventiva, UFMG - Escola de Veterinária, Caixa Postal 567, CEP 30123-970 Belo Horizonte-MG.

E-mail: eveholand@hotmail.com

⁴Bióloga, M.Sc., Pesq. Ibama-MG, Av. Contorno, 8.121, CEP 30110-120 Belo Horizonte-MG.

DIFERENCIAÇÃO GONADAL

O critério desenvolvido por Yamamoto (1969), para tratamento com esteróides, define o começo do tratamento antes do início do processo de diferenciação sexual normal e termina após a diferenciação morfológica. Diversos fatores ambientais que alteram o metabolismo, influenciando a diferenciação gonadal, como temperatura, densidade de estocagem e regime alimentar, que modificam a época e duração do tratamento.

O comprimento tem sido usado como um fator de referência para o início do tratamento. Em *O. aureus*, Dutta (1979) mostrou que o início da diferenciação gonadal, caracterizada pela atividade mitótica da espermatogônia, ocorria com 17-18mm de comprimento total, aos 19-20 dias, a 31°C e com 16-20mm, aos 29-30 dias a 21°C.

ESTOCAGEM DE REPRODUTORES

De início precisa-se esclarecer que produtor não é todo e qualquer peixe que atinge a maturação gonadal, mas aquele que se sobressai entre seus parentes, sem apresentar falhas genéticas conhecidas e/ou visíveis. Além disso, necessita ser zootecnicamente perfeito, com todos os apêndices completos.

A alimentação é vital para se garantir uma boa produção de gametas. Existe no mercado uma série de rações comerciais para peixes tropicais, em geral cabendo a escolha ao produtor. Os animais em serviço precisam ser mantidos na faixa de temperatura ideal para a espécie, no caso 27-29°C.

PRODUÇÃO DE LARVAS

A reprodução e conseqüente produção de larvas de tilápias aptas a sofrerem o tratamento hormonal constitui-se em um dos pontos críticos do processo, uma vez que a idade e o tamanho delas influenciam a porcentagem obtida de machos, bem como a rentabilidade da produção. Foram desenvolvidas diversas técnicas visando à otimização do número produzido de larvas, associadas à facilidade de execução, conforme descrito a seguir.

Produção em viveiros

Consiste na formação de grupos reprodutivos, normalmente 3-4 fêmeas por macho, estocados em viveiros de terra na razão de 1 grupo/m² e, após um período mínimo de 18-20 dias, procede-se à captura das larvas que nadam em grupos na periferia dos viveiros. Os principais entraves são a mortalidade provocada por canibalismo, a falta de padronização das larvas (só se utilizam as que possuem entre 9-12mm de comprimento total, correspondendo a 13-15 dias de pós-desova), perdendo-se as menores e as maiores. Outro aspecto, é a necessidade de grande número de tanques para o tratamento hormonal, pois há coleta todos os dias. Além deste aspecto, exige-se uma excelente acuidade visual e habilidade manual na captura das larvas.

Produção em viveiros com despesca total

Esta técnica, desenvolvida em Israel, é uma variante da anterior que visa melhor aproveitamento e padronização dos lotes a serem tratados. A estocagem de reprodutores é fundamentalmente a mesma, porém procede-se à despesca total após 18 dias (Rothbard et al., 1983). No Quadro 1 podem-se ver as diferentes fases reprodutivas que ocorrem dentro do viveiro.

Alguns pré-requisitos fazem-se necessários para a adoção desta técnica, como

viveiros bem construídos, isto é, bem compactados, de forma que venham reduzir o assoreamento e a incorporação de material em suspensão na água, que dificultam a visualização e a coleta das larvas; caixa de coleta em alvenaria, com área correspondendo a pelo menos 1% do viveiro, de profundidade em torno de 40cm e com abastecimento de água limpa acima do local.

Apesar de todo o cuidado, ainda assim os resultados são discutíveis, uma vez que a produção no período é representada por 44% de ovos, 17% de larvas ainda com saco vitelino e somente 38% de larvas aptas ao tratamento (Snow et al., 1983). Os ovos e larvas com saco vitelino podem ser incubados até atingirem tamanho ideal.

Produção em hapas

“Hapas” é um termo empregado inicialmente nas Filipinas para designar um tanque confeccionado em tela tipo mosquito (malha de 1,6mm), flutuante ou suspenso em um viveiro tradicional ou mesmo em uma represa.

Seu tamanho tradicional é de 1,5 x 1,0 x 1,0m, sendo 0,6m de altura de coluna d'água. Em tal ambiente colocam-se três fêmeas e um macho. Nas hapas a produção pode ser conduzida coletando-se as larvas que nadam livremente a cada 18 dias, como em viveiros ou coletando-se os ovos diretamente na boca das fêmeas, o que resulta

QUADRO 1 - Fases da reprodução de tilápias em viveiros

Fases	Duração em dias
Aclimação ao novo ambiente	3 - 4
Corte e desova	1 - 2
Incubação de ovos pela fêmea	4 - 5
Dependência da mãe (absorção do saco vitelino)	3 - 4
Larva independente	2 - 3
Total	13 - 18

FONTE: Rothbard et al. (1983).

em otimização do esforço reprodutivo. Os ovos coletados podem ser transferidos para incubadoras verticais, tipo funil, existentes no mercado brasileiro, ou em garrações de água mineral adaptados, sempre com fluxo de água ascendente.

Já foi observado que a coleta de ovos diretamente na boca das fêmeas com subsequente incubação artificial leva à diminuição do intervalo entre desovas da ordem de 37,5%, e aumenta a sobrevivência de larvas de 60% para 85%, bem como a produção de larvas (48% maior).

No período de 90 dias, as fêmeas submetidas à coleta de ovos, apesar do possível estresse provocado pelo manuseio, atingiram peso ligeiramente maior que as demais. No final, o lucro obtido por 1.000 alevinos com a incubação artificial foi de P\$ 9,50, contra P\$ 3,55 no processo tradicional⁵.

A reprodução de tilápias em hapas leva à maior produção de larvas (28-175/m²/dia) do que em viveiros (1-5/m²/dia) (Behrends et al., 1993). Estes mesmos autores mostraram a diminuição do intervalo de desova para 10-20 dias, quando o habitual é em torno de 35 dias.

REPRODUÇÃO INDUZIDA

Embora a indução de desova em tilápias seja considerada desnecessária, ela tem sido empregada na China, principalmente em Taiwan, visando melhor aproveitamento de ovos e larvas, bem como a otimização de reprodutores, uma vez que chega-se a utilizar um macho para até 30 fêmeas⁶. Desta forma, facilita-se o controle na obtenção de larvas para tratamento hormonal ou mesmo cruzamentos, visando a produção de híbridos e a manipulação genética como ginogênese e triploidia.

INDUÇÃO DE DESOVA POR CONTROLE AMBIENTAL

As tilápias respondem bem ao controle

ambiental, de tal forma que a indução de reprodução não necessita, impreterivelmente, de tratamento hormonal.

Rothbard & Pruginini (1975) descreveram um método de indução de desova e incubação artificial em tilápias (*O. niloticus* e *O. aureus*), mostrando que esta técnica pode ser usada o ano todo. Alguns pré-requisitos são necessários, como temperatura mantida entre 25 e 29°C, alimentação rica em proteínas e vitaminas de acordo com as exigências nutricionais da espécie, fotoperíodo de 12 - 14h de luz, com lâmpadas colocadas 50cm acima dos aquários, limpeza constante da água com remoção de fezes e restos de ração.

A identificação dos animais maduros e aptos à desova baseia-se na coloração (Quadro 2), edema da papila urogenital e escamas eriçadas. Somente fêmeas que possuam todas as características de maneira ideal podem ser extrusadas. O processo de extrusão é o mesmo para outras espécies: retirar os peixes, enxugar com toalha, massagear a parede celomática com cuidado, coletar os óvulos em uma bacia. Após recolocar as fêmeas nos aquários, retiram-se os machos para coleta de esperma. Misturam-se óvulos e esperma por 1-2 minutos, adiciona-se água ou solução fisiológica (10 ml) continuando a homogeneização. A seguir, lavam-se os ovos com

água corrente, levando-os para a incubadora. A 25-27°C a eclosão ocorre 50 horas após a desova.

INDUÇÃO DE DESOVA POR TRATAMENTO HORMONAL

A reprodução induzida por meio de hormônios pode ser realizada por produtores profissionais que possuam um técnico treinado na tradicional "hipofiseção de peixes".

O tratamento mais econômico baseia-se no emprego de hormônio liberador de gonadotropina (GnRH) análogo (10µg/kg vivo), associado à domperidona (5mg/kg vivo), injetado intracelomaticamente (intra-peritoneal). Recomenda-se usar 0,1-0,2ml de esperma por 100 óvulos, adicionando-se após homogeneização dos gametas, 10ml de água, mexendo sempre com cuidado. Após 5 minutos acrescentar 100ml e deixar hidratar por 20 minutos, colocando em seguida nas incubadoras. A 27°C a eclosão ocorre em aproximadamente três dias (50h). As larvas obtidas devem ser criadas em incubadoras grandes até completarem a absorção do saco vitelino (3-4 dias), quando passam à fase de tratamento hormonal.

Existe no mercado brasileiro, podendo também ser importado diretamente dos Laboratórios Syndel, de Vancouver no Canadá, um preparado hormonal com as

QUADRO 2 - Pigmentação de *O. aureus* e *O. niloticus* relacionada com maturação gonadal

Região	<i>O. aureus</i>	<i>O. niloticus</i>
Corpo em geral	azul-esverdeado	alaranjado-claro a púrpura
Margens da nadadeira dorsal	vermelhas	preta
Cabeça	verde-metálica	vermelho-púrpura
Ventre	claro com pontos vermelhos	vermelho
Nadadeira caudal	vermelho-púrpura	listas pretas

FONTE: Rothbard & Pruginini (1975).

⁵P\$ = pesos filipinos 1 P\$ = US\$ 0,0246 = R\$ 0,0438 (22 fev. 2000).

⁶Informação pessoal obtida através do produtor Tung, em 1995.

duas substâncias já misturadas, comercialmente denominado Ovaprim[®]. A extrusão pode ser realizada 12 horas após a administração do hormônio.

INVERSÃO SEXUAL

O primeiro ponto crítico nesta fase é o preparo da ração. Como não dispomos de ração com qualidade comprovada adequada à fase de larvicultura de tilápias, sugere-se o emprego de ração para alevinos de truta, ou alguma disponível no mercado com teores de proteína superiores a 45%, devidamente moída até as partículas possuem no máximo 1mm².

Uma solução hormonal estoque é preparada dissolvendo-se 3g de 17 α -metiltestosterona em um litro de álcool etílico, de preferência puro para análise (PA), conservando a solução ao abrigo da luz e umidade (por exemplo dentro de um refrigerador). Quando for preparar a ração, usar 10ml da solução estoque, bem homogeneizada, dissolvendo-a em outro litro de álcool. Após nova homogeneização, a solução deve ser aspergida sobre a ração devidamente espalhada, formando uma fina camada, sobre uma superfície protegida, revirando-a sempre⁷. Existem misturadores de ração com aspersores, mas só se justificam para volumes muito grandes.

A seguir a ração com hormônio pode ser seca em estufa a 30-40°C, ou mesmo em uma estufa feita com plástico que filtre raios ultravioleta. Guardar a ração em local protegido de sol, calor, umidade e luz. Recomenda-se efetuar o arraçoamento inicial com 25% do peso total das larvas por dia, caindo 5% por semana até o término do tratamento (30 dias).

EFEITOS AMBIENTAIS

Condições ambientais e de manejo afetam o processo de inversão sexual em tilápia, entre eles temperatura, frequência de alimentação, fotoperíodo e condições de

estocagem do hormônio e da ração com hormônio.

A uma temperatura de 27°C obtêm-se 100% de machos, sendo que, paradoxalmente, a 38°C o efeito é inverso, isto é, há feminilização. Em temperaturas entre 22 e 25°C a população tratada desenvolve-se em machos, fêmeas e intersexos. O fotoperíodo influencia claramente nos resultados, sendo indicados somente 12:12 e 16:8 (escuro: luz) para se obterem 100% machos.

PREPARO E ESTOCAGEM DO HORMÔNIO

Outro fator que influencia no tratamento é a dissolução do hormônio. Normalmente, emprega-se álcool etílico, sem se preocupar com o grau de pureza. Sabe-se que em álcoois comerciais existem resíduos de ácidos diversos, entre eles sulfúrico, podendo levar a alterações na molécula de hormônio ou mesmo na sua dissolução.

A ração + hormônio precisa ser estocada em dissecador, no escuro, à temperatura ambiente. A exposição do hormônio ao ar e/ou luz leva à ocorrência de machos, fêmeas e intersexos.

RODÍZIO DE REPRODUTORES

Em um sistema bem conduzido de produção de tilápias de sexo invertido, com desova controlada, seja em hapas, seja em indução, os peixes são submetidos a um processo contínuo de reprodução, praticamente a cada 15-20 dias, gerando desgaste físico dos animais com conseqüente diminuição do número de filhotes produzido e parada de crescimento.

Diversos autores, entre eles Lovshin & Ibrahim (1988) mostraram que o período reprodutivo contínuo não deveria exceder a 70 dias (45 - 70), devendo-se então trocar os reprodutores. Embora necessite de avaliação local, em função de diversos fatores, entre eles o tipo de dieta, podemos sugerir a reposição dos animais a cada 60 dias, não

ultrapassando 90 dias.

Outro aspecto salientado por estes autores é a necessidade de uma avaliação econômica caso a caso. Deste modo, obtém-se um ganho de 2.500 ovos/kg de fêmea, em um período de 105 dias.

ESTOCAGEM DE LARVAS PARA INVERSÃO

Para que o tratamento hormonal tenha um resultado satisfatório, não se pode abrir mão do permanente controle da qualidade de água durante todo o processo.

Os tanques para inversão sexual deveriam ser de preferência de fibra de vidro (piscinas), para facilitar a limpeza e desinfecção, ou em alvenaria com acabamento de cimento natado (absolutamente liso). A temperatura precisa ser mantida a 28°C \pm 1°C, sob pena de não se obterem 100% machos.

A densidade de estocagem de larvas influencia na inversão sexual, sendo indicadas 5.000 larvas/m². Apesar do crescimento ser prejudicado durante o tratamento, existe um ganho compensatório logo no início das demais fases de criação.

É inevitável a morte de larvas durante o processo, as quais necessitam ser retiradas diariamente. Caso ocorra o aparecimento de ectoparasitos e/ou indícios de doenças bacterianas, pode-se lançar mão de solução de formalina 1: 10.000 (0,1 l de solução de formol comercial a 37% em 1.000 l de água), uma vez por semana, por 10 minutos.

A disponibilidade de oxigênio é imprescindível. Se houver fornecimento de água de boa qualidade (límpida) com teores de oxigênio próximos à saturação, recomenda-se um fluxo de 20-30 l/min., para um tanque de 6m de diâmetro, estocado com 5.000 larvas/m².

AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Todo produtor que se preze necessita oferecer produtos de qualidade comprovada, no caso alevinos 100% machos.

⁷Recomenda-se usar sempre máscara e luvas, pois trata-se de hormônio.

Como o tratamento hormonal, que visa inversão sexual em tilápias, sofre clara influência de diversos fatores, é imprescindível a criteriosa avaliação dos resultados, ou seja, a real proporção de machos que está sendo produzida. O mais comum, em peixes normais, é a observação da papila urogenital, que permite com certa segurança identificar o sexo em tilápias acima de 50g de peso vivo, embora exija treino. No entanto, quando se trata de peixe submetido a tratamento hormonal a situação é outra, pois são geradas gônadas que podem morfológicamente variar de testículo normal a ovário normal, passando por formas intermediárias de ovotestis.

Os trabalhos de Phelps et al. (1993) demonstram de forma inequívoca este empilhado. Em *O. niloticus* tratados com metiltestosterona o exame da papila mostrou que aparentemente 82% dos animais tratados seriam machos, mas apenas 49% dos peixes apresentavam testículos tipicamente formados. Dos peixes com aspecto de machos, 59,9% possuíam testículos, 28,8% ovotestis e 11,3% ovários. Dos animais com aspecto de fêmeas, 60,4% tinham ovários, 27,1% ovotestis e 12,5% testículos. Os resultados comprovam a grande margem de erro que o exame da papila de tilápias submetidas à inversão de sexo apresenta, indicando estes autores exame microscópico de parte do lote tratado como controle.

A falta de uma real avaliação explica por que alguns produtores de alevinos garantem a inversão sexual até 90 dias. Na verdade o que ocorre é um processo de inversão sexual incompleto, com retardo na reprodução. O que estes produtores, por absoluta falta de conhecimento, chamam de "retornar ao sexo original" nada mais é que a manifestação das diversas formas de sexo existentes, portanto é recomendável a criação de 50-100 peixes por lote de 10.000 larvas, para averiguação dos resultados, proporcionando controle de qualidade.

RISCOS DO TRATAMENTO HORMONAL

Embora ainda não tenha sido aprovado

pelo serviço americano de controle de alimentos, a inversão sexual é usada no mundo inteiro. Os trabalhos realizados com hormônio marcado com radioisótopos mostraram que, após a administração de 30mg de metiltestosterona/kg de ração, foi detectada a presença de hormônio uma hora após a ingestão de ração, restando 10% 24 horas após e 1% 21 dias após, distribuídos entre carcaça e vísceras (Goudie et al., 1986).

Durante o crescimento até o tamanho comercial, os peixes continuam a excretar o hormônio remanescente. Ao atingir a idade de abate, a quantidade de hormônio existente em peixes tratados é menor que em machos não-tratados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, C.E.; SMITHERMAN, R.O. Production of normal male and androgen sex reversed *Tilapia aurea* and *T. nilotica* fed a commercial catfish diet in ponds. In: SYMPOSIUM ON CULTURE OF EXOTIC FISHES, 1978, Atlanta. Auburn: Auburn University/American Fisheries Society, 1978. p.34-42.
- BEHREND, L.L.; KINGSLEY, J.B.; PRICE, A.H. III. Hatchery production of blue tilapia, *Oreochromis aureus* (Steindachner), in small suspended hapa nets. *Aquaculture and Fisheries Management*, v.24, p.237-243, 1993.
- DUTTA, O.K. **Factors influencing gonadal sex differentiation in *Tilapia aurea* (Steindachner)**. Auburn: Auburn University, 1979. Dissertation (Ph.D.) – Auburn University, 1979.
- GOUDIE, C.A.; SHELTON, W.L.; PARKER, N.C. Tissue distribution and elimination of radiolabelled methyltestosterone fed to sexually indifferntiated blue tilapia. *Aquaculture*, Amsterdam, v.58, n.3/4, p.215-226, 1986.
- HARVEY, D. Aquaculture outlook 1995. *Aquaculture Magazine*, Asheville, v.21, n.3, p.38-43, May/June 1995.
- LOCKWOOD, G. S. Capital markets and aquaculture failures. *Aquaculture Magazine*, Asheville, v.24, n.6, p.37-45, Nov./Dec. 1998.
- LOVSHIN, L.L.; IBRAHIM, H.H. Effects of broodstock exchange on *Oreochromis niloticus* egg and fry production in net enclosures. *Allied Aquacultures Experimental Station Journal*, Auburn, v.8, p.231-236, 1988.
- MAIR, G.C.; LITTLE, D.C. Population control in farmed tilapias. *NAGA, ICLARM QUARTERLY*, p.8-13, July 1991.
- PHELPS, R.P.; ARANA, E.; ARGVE, B. Relationship between the external morphology and gonads of androgen-treated *Oreochromis niloticus*. *Journal Applied Aquaculture*, v.2, p.103-108, 1993.
- REINBOTH, R. Intersexuality in fishes. *Memoire of the Society of Endocrinology*, v.18, p.515-544, 1970.
- ROTHBARD, S.; PRUGININI, Y. Induced spawning and artificial incubation of tilapia. *Aquaculture*, Amsterdam, v.5, p.315-321, 1975.
- ROTHBARD, S.; SOLNIK, E.; SHABBATH, S.; AMADO, R.; GRABIE, I. The technology of mass production of hormonally sex-inversed all-male tilapias. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE, 1983, Nazareth. *Proceedings...* Tel Aviv: Tel Aviv University, 1983. p.425-434.
- SNOW, J.R.; BERRIOS-HERNANDEZ, J.M.; YE, H.Y. A modular system for producing tilapia seed using simple facilities. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE, 1983, Nazareth. *Proceedings...* Tel Aviv: Tel Aviv University, 1983. p.402-413.
- STATUS of world aquaculture. *Aquaculture Magazine*, Asheville, p.6-26, 1997. Special issue: 26 th Annual Byers Guide.
- YAMAMOTO, T. Sex differentiation. In: HOAR, W.S.; RANDALL, D.J.; DONALDSON, E.M. (Ed.). *Fish Physiology*. New York: Academic Press, 1969. v.3, p.117-158.

A importância da iniciação científica na formação profissional: a ictiologia como exemplo

Nilo Bazzoli¹

Resumo - Resultados obtidos na orientação de bolsistas de iniciação científica na área de ictiologia, nos laboratórios de Ictiohistologia da UFMG e Ictiologia da PUCMinas, que atenderam plenamente os objetivos do programa. Foram orientados 21 bolsistas com predominância de alunos dos cursos de Ciências Biológicas. A maioria dos bolsistas que concluíram a graduação ingressou em programas de pós-graduação. A iniciação científica para eles trouxe várias contribuições significativas, despertando a vocação para a pesquisa ictiológica nos jovens estudantes de graduação, além de reduzir o tempo de titulação daqueles que ingressaram e já concluíram cursos de pós-graduação.

Palavras-chave: Iniciação científica; Ictiologia; Pós-graduação.

INTRODUÇÃO

A iniciação científica é um instrumento que permite introduzir os estudantes de graduação, potencialmente mais promissores, na pesquisa científica. É a possibilidade de colocar o aluno desde cedo em contato direto com a atividade científica e engajá-lo na pesquisa, podendo, deste modo, ser definida como instrumento de formação (Manual..., 1999).

As bolsas de iniciação científica surgiram desde a criação do Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), em 1951, em número reduzido, e atendiam poucas áreas do conhecimento. A partir de 1972, o número de bolsas aumentou gradativamente, atingindo 2.000, em 1986, mas elas só se tornaram significativas na década de 90. A iniciação científica evoluiu com a criação do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (Pibic) em 20 de junho de 1988.

Atualmente, as bolsas de iniciação científica do CNPq são da ordem de 19.000, somadas às bolsas do Pibic e dos projetos integrados de balcão (Boletim..., 1998a).

A concessão de quotas institucionais de bolsas de iniciação científica pelo CNPq

completou dez anos de atuação em 1998 e, até então, as bolsas eram repassadas ao pesquisador. O Pibic trouxe várias contribuições significativas para a Universidade Brasileira, tais como: reduziu o tempo de titulação nos cursos de pós-graduação; reforçou e aperfeiçoou o ensino de graduação; despertou vocações para a pesquisa nos jovens estudantes de graduação e acelerou com qualidade, a formação de cientistas que o país tanto necessita (Boletim..., 1998a).

Instituições e órgãos de pesquisa do estado de Minas Gerais contam ainda com bolsas de iniciação científica e tecnológica concedidas pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) através do Programa de Bolsas de Iniciação Científica (Probic). Este programa procura desenvolver nos estudantes de graduação o interesse pela pesquisa científica e tecnológica e complementar sua formação acadêmica, através da participação no desenvolvimento de atividades previstas em planos de trabalho vinculados a projetos de pesquisas, sob a orientação de pesquisador experiente integrante de instituição de ensino e pesquisa sediada no

Estado (Boletim..., 1998b).

OBJETIVOS DO PIBIC/CNPq

De acordo com o Manual... (1999), os objetivos do Pibic/CNPq são os seguintes:

a) objetivos básicos:

- contribuir para a formação de recursos humanos para a pesquisa;
- contribuir de forma decisiva para reduzir o tempo médio de titulação de mestres e doutores;
- contribuir para que, na próxima década, diminuam as disparidades regionais na distribuição da competência científica no país.

b) objetivos específicos em relação às instituições:

- conduzir à sistematização e institucionalização da pesquisa;
- incentivar as instituições à formulação de uma política de pesquisa para a iniciação científica na graduação;
- possibilitar uma maior articulação entre a graduação e a pós-graduação;

¹Veterinário, Dr., Prof./Coord. Mestrado Zoologia de Vertebrados PUC Minas, Caixa Postal 1686, CEP 30535-610 Belo Horizonte-MG.

- qualificar melhor os alunos para os programas de pós-graduação;
- introduzir a pesquisa na graduação;
- colaborar no fortalecimento de áreas ainda emergentes na pesquisa;
- propiciar condições institucionais para o atendimento aos projetos de pesquisa;
- tornar a instituição mais agressiva e competitiva na construção do saber;
- fomentar a interação interinstitucional no âmbito do Programa;
- auxiliar as instituições universitárias a cumprirem sua missão de pesquisa, além das de ensino e de extensão.

c) objetivos específicos em relação aos orientadores:

- estimular pesquisadores produtivos a engajarem estudantes de graduação, no processo acadêmico, otimizando a capacidade de orientação à pesquisa da instituição;
- estimular o aumento da produção científica;
- estimular o envolvimento de novos pesquisadores na atividade de formação.

d) objetivos específicos em relação aos bolsistas:

- possibilitar a diminuição do tempo de permanência do bolsista na pós-graduação;
- preparar melhor os alunos para a pós-graduação;
- despertar vocação científica e incentivar talentos potenciais entre estudantes de graduação, mediante sua participação em projetos de pesquisa, introduzindo o jovem universitário no domínio do método científico;
- proporcionar ao bolsista, orientado por pesquisador qualificado, a aprendizagem de técnicas e métodos científicos, bem como estimular o desenvolvimento do pensar cientificamente e da criatividade

- decorrentes das condições criadas pelo confronto direto com os problemas de pesquisa;
- despertar no bolsista uma nova mentalidade em relação à pesquisa.

OBJETIVOS DO PROBIC/FAPEMIG

A seguir são descritos o objetivo e as características gerais do Probic, conforme Manual... (1994) e Boletim... (1998b, 1999).

O programa tem por objetivo estimular a formação de recursos humanos para a pesquisa, através da concessão de quotas de bolsas de iniciação científica e tecnológica a instituições de ensino e pesquisa, sediadas no estado de Minas Gerais, que as distribuirão a alunos/bolsistas mediante processo de seleção.

Características gerais

- o programa é implementado em instituições de ensino e pesquisa que tenham intensa atividade de pesquisa científica e tecnológica, sediadas no estado de Minas Gerais;
- o número de bolsas concedido em cada quota e as instituições a serem contempladas, para um determinado ano, serão objeto de decisão da Fapemig;

- o programa tem uma configuração eminentemente institucional; os apoios oferecidos são destinados às instituições de ensino e pesquisa atendidas com quotas que as repassarão a alunos/bolsistas de cursos de graduação, mediante processo de seleção, desde que observadas suas diretrizes e os critérios definidos nos editais;
- as instituições deverão constituir comissões internas de seleção específica para avaliarem e selecionarem as propostas apresentadas pelos proponentes/orientadores em atendimento ao programa;
- o programa terá duração de 12 meses, podendo ser renovado, anualmente, mediante resultados apresentados aferidos através dos processos de acompanhamento e avaliação;
- a coordenação do programa, no âmbito da instituição atendida por quota, estará sob a responsabilidade da Pró-Reitoria de Pesquisa ou instância administrativa equivalente.

Foram apresentadas à Fapemig, em 1998, 3.132 propostas nas diversas modalidades de bolsas, sendo que as de iniciação científica representaram 60,5% do atendimento (Gráfico 1).

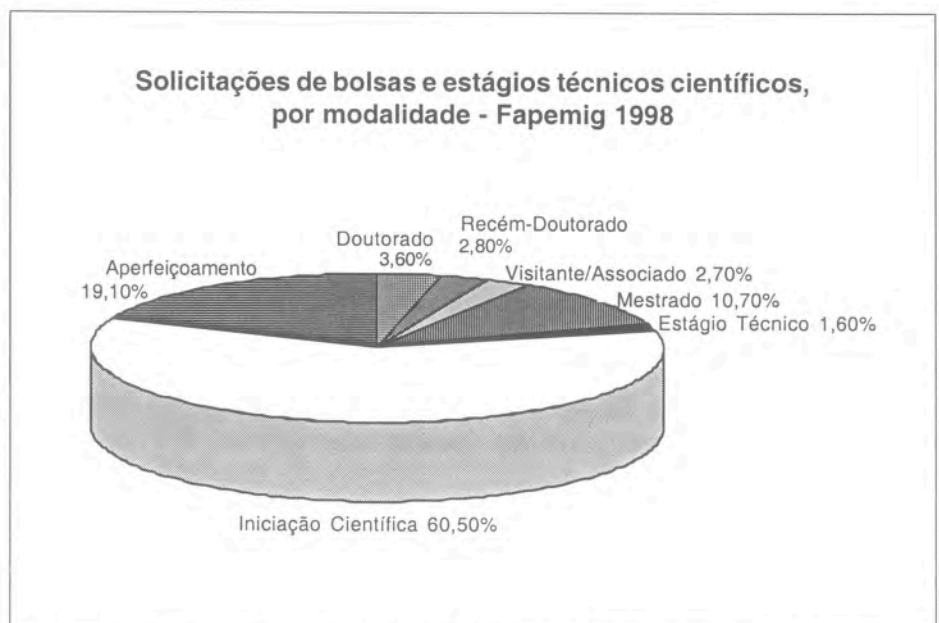


Gráfico 1 - Atendimento de solicitações de bolsas pela Fapemig em 1998
 FONTE: Boletim... (1999).

INICIAÇÃO CIENTÍFICA NA ICTIOLOGIA

Orientando bolsistas de iniciação científica no Laboratório de Ictiohistologia do Departamento de Morfologia do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da UFMG e no Laboratório de Ictiologia do Programa de Mestrado em Zoologia de Vertebrados da PUCMinas, observaram-se nos últimos cinco anos os seguintes dados:

- foram orientados 21 bolsistas alunos dos cursos de Ciências Biológicas, Medicina Veterinária e Medicina,

sendo a maioria deles das Ciências Biológicas (Gráfico 2);

- o tempo médio de bolsa foi de dois a três anos;
- a maioria dos orientados que concluíram a graduação ingressou em programas de pós-graduação (Gráfico 3);
- alguns ex-bolsistas de iniciação científica que já concluíram o mestrado, obtiveram o título com diminuição do tempo de permanência na pós-graduação.

Nossa conduta de orientação sempre

teve como objetivo desenvolver no bolsista a criatividade e o pensamento científico. Para isso, os bolsistas participam efetivamente de todas etapas do projeto de pesquisa, apresentam seus resultados em eventos científicos, publicam artigos completos em periódicos científicos, além de serem estimulados a aprimorar o idioma inglês e a informática.

Os resultados obtidos pela orientação de bolsistas de iniciação científica na área de ictiologia parecem atender plenamente os objetivos do programa, formando alunos para os cursos de pós-graduação que obtêm o título em tempo reduzido, melhorando, desse modo, o desempenho e a qualidade da pós-graduação, além de formar profissionais que conviveram diretamente com os problemas da pesquisa e desenvolveram o aprendizado e a experimentação do método científico.

Esta experiência está sendo transferida para o recém-criado Mestrado em Zoologia de Vertebrados da PUCMinas, em que se observa no período 1998-1999 o seguinte levantamento:

número de professores do quadro permanente	06
número de alunos matriculados	21
projetos de dissertação em elaboração	07
projetos de dissertação em andamento	14
número de bolsistas de Iniciação Científica	14

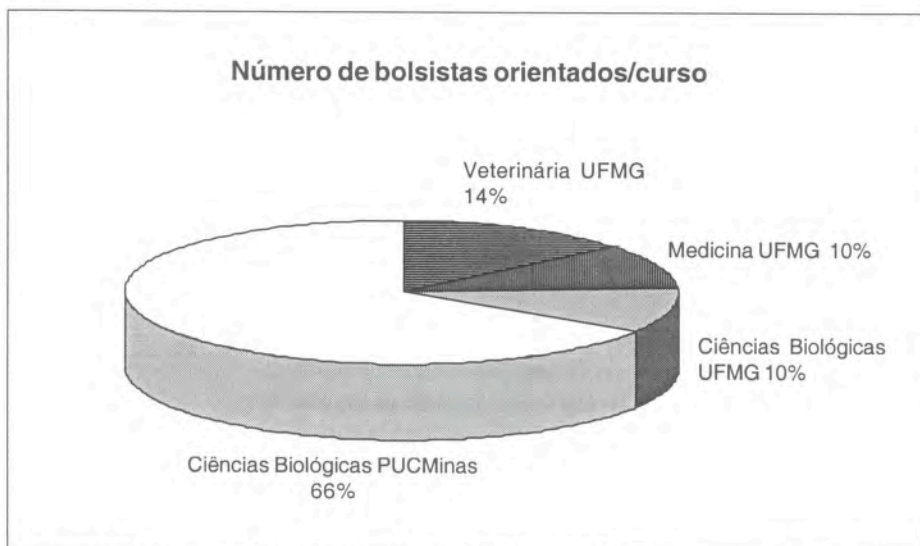


Gráfico 2 - Orientação de bolsistas de iniciação científica por curso, nos laboratórios de Ictiohistologia da UFMG e Ictiologia da PUCMinas nos últimos cinco anos



Gráfico 3 - Destino dos bolsistas de iniciação científica dos laboratórios de Ictiohistologia da UFMG e Ictiologia da PUCMinas nos últimos cinco anos

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOLETIM ATUAÇÃO DA FAPEMIG EM 1998. Demanda e atendimento. Belo Horizonte: FAPEMIG, 1999.

BOLETIM INFORMATIVO DO PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO CNPQ-MCT. 10 anos de atuação. Brasília: CNPq, v.3, n.6, 1998a. Edição Especial.

BOLETIM PROGRAMA DE BOLSAS INSTITUCIONAIS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. Belo Horizonte: FAPEMIG, 1998b.

MANUAL do usuário. Belo Horizonte: FAPEMIG, 1994. 36p.

MANUAL do usuário. Brasília: CNPq, 1999. Cap. 3: Programas: Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica PIBIC.

Estrutura da ictiofauna dos reservatórios do rio Grande, com ênfase no estabelecimento de peixes piscívoros exóticos

Gilmar Bastos Santos¹

Paulo Sérgio Formagio²

Resumo - A estrutura da ictiofauna de oito reservatórios do rio Grande permite agrupá-los em um conjunto acima de 600m de altitude, representado por Itutinga, Furnas, Mascarenhas de Morais e Estreito, e, em outro, formado por Volta Grande, Porto Colômbia, Marimbondo e Água Vermelha, caracterizado pela presença da maioria das espécies do primeiro grupo, além de outras típicas apenas desse trecho. Furnas apresenta espécies não-piscívoras de pequeno e médio portes, enquanto Marimbondo abriga principalmente peixes de médio e grande portes, representados pela corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e mandi-amarelo (*Pimelodus maculatus*), com ausência ou baixa densidade das espécies abundantes em Furnas. A presença de dois grupos de reservatórios relacionados com a abundância das espécies sugere que piscívoros exóticos como a corvina desempenham papel relevante na estruturação das assembleias de peixes nas represas situadas abaixo de 600m. Boa parte das espécies reofílicas, incluindo os grandes migradores, pode ser encontrada na maioria dos reservatórios, embora com estoques reduzidos. É prioritária a preservação de certos afluentes do rio Grande que atuam como locais de reprodução da ictiofauna reofílica e manutenção da diversidade original, bem como das lagoas marginais como áreas de crescimento de jovens, em vista da degradação a que estes ambientes estão atualmente submetidos.

Palavras-chave: Peixes; Comunidades; Reservatórios; *Plagioscion squamosissimus*; Rio Grande.

INTRODUÇÃO

O barramento dos rios para a construção de usinas hidrelétricas (UHEs) aumentou consideravelmente em resposta à demanda energética, particularmente a partir de 1970. O Plano Nacional de Energia Elétrica 1987/2010, elaborado sob a coordenação da Eletrobrás, previa a construção no país, entre 1990 e 1999, de mais 47 hidrelétricas com potência de geração superior a 30 MW, das quais dez seriam em Minas Gerais ou em seus limites (Plano..., 1991). Dessas hidrelétricas, 11 estão localizadas ao longo do rio Grande, totalizando 3.511km² de área inundada (Gráfico 1). Estes

reservatórios são parte integrante de um conjunto de 130 com altura de barragem superior a dez metros, construídos sequencialmente (em cascata) em vários rios da metade superior da bacia do Paraná, como o Paranaíba, Tietê e Paranapanema (Agostinho et al., 1995).

O conhecimento de parâmetros ecológicos básicos como riqueza, diversidade e abundância da ictiofauna dos reservatórios, bem como a detecção de seus fatores determinantes é fundamental para o manejo adequado das populações ali residentes. Apesar da existência de grande número de barragens no rio Grande, algumas delas

construídas há mais de 30 anos, e em que pese o crescimento da literatura acerca da ictiofauna desta parte do Alto Paraná nos últimos anos, poucas pesquisas tem sido direcionadas para a compreensão dos padrões de distribuição das comunidades de peixes que habitam tais reservatórios. Isto é particularmente verdadeiro, quando se comparam as publicações pertinentes a este rio com aquelas existentes sobre o rio Paraná e seus demais afluentes, notadamente no trecho situado entre os reservatórios de Itaipu e Jupia (Agostinho et al., 1992, 1994ab, 1997, Romanini et al., 1994, Agostinho & Zalewski, 1996, Aspectos....

¹Biólogo, Dr., PUC Minas - Programa de Mestrado em Zoologia de Vertebrados, Caixa Postal 1686, CEP 30535-610 Belo Horizonte-MG.

²Biólogo, FURNAS - Estação de Hidrobiologia e Piscicultura, CEP 37947-000 Alpinópolis-MG.

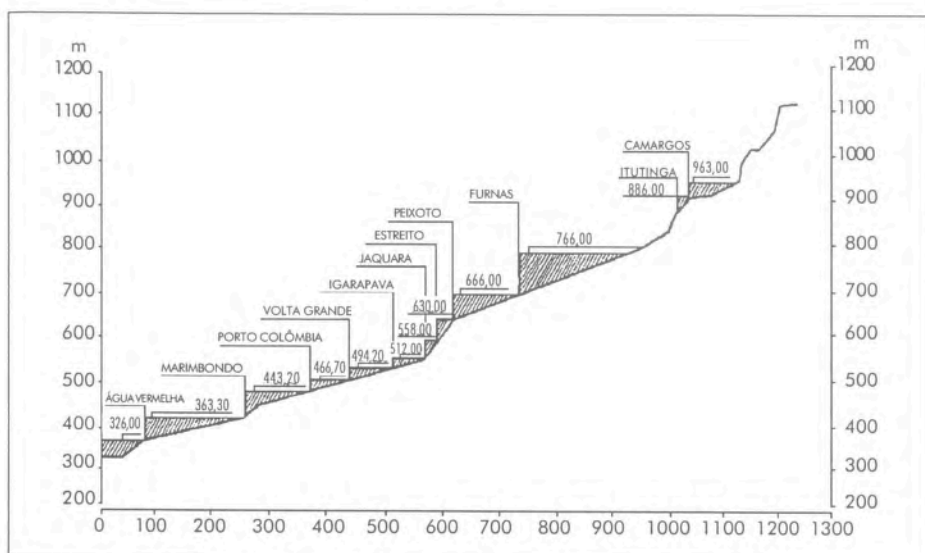


Gráfico 1 - Perfil do rio Grande mostrando a seqüência de reservatórios construídos em cascata

FORTE: CEMIG.

NOTA: As distâncias horizontais representam quilômetros.

1996, Vazzoler et al., 1997a e Carvalho et al., 1998).

O presente artigo aborda, em linhas gerais, alguns padrões sobre a estrutura das comunidades de peixes dos reservatórios do rio Grande. As informações estão fundamentadas principalmente em pesquisas desenvolvidas por Furnas Centrais Elétricas em seus reservatórios a partir de 1992, bem como em dados de relatórios técnicos da Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig), e Companhia Energética de São Paulo (Cesp) e artigos científicos sobre as represas de Volta Grande e Itutinga.

CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO RIO GRANDE

Conforme descrito em Diagnóstico... (1983) e UHE... (1989), o rio Grande possui área de drenagem de 143.000 km², sendo 86.500 km² (60,7%) em território mineiro. Nasce no alto do Mirantão, Serra da Mantiqueira, no município de Bocaina de Minas (MG), na cota de 1.980m, tendo curso SO-NE até Piedade de Minas (MG). A partir daí corre para NO até a barragem de Jaguarara, para então tomar a orientação EO até a confluência com o rio Paranaíba, dando origem ao rio Paraná, depois de percorrer 1.390km a uma altitude de 295m. Da região de Estreito em diante, recebe afluentes de São Paulo e passa a ser divisa entre Mi-

nas Gerais e aquele Estado. O trecho mineiro do rio Grande é montanhoso, declinando cerca de 1.200m em quase 600km, o que fez com que apresentasse várias corredeiras e saltos, muitos dos quais atualmente desapareceram em virtude dos represamentos ali construídos. Pouco depois de atingir a divisa com São Paulo, o rio Grande passa a correr num planalto, com uma declividade muito inferior em relação ao trecho mineiro, cerca de 250m em 600km. Nesta altitude, modifica substancialmente sua fisionomia, apresentando grandes estirões e trechos de margens alagadiças com lagoas marginais. No passado, este segmento do rio ainda apresentava corredeiras e cachoeiras como as de Água Vermelha e Marimbondo, esta última com desníveis de até 30m, e que hoje se encontram submersas. Paiva (1982) divide seu curso em três partes:

- superior: da nascente até a foz do rio Cerro (km 934), com 367km de extensão e desnível de 515m;
- médio: da foz do rio Cerro até a foz do rio Pardo (km 382), com 552km de extensão e desnível de 285m;
- inferior: da foz do rio Pardo até a confluência com o rio Paranaíba, percorrendo 382km, com desnível de 160m.

ESTRUTURA DAS COMUNIDADES DE PEIXES DO RIO GRANDE

Neste item são analisadas, sob o ponto de vista qualitativo e quantitativo, a estrutura das assembléias de peixes do Rio Grande, bem como a situação atual da ictiofauna reofílica e as perspectivas para sua conservação.

Aspectos qualitativos

Os inventários disponíveis para os reservatórios do rio Grande geralmente não estão padronizados, em virtude de como é obtido e identificado o material que compõe estes levantamentos. Entre os fatores que contribuem para isto estão a variedade de aparelhos de pesca utilizados para as coletas (por exemplo, redes de emalhar, tarrafas, espinhéis, arrastões, peneiras), o esforço de pesca (número de aparelhos e tempo de utilização) e o modo de operação de um determinado aparelho (por exemplo, posição e profundidade de uma rede de emalhar). Reservatórios como Furnas, Estreito, Volta Grande e Marimbondo foram e continuam sendo intensamente amostrados, enquanto outros como Itutinga, Peixoto (Mascarenhas de Moraes) e Porto Colômbia possuem inventários com base em um menor número de amostragens. Desta forma, análises comparativas a partir da composição e riqueza específica, aqui definida como o número total de espécies de um dado reservatório, devem ser vistas com cautela.

Assim, foi realizada uma análise de agrupamento a partir da presença/ausência de espécies em oito reservatórios do rio Grande (Gráfico 2), com base em coletas efetuadas apenas com redes de emalhar e excluindo-se as espécies com status taxonômico incerto. As comparações representam uma medida da diversidade *beta*, ou o grau de mudança da composição específica entre as comunidades dos reservatórios ao longo de um gradiente. Foi obtida uma associação a partir dos reservatórios situados na parte mais alta, como Furnas e Mascarenhas de Moraes, em direção àqueles localizados na porção inferior do rio Grande, como Água Vermelha. Entretanto, esta associação nem sempre reflete a real posição dos reservatórios no sistema, como no

caso de Itutinga, o mais a montante dos incluídos na análise, que se junta ao agrupamento Estreito (Furnas-Mascarenhas de Morais), e de Porto Colômbia, que é incorporado ao dendograma antes de Volta Grande. Estas discordâncias, devido a variações amostrais, não impedem que se visualize uma seqüência ao longo do rio Grande, indicando menor similaridade da ictiofauna entre os reservatórios situados em pontos extremos deste sistema.

Embora não seja perceptível no dendograma, uma análise da composição específica destes reservatórios permite, de modo geral e apenas para uma melhor compreensão dos padrões de distribuição da ictiofauna, colocá-los em dois grupos, o primeiro representado por aqueles situados acima de 600m de altitude e que compreendia originalmente o trecho do rio Grande de relevo acidentado. Nele incluem-se Itutinga, Furnas, Mascarenhas de Morais e Estreito. Este conjunto não possui algumas espécies que ocorrem somente a partir da metade inferior do rio Grande, apresentando conseqüentemente menor riqueza específica. O segundo grupo é formado por Volta Grande, Porto Colômbia, Marimbondo e Água Vermelha, reservatórios espalhados e localizados abaixo de 600m. Caracteriza-se pela presença da maioria das espécies que ocorrem na parte superior, ao lado de outras presentes apenas neste segmento do rio Grande. Entre estas estão o pacu-prata (*Myleus tiete*), piau-de-lagoa (*Leporinus lacustris*), pirambeba (*Serrasalmus spilopleura*) e barbado (*Pinirampus pinirampu*), que ocorrem na maioria dos reservatórios deste trecho. Além disso, este grupo também diferencia-se do primeiro pelo estabelecimento da corvina (*Plagioscion squamosissimus*), espécie exótica à bacia do Paraná. Desta forma, a riqueza de espécies é normalmente inferior nos reservatórios acima de 600m, sendo Furnas uma exceção (Gráfico 3).

A partir dos dados de 19 reservatórios brasileiros, Araújo-Lima et al. (1995) observaram uma relação significativa principalmente entre o número de espécies e a freqüência das amostragens, e de forma menos acentuada, entre a riqueza e a área dos reservatórios. Segundo estes autores, a profundidade, latitude e bacia de drena-

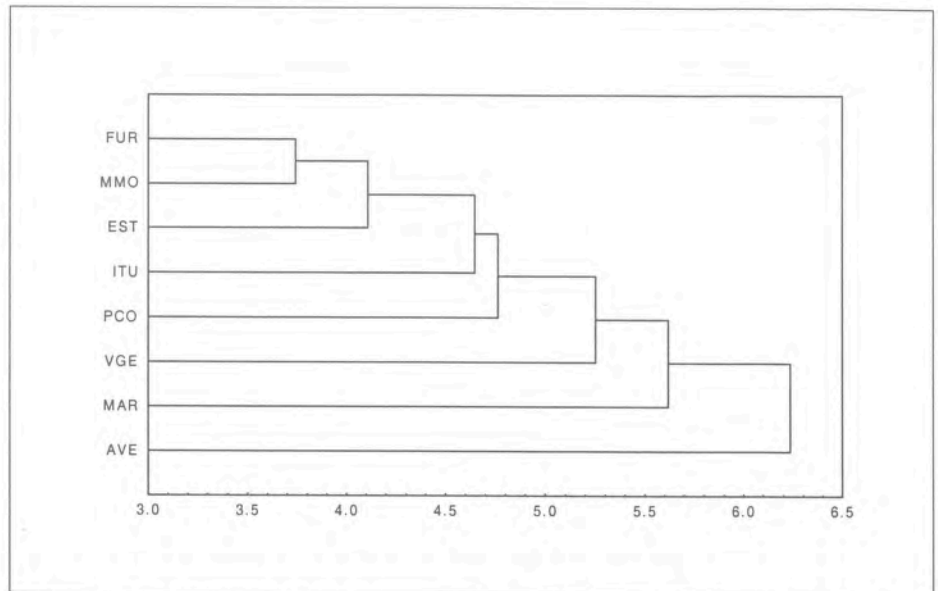


Gráfico 2 - Dendograma de oito reservatórios obtido através da distância euclidiana calculada a partir da presença/ausência de espécies e ligadas pelo método UPGMA

FONTE: Santos (1994), Diagnóstico (1996) e Alves et al. (1998).

NOTA: FUR - Furnas; MMO - Mascarenhas de Morais; EST - Estreito; ITU - Itutinga; PCO - Porto Colômbia; VGE - Volta Grande; MAR - Marimbondo; AVE - Água Vermelha.

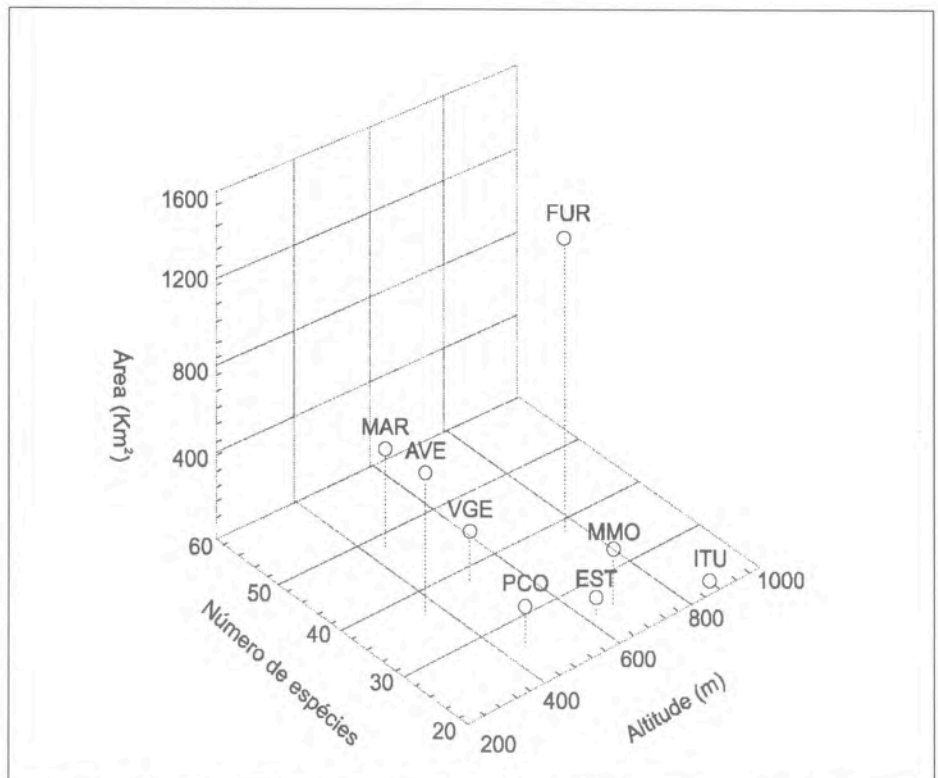


Gráfico 3 - Relação entre o número de espécies, área no NA máximo, e altitude (cota) de oito reservatórios do rio Grande

FONTE: Santos (1994), Diagnóstico... (1996) e Alves et al. (1998).

NOTA: FUR - Furnas; MMO - Mascarenhas de Morais; EST - Estreito; ITU - Itutinga; PCO - Porto Colômbia; VGE - Volta Grande; MAR - Marimbondo; AVE - Água Vermelha.

gem não foram significativas. Por outro lado, a riqueza tende a aumentar, à medida que nos afastamos das nascentes em direção à foz (Lowe-McConnell, 1987), em virtude de a incorporação de espécies ser mais acentuada que a sua substituição (Horwitz, 1978 e Platts, 1979). Lagos e reservatórios situados em regiões mais altas geralmente possuem número de espécies inferior em relação àqueles localizados em menores altitudes (Quirós et al., 1986 e Minns, 1989). Isto foi verdadeiro para Marimbondo (Gráfico 3), que apresentou maior riqueza, quando comparado a outros reservatórios situados a montante. Apesar de Furnas exibir um número de espécies (39) próximo aos de Água Vermelha e Volta Grande, a riqueza deste reservatório pode ser considerada baixa, levando-se em conta sua imensa área inundada. Os valores obtidos, quando o número de espécies foi correlacionado tanto com a área no NA máximo (0,48), quanto com a altitude (-0,53), não foram significativos ($p > 0,05$), indicando que outros fatores, como a intensidade amostral por exemplo, podem ser mais determinantes na estimativa da riqueza, notadamente em Água Vermelha, Porto Colômbia e Mascarenhas de Moraes.

Aspectos quantitativos

Embora análises qualitativas como riqueza específica, apesar de limitadas, forneçam alguma informação, é através de dados quantitativos que as diferenças entre estes dois padrões de estrutura de comunidades de peixes emergem mais nitidamente. Para melhor compreensão, são apresentados a seguir os resultados obtidos na pesca experimental por Santos et al. (1994) e Santos (1999) para Furnas, representante do primeiro grupo e Marimbondo, integrante do segundo grupo. A escolha destes dois reservatórios deve-se ao fato de serem atualmente, ao lado de Volta Grande, os mais estudados deste sistema, com resultados mais consistentes.

Com base em amostragens bimestrais efetuadas entre junho de 1992 e julho de 1994, verificou-se que, para um mesmo esforço de pesca, um maior número de peixes foi capturado em Furnas, com as espécies piscívoras nunca ultrapassando 20,4% do total obtido por bimestre. Por sua vez, me-

tade das amostragens em Marimbondo foram constituídas principalmente por piscívoros, que chegaram a representar 84,5% do total bimestral (Gráfico 4). Em Furnas, predominaram espécies nativas de pequeno e médio portes, como os não-piscívoros lambari-do-rabo-vermelho (*Astyanax fasciatus*), canivete (*Apareiodon affinis*), sagüirus (*Steindachnerina insculpta* e *Cyphocarax modesta*) e mandi-beiçudo (*Iheringichthys labrosus*), ao lado do piscívoro peixe-cigarra (*Galoecharax knerii*). Contrastando com este fato, em Marimbondo a ictiofauna é composta por grande número de peixes de médio e grande por-

tes, representados basicamente pela corvina e pelo mandi-amarelo (*Pimelodus maculatus*), responsável por praticamente toda a captura de pimelodídeos nesse local. Paralelamente, verifica-se em Marimbondo a redução ou mesmo ausência, a exemplo do mandi-beiçudo, das espécies citadas para Furnas (Gráfico 5).

A presença da corvina parece ser um importante fator na estruturação da ictiofauna dos reservatórios do rio Grande. Em Marimbondo, seu estabelecimento provavelmente ocorreu desde o início da formação do reservatório, uma vez que, conforme pode ser deduzido do descrito em Torloni

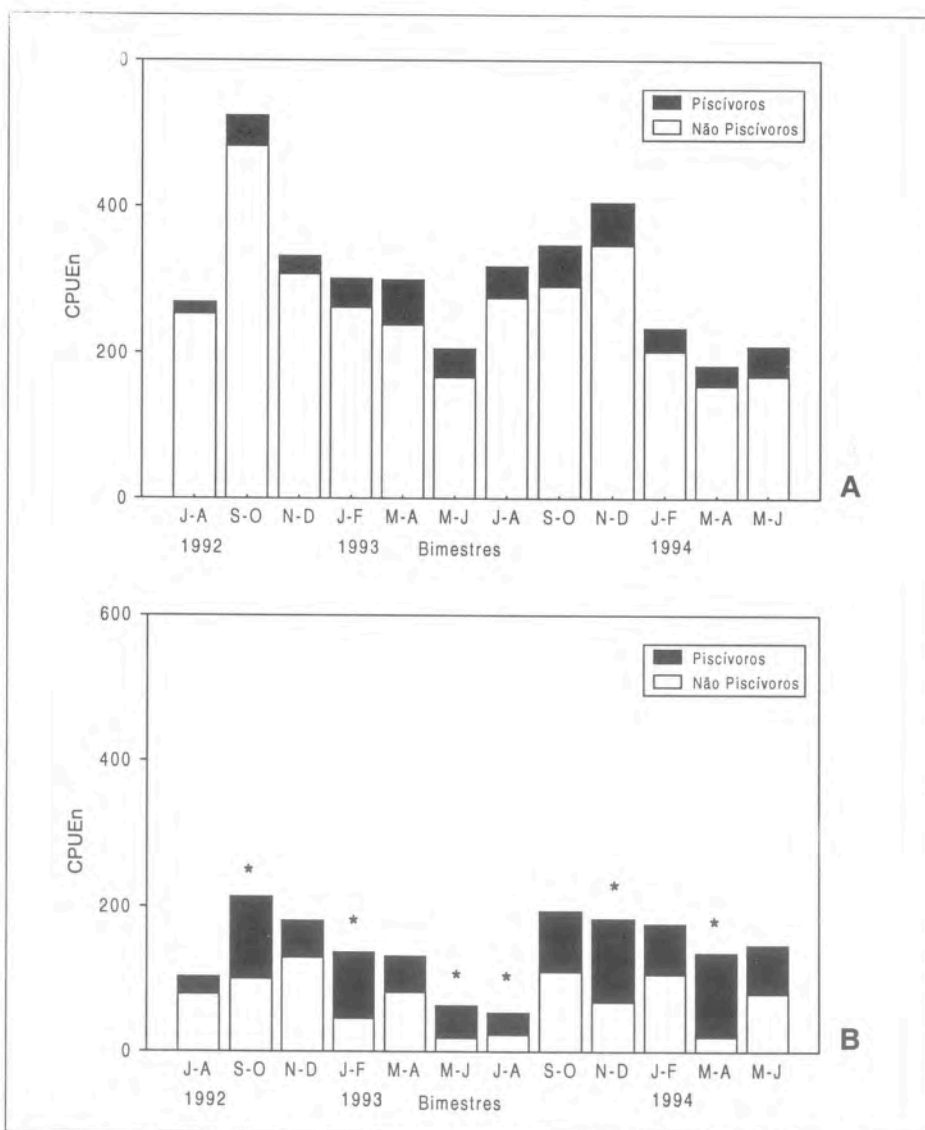


Gráfico 4 - Capturas totais por unidade de esforço em número (CPUE n) por bimestre para os reservatórios de Furnas (A) e Marimbondo (B)

FONTE: Santos (1999).

NOTA: Os bimestres em que a abundância de espécies piscívoras superou a de não piscívoras estão marcados com um asterisco.

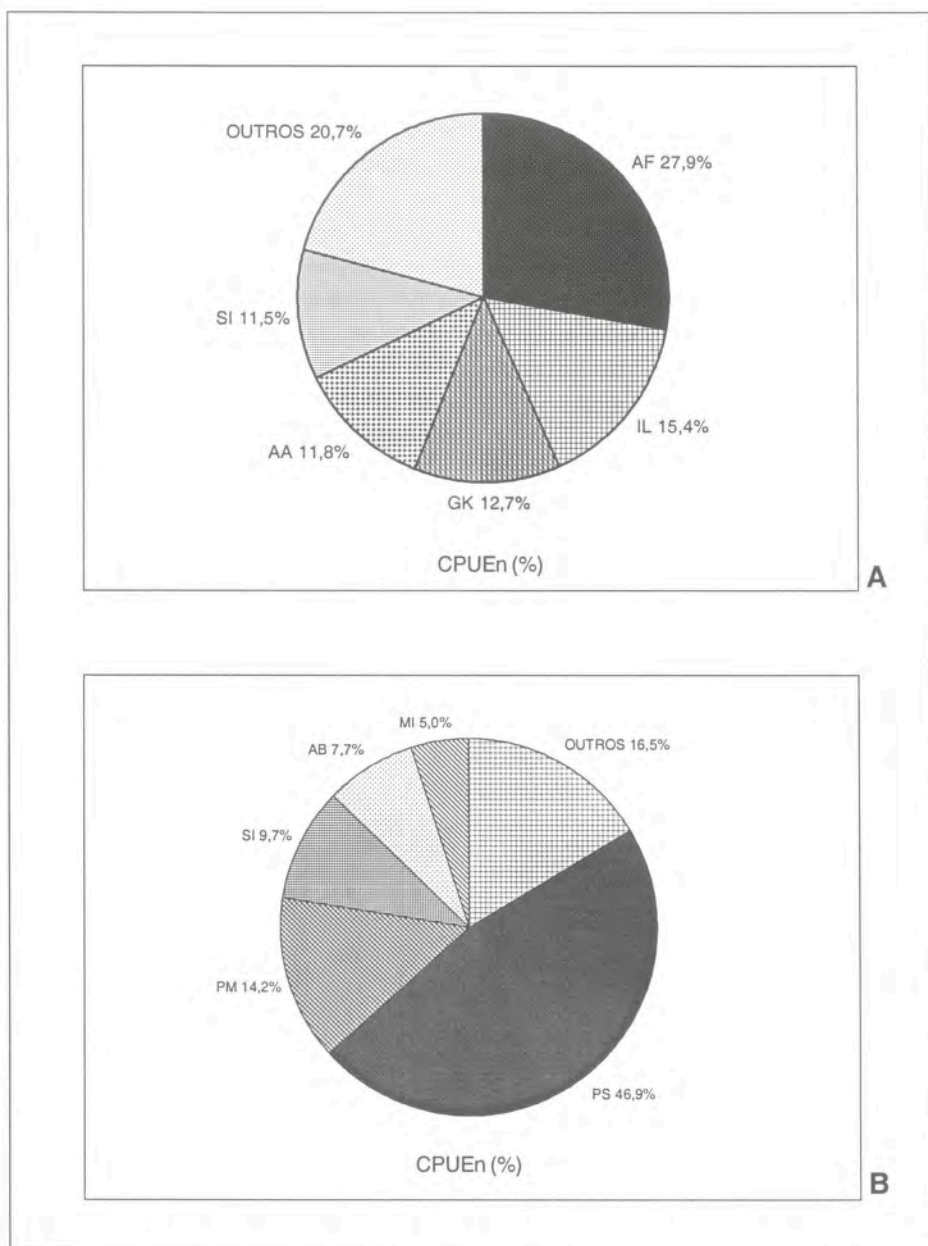


Gráfico 5 - Percentual da captura por unidade de esforço em número (CPUEn) para as espécies mais capturadas nos reservatórios de Furnas (A) e Marimbondo (B), entre agosto 1992 e julho 1994

FONTE: Santos (1999).

NOTA: AB - *A. bimaculatus*; AF - *A. fasciatus*; AA - *A. affinis*; GK - *G. knerii*; IL - *I. labrosus*; MI - *M. intermedia*; PM - *P. maculatus*; SI - *S. insculpta*; PS - *P. squamosissimus*.

et al. (1993), a introdução desta espécie neste trecho do rio é anterior à construção da barragem. Embora não existam registros científicos a respeito do desenvolvimento das comunidades de peixes nos primeiros anos após o barramento de Marimbondo, pescadores locais relatam a existência nesta época de grande quantidade de lambaris, cujos estoques hoje se encontram sensivelmente reduzidos.

O papel da corvina na modificação das assembléias de peixes em reservatórios do rio Grande pode ser melhor avaliado através de seu estabelecimento em Volta Grande. Capturas experimentais mostraram que esta espécie não havia sido registrada neste reservatório entre 1985 e 1986 (Programa..., 1986), sendo detectada pela primeira vez em meados de 1987 (Santos, 1994). Comparando-se estes dados com os de Braga

& Gomiero (1997), mais recentes, verifica-se que, enquanto a frequência de ocorrência de corvina e mandi-amarelo aumentou de 1987 para 1995, as espécies de pequeno e médio portes, entre as quais as cinco mais capturadas atualmente em Furnas (*A. fasciatus*, *I. labrosus*, *G. knerii*, *A. affinis* e *S. insculpta*), tiveram seus estoques reduzidos ou nem sequer foram registradas em 1995 (Gráfico 6). Das espécies de pequeno porte, apenas o lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*) não sofreu diminuição nas capturas. Desta forma, a ictiofauna de Volta Grande, semelhante a de Furnas no que diz respeito à presença e abundância de espécies de pequeno porte em meados dos anos 80, alterou seu perfil radicalmente a partir do surgimento da corvina, estando hoje bastante próxima do padrão apresentado por Marimbondo, com dominância desta espécie e do mandi-amarelo, peixe considerado reofilico, mas que tem mostrado grande capacidade de estabelecer em ambientes lênticos.

A pequena representatividade ou mesmo ausência de algumas espécies observadas em Marimbondo provavelmente, está relacionada com a dificuldade destes peixes de permanecerem em locais desprovidos de abrigo. Sob condições de predação intensa, uma severa diminuição dos estoques ou mesmo extinção local de espécies menos aptas a sobreviver em tais circunstâncias poderia ocorrer ao longo dos anos. Por outro lado, espécies adaptadas a ambientes lênticos, de maior porte e fecundidade, teriam condições de sobreviver nesses locais e até utilizar com vantagens o espaço deixado em aberto pela eliminação ou diminuição das populações de peixes de pequeno porte. Isto poderia ser pelo menos uma das causas da grande abundância do mandi-amarelo em Marimbondo, especialmente na região próxima à barragem, a mais desabrigada deste reservatório.

A situação atual da ictiofauna de Marimbondo difere substancialmente da maioria dos reservatórios a montante do rio Grande, sendo similar à Água Vermelha, (Aspectos..., 1996), Porto Colômbia e Volta Grande (Braga & Gomiero, 1997). A dominância de corvina também está registrada para outros reservatórios do Alto Paraná, como Três Irmãos e Promissão no rio

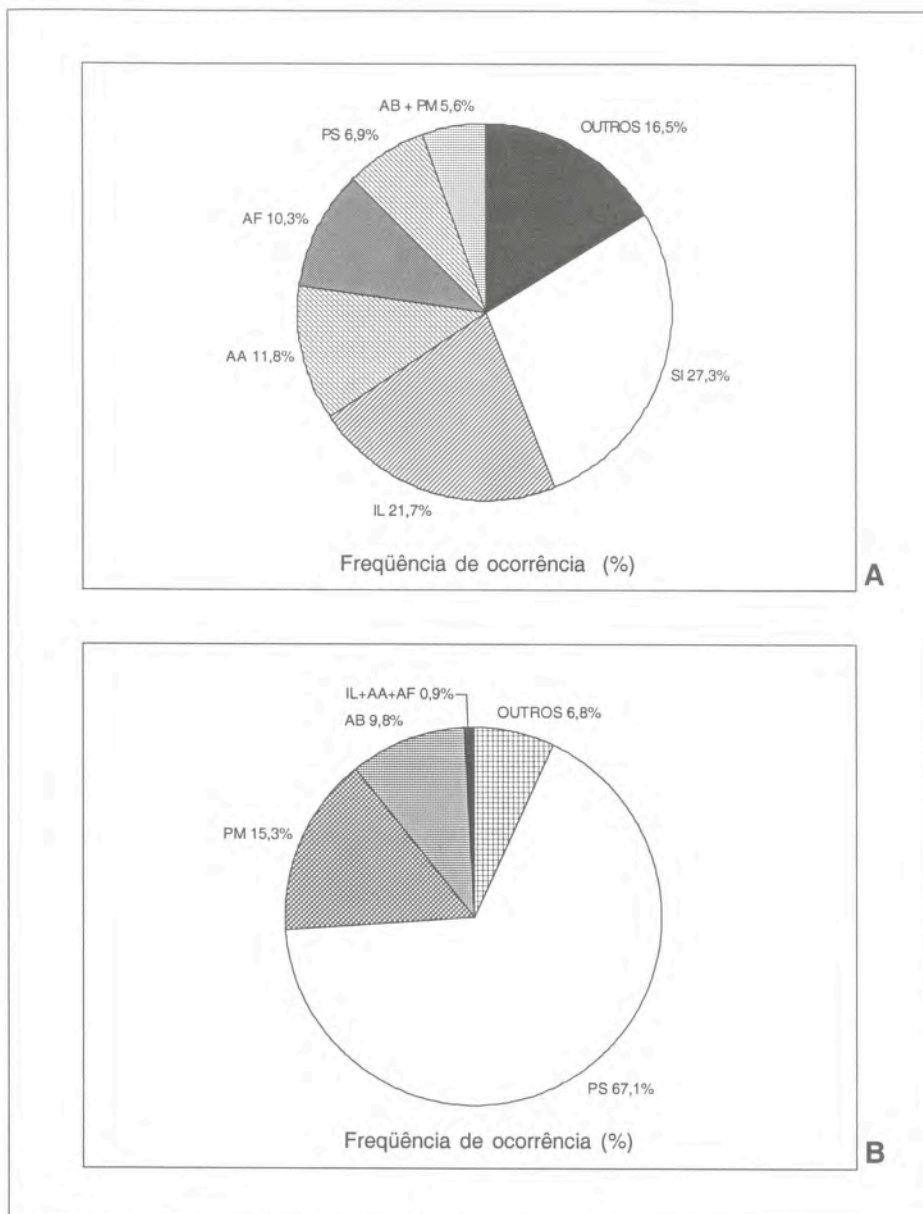


Gráfico 6 - Frequência de ocorrência (%) para as espécies mais capturadas no reservatório de Volta Grande no período de 1987-1988 (A) e 1995 (B)

FONTE: Santos (1994) e Braga & Gomiero (1997).

NOTA: AB - *A. bimaculatus*; AF - *A. fasciatus*; AA - *A. affinis*; GK - *G. knerii*; IL - *I. labrosus*; PM - *P. maculatus*; SI - *S. insculpta*; PS - *P. squamosissimus*.

Tietê e Ilha Solteira no rio Paraná (Torloni et al., 1993 e Aspectos..., 1996). Por sua vez, o padrão observado em Furnas pode ser ampliado aos demais reservatórios dos trechos superior e médio do rio Grande, onde esta espécie ainda não existe.

A influência de piscívoros exóticos como fator de alteração das comunidades de peixes em Marimbondo foi proposta por Santos et al. (1994). Estes autores sugerem que a simplificação da estrutura ictio-

faunística observada neste reservatório poderia ser ao menos parcialmente explicada pela intensidade de predação exercida pela corvina e pelo tucunaré (*Cichla monoculus*). Análises de conteúdo estomacal de adultos mostraram que, neste local, enquanto a corvina se alimenta preferencialmente de Characiformes, como saguirus e lambaris, o tucunaré preda basicamente Pimelodídeos (mandis) e Perciformes (acarás). Characiformes são também

o principal item utilizado pela corvina em Barra Bonita, no rio Tietê (Braga, 1998).

Por outro lado, o decréscimo populacional de algumas espécies observado para uma parte dos reservatórios do rio Grande, e relacionado principalmente com a presença da corvina, não ocorre necessariamente em todos os locais onde esta espécie foi introduzida. A disponibilidade de outros recursos alimentares utilizados como presas preferenciais, a exemplo de camarões (*Macrobrachium amazonicum* e *M. jelskii*), em reservatórios nordestinos (Paiva et al., 1994), e peixes como a sardela (*Hypophthalmus edentatus*), em Itaipu, no rio Paraná (Hahn et al., 1998), provavelmente atenua sua intensidade de predação sobre a ictiofauna de pequeno porte destes ambientes.

Dessa forma, acreditamos que fatores como altitude e barreiras geográficas poderiam explicar em parte as diferenças de incorporação e substituição ictiofaunística observadas ao longo do rio Grande e refletida em seus reservatórios, com aqueles mais próximos apresentando normalmente maior similaridade. Entretanto, a presença de dois grupos distintos no que diz respeito ao grau de abundância em que as espécies piscívoras e não-piscívoras se fazem presentes sugere que, ao lado das particularidades regionais, fatores representados pela introdução de piscívoros exóticos como a corvina, além da diminuição e extinção local de outras de pequeno e médio portes, desempenham papel relevante na estruturação da ictiofauna das represas situadas abaixo de 600m aqui analisadas.

Situação atual da ictiofauna reofilica

A despeito do grande número de barramentos existentes no rio Grande, boa parte das espécies reofilicas descritas para esta bacia, incluindo as de piracema (Quadro 1), ainda pode ser encontrada ocupando principalmente as regiões riverinas dos reservatórios e os trechos lóticos remanescentes, embora suas populações tenham declinado sensivelmente após a construção destas represas. Alguns como Furnas possuem grande bacia de drenagem, bem

QUADRO 1 - Algumas espécies de peixes presentes nos reservatórios do rio Grande

Espécie	Nome popular	ITU	FUR	MMO	EST	VGE	PCO	MAR	AVE
<i>Apareiodon affinis</i>	canivete		x	x	x	x	x	x	
<i>Astyanax bimaculatus</i>	lambari-do-rabo-amarelo	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari-do-rabo-vermelho	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Brycon orbignyanus</i>	piracanjuba ^(M)					x			x
<i>Cichla monoculus</i>	tucunaré ^(E)		x	x	x	x	x	x	x
<i>Colossoma macropomum</i>	tambaqui ^(M,E)					x			
<i>Cyphocax modesta</i>	saguiuru		x	x		x			x
<i>Galeocharax knerii</i>	peixe-cigarra		x	x	x	x	x	x	x
<i>Iheringichthys labrosus</i>	mandi-beiçudo	x	x	x	x	x			
<i>Leporinus elongatus</i>	piapara ^(M)		x	x		x	x	x	x
<i>Leporinus friderici</i>	piau-três-pintas	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Leporinus lacustris</i>	piau-de-lagoa					x		x	x
<i>Leporinus obtusidens</i>	piapara ^(M)		x					x	x
<i>Moenkhausia intermedia</i>	lambari							x	x
<i>Myleus tiete</i>	pacu-prata					x	x	x	x
<i>Oligosarcus paranensis</i>	peixe-cigarra		x						
<i>Oreochromis niloticus</i>	tilápia ^(E)		x	x	x	x	x	x	x
<i>Paulicea lutkeni</i>	jaú ^(M)								x
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	pacu-caranha ^(M)					x		x	x
<i>Pimelodus maculatus</i>	mandi-amarelo	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Pinirampus pirinampu</i>	barbado ^(M)						x	x	x
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	corvina ^(E)					x	x	x	x
<i>Prochilodus lineatus</i>	curimbatá ^(M)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	pintado ^(M)					x			x
<i>Raphiodon vulpinus</i>	cachorra								x
<i>Rhinodoras dorbignyi</i>	abotoado ^(M)					x		x	
<i>Salminus maxillosus</i>	dourado ^(M)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Satanoperca pappaterra</i>	acará						x	x	
<i>Serrasalmus spilopleura</i>	pirambeba						x	x	x
<i>Steindachnerina insculpta</i>	saguiuru		x	x	x	x	x	x	

FONTE: Programa... (1986), Santos (1994, 1999), Aspectos... (1996), Braga & Gomiero (1997) e Alves et al. (1998).

NOTA: FUR - Furnas; MMO - Mascarenhas de Morais; EST - Estreito; ITU - Itutinga; PCO - Porto Colômbia; VGE - Volta Grande; MAR - Marimondo; AVE - Água Vermelha.

M - Espécie migradora; E - Espécie exótica à bacia do rio Grande.

como áreas inundáveis a montante, que possibilitam a reprodução e sobrevivência destas espécies. Coletas em lagoas marginais dos rios Grande e Sapucaí revelaram a presença de jovens de dourado (*Salminus maxillosus*), curimbatá (*Prochilodus lineatus*) e piaparas (*Leporinus elongatus* e *L. obtusidens*), indicando que tais sítios atuam como criadouros naturais destas espécies. Por outro lado, em reservatórios onde a bacia de drenagem é insuficiente para permitir deslocamentos reprodutivos mínimos para estes peixes, existem registros de pelo menos duas espécies migradoras,

dourado e curimbatá. No caso de Itutinga estas espécies são provenientes de peixamentos (Alves et al., 1998) e, em Estreito, sua presença provavelmente está ligada à passagem de ovos, larvas ou mesmo jovens advindos da operação do vertedouro da UHE Mascarenhas de Morais. Em Volta Grande, peixamentos periódicos também são utilizados para o estabelecimento de espécies migradoras, principalmente dourado, piracanjuba (*Brycon orbignyanus*), curimbatá e pacu-caranha (*Piaractus mesopotamicus*). O caráter não-diadrômico das migrações no Rio Grande a presença

de vários afluentes ainda disponíveis às atividades migratórias e a provável existência de múltiplas populações naturais ao longo deste sistema certamente contribuiu para a sobrevivência destes peixes, mesmo tendo suas áreas originais de utilização reduzidas ou modificadas pelo efeito dos barramentos. A ocorrência de grandes migradores em rios que sofreram interrupções em cascata também é registrada entre outros por Aspectos... (1996) para os rios Paranapanema, Tietê e Paraná, e Castro & Begossi (1995) para o rio Grande a jusante de Marimondo.

Isto não significa, entretanto, que esta ictiofauna não esteja vulnerável. Ao lado da interrupção das migrações e da diminuição dos locais de desova de algumas espécies, a construção de reservatórios em seqüência alterou sensivelmente amplos segmentos da bacia do rio Grande, transformando-os em ambientes lênticos, com a conseqüente reestruturação da ictiofauna que ocupava originalmente estes trechos de rio. Araújo-Lima et al. (1995) relatam que os processos decorrentes da formação de um reservatório envolvem extinções locais de algumas espécies e variações drásticas na abundância da maioria delas, descrevendo sucintamente as seguintes mudanças impostas à ictiofauna por ocasião da construção da barragem de Itaipu: extinção local de espécies dependentes de alimentação alóctone como a piracanjuba (*B. orbignyanus*) e pacu-caranha, redução nas capturas de grandes migradores como o dourado, pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) e jaú (*Pauliceia lutkeni*) nas áreas fluviais adjacentes ao reservatório, e proliferação de espécies oportunistas tais como a surumanha (*Auchenipterus nuchalis*), sardela e corvina.

Paralelamente, os remanescentes de rio submetidos às modificações ambientais deletérias perdem progressivamente sua capacidade de manter uma alta diversidade ictiofaunística. O trecho compreendido pelo rio das Mortes e o rio Grande a montante do reservatório de Furnas, submetidos a uma alta turbidez, assoreamento e destruição da vegetação marginal, o rio Sapucaí e alguns tributários como o rio Verde, que recebem resíduos provenientes de esgoto e de atividade agrícola, e os rios Pardo e do Carmo, que drenam áreas submetidas à intensa monocultura de cana-de-açúcar, são alguns exemplos. Sua degradação, provocada pela atuação antrópica, constitui-se num dos principais impactos atualmente exercidos sobre a ictiofauna reofílica.

A importância dos afluentes como habitats reprodutivos e rotas migratórias para um grande número de espécies de médio e grande portes, entre as quais as grandes migradoras está amplamente constata-

tada para a bacia do Paraná. Vazzoler et al. (1997b) verificaram que espécies como curimatá, dourado, pintado, mandi-amarelo e piapara (*L. elongatus*) desovam nos trechos superiores dos tributários do rio Paraná a montante do reservatório de Itaipu, enquanto outras como cachorra (*Raphiodon vulpinus*) e traíra (*Hoplias malabaricus*) utilizam as regiões mais baixas destes afluentes para se reproduzirem. A utilização dos rios Mogi, Pardo e Grande por espécies de piracema foi descrita por Godoy (1967, 1975). Estas ainda empregam o que restou da área original do rio Grande, hoje restrita ao segmento compreendido pelas barragens de Marimbondo e Porto Colômbia, para se alimentarem, subindo os rios Pardo e Mogi para desovarem. Mesmo sem pesquisas similares, sabe-se que outros afluentes do rio Grande são utilizados com finalidades reprodutivas pelas espécies reofílicas, incluindo-se aí os grandes migradores. Entre estes podem ser citados os rios da Morte, Jacaré e Sapucaí, que fazem parte da bacia de drenagem de Furnas, ribeirão São João, afluente de Mascarenhas de Moraes, rios Uberaba e Sapucaí Paulista, que deságuam em Porto Colômbia e rio do Carmo, afluente de Volta Grande³.

Perspectivas para a conservação da ictiofauna

Aparentemente, a atividade dos piscívoros exóticos contribui para a diminuição dos peixes de pequeno porte, alterando radicalmente a estrutura das comunidades em alguns destes reservatórios. Assim, a introdução de espécies de topo de cadeia alimentar nas regiões superiores do rio Grande contribuirá para a modificação da ictiofauna destes reservatórios, podendo ocasionar diminuição das populações ou mesmo extinções locais de determinadas espécies. Ao mesmo tempo, novas introduções, como a do bagre-africano (*Clarias gariepinus*), recentemente detectada em Volta Grande (Alves et al., 1999), poderão alterar o quadro atual das populações de peixes ali residentes.

É evidente o papel dos trechos de rios restantes, especialmente de certos afluentes

do rio Grande, como locais de reprodução da ictiofauna reofílica, bem como a função das lagoas marginais como áreas de crescimento de jovens de espécies migradoras e de algumas sedentárias. A utilização destes ambientes por parte desta ictiofauna, durante as diferentes fases de seu ciclo de vida, acentua a importância de preservar a integridade funcional destes habitats.

O controle tanto das introduções de peixes exóticos, quanto da eutrofização acelerada que toma conta de alguns reservatórios, como Furnas por exemplo, ao lado da preservação dos remanescentes lóticos, responsáveis pela diversidade original da bacia, constituir-se-á, em nossa opinião, no maior desafio a ser enfrentado nos próximos anos para a manutenção de populações de espécies reofílicas e de uma alta diversidade.

Por fim, as sugestões formuladas por Agostinho et al. (1994a) tendo em mente a conservação da área compreendida entre o reservatório de Itaipu e a planície de inundação do rio Paraná, poderiam ser estendidas também ao rio Grande e seus reservatórios. Tais recomendações incluem a racionalização da ocupação humana na área, a compatibilidade dos procedimentos operacionais empregados pelas barragens a montante, de modo que permita um fluxo mínimo de acordo com os requerimentos exigidos pelas espécies migradoras, particularmente por ocasião do período reprodutivo, e a reconsideração da relação custo/benefício que futuras hidrelétricas poderão causar na perda da diversidade biológica e na pesca.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos a Furnas Centrais Elétricas S.A. pelo financiamento do Programa de Estudos sobre a ecologia da ictiofauna de seus reservatórios, à Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Furnas, pelo apoio nas coletas e processamento do material, à Cemig pelo apoio material e logístico nas amostragens de Volta Grande durante o período 1987/1988, e ao biólogo M.Sc. Fábio Vieira pelas valiosas críticas e sugestões ao manuscrito.

³Informação pessoal obtida através do biólogo Carlos B. M. Alves, em 1999.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JÚNIOR, H. F.; BORGHETTI, J.R. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação - um estudo de caso: reservatório de Itaipu. **Revista UNIMAR**, Maringá, v.14, p.89-107, 1992. Suplemento.
- AGOSTINHO, A.A.; JÚLIO JÚNIOR, H.F.; GOMES, L.C.; BINI, L.M.; AGOSTINHO, C.S. Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. In: VAZZOLER, A.E.A.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Ed.). **A planície de inundação do alto Paraná: aspectos físicos, biológicos e sócioeconômicos**. Maringá: UEM, 1997. p.179-208.
- AGOSTINHO, A.A.; JÚLIO JÚNIOR, H.F.; PETRERE JÚNIOR, M. Itaipu reservoir (Brazil): impacts of the impoundment of the fish fauna and fisheries. In: COX, I.G. (Ed.). **Rehabilitation of freshwater fisheries**. Oxford: Fishing News Books, 1994a. p.171-184.
- AGOSTINHO, A.A.; OKADA, E.K.; GREGORIS, J. **Características económicas y sociales de las actividades pesqueras en el embalse de Itaipu, Brasil**. Havana: FAO/COPESCAL, 1994b. 100p. (FAO. Publicaciones Técnicas). Simposio regional sobre manejo da la pesca en embalses en America Latina.
- AGOSTINHO, A.A.; VAZZOLER, A.E.A.M.; THO-MAZ, S.M. The high river Paraná basin: limnological and ichthyological aspects. In: TUNDISI, J.G.; BICUDO, C.E.M.; TUNDISI, T. M. (Ed.). **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro: ABC/SBL, 1995. p.59-103.
- AGOSTINHO, A.A.; ZALEWSKI, M. The dependence of fish community structure and dynamics on floodplain and riparian ecotone zone in Paraná river, Brazil. **Hydrobiologia**, v.303, p.141-148, 1996.
- ALVES, C.B.M.; GODINHO, A.L.; GODINHO, H.P.; TORQUATO, V.C. A ictiofauna da represa de Itutinga, rio Grande (Minas Gerais-Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.58, n.1, p.121-129, 1998.
- ALVES, C.B.M.; VONO, V.; VIEIRA, F. Presence of the walking catfish *Clarias gariepinus* (Burchell) (Siluriformes, Clariidae) in Minas Gerais state hydrographic basins, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v.16, n.1, p.259-263, 1999.
- ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M.; AGOSTINHO, A. A.; FABRÉ, N.N. Trophic aspects of fish communities in Brazilian rivers and reservoirs. In: TUNDISI, J.G.; BICUDO, C.E.M.; TUNDISI, T.M. (Ed.). **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro: ABC/SBL, 1995. p.105-136.
- ASPECTOS limnológicos, ictiológicos e pesqueiros de reservatórios da CESP no período de 1986 a 1994. São Paulo: CESP - Departamento de Estudos e Planejamento Ambiental, 1996. 81p. (CESP. Série Pesquisa e Desenvolvimento, 136).
- BRAGA, F.M. de S. Alimentação de *Plagioscion squamosissimus* (Osteichthyes, Sciaenidae) no reservatório de Barra Bonita, Estado de São Paulo. **Iheringia. Série Zoologia**, n.84, p.11-19, maio 1998.
- BRAGA, F.M. de S.; GOMIERO, L.M. Análise da pesca experimental realizada no Reservatório de Volta Grande, Rio Grande (MG-SP). **Boletim do Instituto da Pesca**, São Paulo, v.24, p.131-138, 1997.
- CARVALHO, E.D.; FUJIHARA, C.Y.; HENRY, R. A study of the ichthyofauna of Jurumirim reservoir (Parapanema river, São Paulo state, Brazil): fish production and dominant species at three sites. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, v.26, p.2199-2202, 1998.
- CASTRO, F.; BEGOSSI, A. Ecology of fishing on the Grande River (Brazil): technology and territorial rights. **Fisheries Research**, v.23, p.361-373, 1995.
- DIAGNÓSTICO ambiental do estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: CETEC, 1983. 158p.
- GODOY, M.P. Dez anos de observações sobre periodicidade migratória de peixes no rio Mogi-Guaçu. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.27, n.1, p.1-12, 1967.
- GODOY, M.P. **Peixes do Brasil (subordem Characoidei)**. Piracicaba: Franciscana, 1975. 4v.
- HAHN, N.S.; AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; BINI, L.M. Estrutura trófica da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná-Brasil) nos primeiros anos de sua formação. **Interciência**, v.23, n.5, p.299-305, 1998.
- HORWITZ, R.J. Temporal variability patterns and the distributional patterns of stream fishes. **Ecol. Monog.**, v.48, p.307-321, 1978.
- LOWE-MCCONNELL, R.H. **Ecological studies in tropical fish communities**. Cambridge: Cambridge University Press, 1987. 382p.
- MINNS, C.K. Factors affecting fish species richness in Ontario lakes. **Transactions American Fisheries Society**, v.118, p.533-545, 1989.
- PAIVA, M.P. **Grandes represas do Brasil**. Brasília: Editerra, 1982. 304p.
- PAIVA, M.P.; PETRERE JÚNIOR, M.; PETENATE, A.J.; NEPOMUCENO, F.H.; VASCONCELOS, E.A. Relationship between the number of predatory fish species and fish yield in large north-eastern Brazilian reservoirs. In: COX, I. G. (Ed.). **Rehabilitation of freshwater fisheries**. Oxford: Fishing News Books, 1994. p.120-129.
- PLANO diretor de meio ambiente do setor elétrico, 1991-1993. Rio de Janeiro: ELETROBRÁS, 1991. 2v.
- PLATTS, W. S. Relationship among stream order, fish populations, and aquatic geomorphology in an Idaho river drainage. **Fisheries**, v.4, p.5-9, 1979.
- PROGRAMA de ictiologia - relatório preliminar: identificação das principais espécies de peixes do reservatório da UHE de Volta Grande. Belo Horizonte: CEMIG, 1986. 26p. Relatório técnico.
- QUIRÓS, R.; CUCH, S.; BAIGÚN, C. Relacion entre abundância de peces y ciertas propiedades físicas, químicas y biológicas, en lagos y embalses patagónicos (Argentina). In: VILA, I.; FAGETTI, E. (Ed.). **Taller Internacional sobre ecología y manejo de peces en lagos e embalses**. Santiago, Chile: COPESCAL, 1986. p.180-202. (COPESCAL. Documentos Técnicos, 4).
- ROMANINI, P.U.; SHIMIZU, G.Y.; CRUZ, J.A.; FONTANA, S.C.; CARVALHO, M.A.J.; BICUDO, C.E. M. **Alterações ecológicas provocadas pela construção da barragem da UHE Rosana, sobre o baixo rio Parapanema, SP/PR**. São Paulo: CESP - Departamento de Estudos e Planejamento Ambiental, 1994. 153p. (CESP. Série Divulgação e Informação, 175).
- SANTOS, G.B. **Diagnóstico limnológico das condições ambientais do reservatório da UHE Volta Grande: ictiofauna**. Belo Horizonte: CEMIG - Departamento de Ações Ambientais, 1994. 40p. Relatório técnico.
- SANTOS, G.B. **Estrutura das comunidades de peixes de reservatórios do Sudeste do Brasil, localizados nos rios Grande e Paranaíba, bacia do Alto Paraná**. São Carlos: UFSCar, 1999. 166p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos, 1999.
- SANTOS, G. B.; MAIA-BARBOSA, P. M.; VIEIRA, F.; LÓPEZ, C.M. Fish and zooplankton communities structure in reservoirs of southeastern Brazil: effects of the introduction of exotic predatory fish. In: PINTO-COELHO, R.M.; GIANI, A.; SPERLING, E. von (Ed.). **Ecology and human impact on lakes and reservoirs in Minas Gerais with special reference to future development and management strategies**. Belo Horizonte: SEGRAC, 1994. p.115-132.
- TORLONI, C.E.C.; SANTOS, J.J.; CARVALHO JÚNIOR, A.A.; CORRÊA, A.R.A. **A pescada-do-Piauí *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Perciformes) nos reservatórios da Companhia Energética de São Paulo - CESP**. São Paulo: CESP - Departamento de Estudos e Planejamento Ambiental, 1993. 23p. (CESP. Série Pesquisa e Desenvolvimento, 084).
- UHE de Igarapava: projeto básico - ictiofauna. Belo Horizonte: CEMIG-IESA, 1989. 131p. Relatório técnico.
- VAZZOLER, A.E.A.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Ed.). **A planície de inundação do alto Paraná: aspectos físicos, biológicos e sócioeconômicos**. Maringá: UEM, 1997a. 453p.
- VAZZOLER, A.E.A.M.; SUZUKI, H.I.; MARQUES, E.E.; LIZAMA, M.A. P. Primeira maturação gonadal, períodos e áreas de reprodução. In: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Ed.). **A planície de inundação do alto Paraná: aspectos físicos, biológicos e sócioeconômicos**. Maringá: UEM, 1997b. p.249-265.

SISTEMA AGROPECUÁRIO EM FOCO



Caio Brandão
Presidente da Ruralminas

Foto: Erasmo Pereira

INTEGRAÇÃO AMPLIA RESULTADOS

O tema integração, no Sistema Operacional da Agricultura, tem sido, para o secretário Raul Belém, uma das questões mais importantes de sua pasta, no sentido de evitar compartimentos estanques e a desinformação que imperava até recentemente.

A Fundação Rural Mineira (Ruralminas), parte integrante do Sistema, tem papel relevante nesta integração, haja vista seu envol-

vimento com questões inerentes ao desenvolvimento do interior do Estado, presença constante junto às prefeituras, com alternativas para solução de problemas mais urgentes.

A Fundação, que atuava em três vertentes principais, ou seja, legitimação fundiária, motomecanização e elaboração dos Planos Diretores das Bacias Hidrográficas, surge, agora, renovada, por-

quanto sua Diretoria de Assuntos Fundiários foi transformada em Instituto da Terra e a entidade procura novos rumos, com o objetivo de melhor atender ao desenvolvimento rural de Minas Gerais.

O primeiro passo, neste início de ano, resume-se à modernização das instalações físicas da Fundação, que muda de endereço e reequipa toda a casa. Es-

tá sendo implantado o sistema de rede para a informatização da Ruralminas, interligando inclusive os escritórios regionais. Foram adquiridos novos programas para gerenciamento e controle de seus equipamentos pesados, a rotina administrativa da Fundação está sendo revista, com a implantação de modernos conceitos no setor de O&M e a redistribuição interna de servidores, mediante reavaliação de tarefas.

Esta mudança, que ocorre em sintonia com a Secretaria de Estado de Agricultura, conta com a participação da Assessoria de Planejamento e Coordenação (APC), desta Secretaria, empenhada em fortalecer a APC da Fundação com novos valores, oriundos das empresas do Sistema Operacional. Isto significa que a Ruralminas, em breve, poderá contar com a participação da Emater, EPAMIG e IMA, em seus trabalhos, na área de planejamento de desenvolvimento rural. Esta medida é inovadora e de grande efeito, pois, naturalmente, agrega todo o potencial do Sistema em torno das atividades de uma mesma entidade, tirando o melhor proveito possível da potencialidade da Secretaria de Agricultura.

No momento, a maior preocupação da Ruralminas é evitar a autofagia, ou seja, a entidade não pode ter o seu fim em si mesma. Ela deve fortalecer-se, cada vez mais, no sentido de firmar-se como entidade pensante e oferecer ao Estado e à sociedade, alternativas de desenvolvimento. Assim, cabe à Ruralminas abrir, rapidamente, um leque de produtos capaz de gerar recursos e atividades importantes para o meio rural, e buscar nos Ministérios, no Tesouro do Estado, nas entidades nacionais e internacionais de fomento, fontes que propiciarão à entidade desenvolver seus projetos. Dessa forma, quanto maior for a integração entre a Ruralminas e os demais órgãos e entidades vinculados à agricultura, maior e melhor será o alcance de suas propostas.

Responsável pela implantação das obras do Projeto Jaíba II, que deverão ser inauguradas nos próximos meses, a Ruralminas demonstra, mais uma vez, sua capacidade gerencial. Atuante na implantação de mais de 30.000km de estradas vicinais, a Fundação é também campeã em questões de saneamento, drenagem e irrigação.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Governador: Itamar Franco

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Secretário: Raul Décio de Belém Miguel



EPAMIG

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG

Presidência
Márcio Amaral

Diretoria de Operações Técnicas
Marcos Reis Araújo

Diretoria de Administração e Finanças
Marcelo Franco

Gabinete da Presidência
Eustáquio Amaral

Assessoria de Marketing
Luthero Rios Alvarenga

Assessoria de Planejamento e Coordenação
Sebastião Gonçalves de Oliveira

Assessoria Jurídica
Marcelo José Alves

Assessoria de Informática
Mauro Lima Baino

Auditoria Interna
Ronald Botelho de Oliveira

Departamento de Pesquisa
Antônio Monteiro de Salles Andrade

Departamento de Produção
José Braz Façanha

Departamento de Recursos Humanos
Dalci de Castro

Departamento de Patrimônio e Administração Geral
Argemiro Pantuso

Departamento de Contabilidade e Finanças
Geraldo Dirceu de Resende

Centro Tecnológico-Instituto de Laticínios
Cândido Tostes
Geraldo Alvim Dusi

Centro Tecnológico-Instituto Técnico de Agropecuária e Cooperativismo
Marco Antonio Lima Saldanha

Centro Tecnológico do Sul de Minas
Geraldo Antônio Resende Macêdo

Centro Tecnológico do Norte de Minas
Cláudio Egon Facion

Centro Tecnológico da Zona da Mata
José Luís dos Santos Rufino

Centro Tecnológico do Centro-oeste
Miguel Celestino Paredes Zúñiga

Centro Tecnológico do Triângulo e
Alto Paranaíba

João Osvaldo Veiga Rafael

A EPAMIG integra o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária, coordenado pela EMBRAPA

Semente básica da EPAMIG:



faz parte da vida da gente.

Stroby[®] SC

**Total proteção
na cultura da batata.**

**Um novo produto,
uma nova solução.**



**Aplicado
preventivamente,
o resultado
é "batata".**

ATENÇÃO

Este produto é perigoso à saúde humana, animal e ao meio ambiente. Leia atentamente e siga rigorosamente as instruções contidas no rótulo, na bula e na receita. Utilize sempre os equipamentos de proteção individual. Nunca permita a utilização do produto por menores de idade.

Consulte
sempre um
Engenheiro
Agrônomo



Venda
sob
receituário
agrônômico

PRATIQUE O MANEJO INTEGRADO

BASF