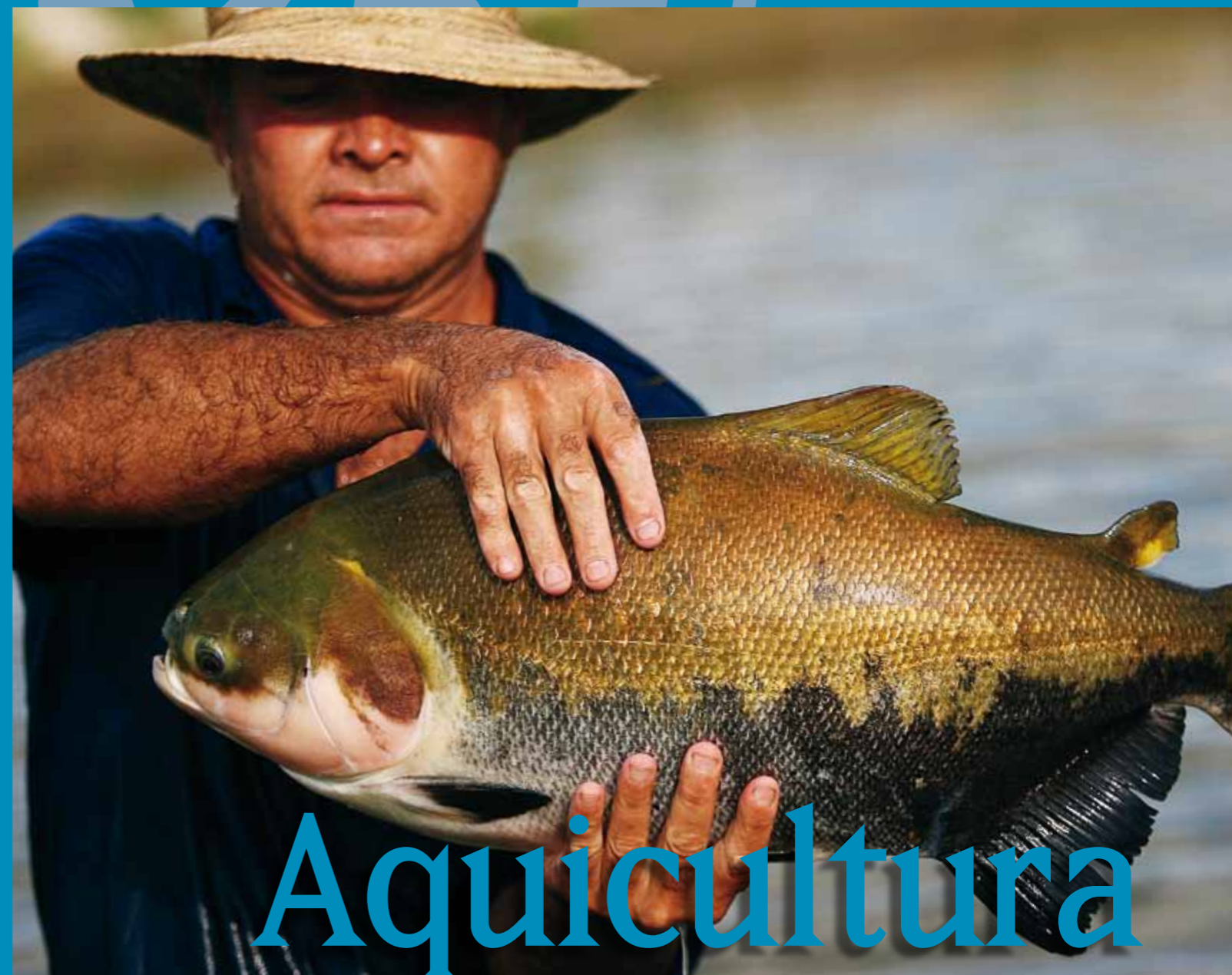




VISÃO AGRÍCOLA Nº 11 USP ESALQ ANO 8 JUL | DEZ 2012



Visão Agrícola

Conteúdo técnico com qualidade editorial

Anuncie em Visão Agrícola

Conteúdo produzido por uma instituição pioneira, com mais de cento e dez anos de ensino, pesquisa e extensão, reconhecida no Brasil e no Exterior. *Visão Agrícola* atinge um público especializado, composto por profissionais, empresários, estudantes e técnicos das diversas áreas das ciências agrárias.

Assine ou adquira um exemplar

Visão Agrícola chega com este exemplar à sua décima primeira edição, cada uma delas enfocando de forma abrangente e detalhada uma área relevante da agricultura brasileira. As edições anteriores continuam disponíveis para os interessados:

- | | |
|-----------------------|--|
| nº 1 – Cana-de-açúcar | nº 7 – Pós-Colheita |
| nº 2 – Citrus | nº 8 – Agroenergia |
| nº 3 – Bovinos | nº 9 – Plantio Direto |
| nº 4 – Florestas | nº 10 – Agricultura e Sustentabilidade |
| nº 5 – Soja | nº 11 – Aquicultura |
| nº 6 – Algodão | |

Revista *Visão Agrícola*
Tel./fax: (19) 3429.4249
visaoagricola@usp.br
www.esalq.usp.br/visaoagricola

Faça seu pedido por fax ou pelo Correio (Formulário pág. 158)
Número avulso: R\$ 30,00
Assinatura anual (duas edições): R\$ 50,00 (inclui postagem em território nacional)

Aquicultura

Incentivos fizeram setor dar saltos expressivos

CRESCIMENTO PORCENTUAL
DA DEMANDA SUPERA
EXPECTATIVAS

SETOR AMPLIA AÇÕES
PARA REDUZIR
IMPACTO AMBIENTAL

MELHORAMENTO TORNA
TILÁPIA VARIEDADE MAIS
COMPETITIVA



AV. PÁDUA DIAS Nº 11 CP 9 PIRACICABA SP 13418-900
PRÉDIO DA CULTURA E EXTENSÃO
PABX: (19) 3429.4100 FAX: (19) 3429.4249
WWW.ESALQ.USP.BR

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Semeando um futuro melhor

ESALQ

Instituição centenária,
centro de excelência no Ensino,
Pesquisa e Extensão nas áreas de
Ciências Agrárias, Ambientais
e Sociais Aplicadas

Mais de
12.800
profissionais formados
em seus cursos de graduação

www.esalq.usp.br

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Avenida Pádua Dias, 11 • Piracicaba/SP • 13418-900
PABX.: 19 3429 4100 • Fax: 19 3429 5925



Cursos de Graduação

Engenharia Agrônômica

Engenharia Florestal

Ciências Econômicas

Ciências dos Alimentos

Ciências Biológicas

Gestão Ambiental

NOVO Administração
(a partir de 2013)

Programas de Pós-Graduação

- Bioinformática (interunidades)
- Biologia Celular e Molecular Vegetal (Internacional)
- Ciência Animal e Pastagens
- Ciência e Tecnologia de Alimentos
- Ecologia de Aplicada (interunidades)
- Economia Aplicada
- Entomologia
- Engenharia de Sistemas Agrícolas
- Estatística e Experimentação Agronômica
- Fisiologia e Bioquímica de Plantas
- Fitopatologia
- Fitotecnia
- Genética e Melhoramento de Plantas
- Microbiologia Agrícola
- Recursos Florestais
- Solos e Nutrição de Plantas

A Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz parabeniza a Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" e os profissionais do setor por esta edição da Revista Visão Agrícola



A serviço da ciência
e da tecnologia

www.fealq.org.br | fealq@fealq.org.br





“Dê ao homem um peixe e ele se alimentará por um dia. Ensine um homem a pescar e ele se alimentará por toda a vida.” Este antigo provérbio chinês (atribuído a Lao-Tsé, importante filósofo da China antiga, conhecido como o autor do “Tao Te Ching”, obra basilar da filosofia taoísta) continua trazendo a mensagem intrínseca e figurada com relação à necessidade do desenvolvimento contínuo e sistemático de nossos profissionais.

Literalmente, ao longo dos tempos, a ESALQ vem disponibilizando “peixes de porte” e certamente proporcionando diversas oportunidades do “ensinar a pescar” a partir de uma série de contribuições de membros de sua comunidade à aquicultura brasileira.

Tal como já vem sendo observado em diversos países que detêm uma clara e bem definida orla marítima, assim como um sistema fluvial extenso e bem capilarizado, o segmento brasileiro de pesca começa a ser tratado de forma destacada (e integrada à agricultura) por nossas lideranças políticas (autoridades federais, em particular), de tal maneira que um ministério ou mesmo uma secretaria (com *status* de ministério) especializados passam a ser agentes fundamentais para a aceleração do crescimento desse ambiente, que está sendo tratado nesta edição número II de nossa *Visão Agrícola*.

Portanto, o desafio, um pouco distinto daquele preconizado pelo provérbio chinês, é a obtenção do equilíbrio de forças voltadas ao se “dar o peixe” e ao se “ensinar a pescar”. Boa leitura!

José Vicente Caixeta Filho
Diretor da USP/ESALQ



DANILO PEDRO STREIT JR.

VISÃO agrícola

ISSN 1806-6402

www.esalq.usp.br/visaoagricola

visaoagricola@usp.br

SEÇÕES EDITORIAL FÓRUM

1
4

A importância da pesquisa para o desenvolvimento da cadeia produtiva da aquicultura
Eric Arthur Bastos Routledge e colaboradores

REPORTAGEM

86

Para atingir seu potencial, setor do pescado deve ser prioridade
Extração marinha almeja mais qualidade do que quantidade
Aquabrazil fez melhoramento de espécies prioritárias por regiões

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

154

TEMAS

POTENCIAIS DO SETOR

- Instrumentos disponíveis podem melhorar uso de nossos potenciais hídricos
Marcos Vinicius Folegatti, Alba Maria Guadalupe Orellana González e Rodrigo Máximo Sánchez-Román 9
- Rede Aquabrazil promove saúde e qualidade ao pescado brasileiro
Jorge Antonio Ferreira de Lara 13
- Novas formas de comercialização ampliam retornos a produtores
João Donato Scorvo Filho, Célia Dória Frasca Scorvo e Alceu Donadelli 15

SEGMENTOS DA AQUICULTURA

- Com excelentes condições ambientais, piscicultura marinha carece de investimentos
Ronaldo Olivera Cavalli 18
- Demanda faz crescer interesse por criação de camarões em estufas
Dariano Krummenauer, Gabriele Rodrigues de Lara e Wilson Wasielecky Júnior 24
- Cultivo em bioflocos (BFT) é eficaz na produção intensiva de camarões
Geraldo Kipper Fôes, Carlos Augusto Prata Gaona e Luís Henrique Poersch 28
- Ranicultura se consolida com cadeia produtiva operando em rede interativa
Andre Muniz Afonso 33

MEIO AMBIENTE

- Boas práticas aquícolas (BPA) em viveiros garantem sucesso da produção
Júlio Ferraz de Queiroz 36
- Certificação e selos de qualidade asseguram requisitos na produção
Fernanda Garcia Sampaio e Mirella de Souza Nogueira Costa 40
- Prós e contras da aplicação de pesticidas na aquicultura
Raíael Grossi Botelho, Paulo Alexandre de Toledo Alves, Lucineide Aparecida Maranhão, Sérgio Henrique Monteiro, Bruno Inácio Abdon de Sousa, Debora da Silva Avelar e Valdemar Luiz Tornisielo 45
- Off-flavour em peixes cultivados é, ainda, dificuldade para produção nacional
Alexandre Matthiensen, Juliana Antunes Galvão e Jair Sebastião da Silva Pinto 49
- Cultivo aquático sustentável implica monitoramento de cianobactérias
Juliana Antunes Galvão, Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira, Marília Oetterer 54
- Ambiente e biorremediação de efluentes da aquicultura
Antonio Fernando Monteiro Camargo e Matheus Nicolino Peixoto Henares 56

GENÉTICA E REPRODUÇÃO

- Tilápias do Nilo têm programa de melhoramento genético em curso
Ricardo Pereira Ribeiro, Carlos Antonio Lopes de Oliveira, Emiko Kawakami de Resende, Lauro Vargas, Luiz Alexandre Filho e Angela Puchnick Legat 61
- Produtividade depende da conjugação de fatores diversos
Alexandre Wagner Silva Hilsdorf e Laura Helena Orfão 65
- Manejos de gametas e embriões exigem programação hormonal
Daniilo P. Streit Jr.; Jayme A. Povh; Darci C. Fornari 69

NUTRIÇÃO

- 73** Manejo alimentar eficaz viabiliza aquacultura lucrativa e sustentável
José Eurico Possebon Cyrino
- 77** Nutrição adequada a cada espécie é desafio para pesquisa e produção
Álvaro José de Almeida Bicudo e Eduardo Gianini Abimorad
- 80** Prevenção de doenças em peixes tem nutrição como fator determinante
Ricardo Yuji Sado e Álvaro José de Almeida Bicudo
- 83** Alimentação é determinante na cadeia da piscicultura ornamental
Leandro Portz e Welliton Gonçalves de França

SANIDADE E QUALIDADE

- 103** Prevenção de doenças evita mortalidade e reduz custos
Andréa Belém-Costa
- 105** Getep soma estudo, indústria e comunidade na busca por qualificação
Luciana Kimie Savay-da-Silva, Juliana Antunes Galvão e Marília Oetterer
- 108** Rastreabilidade permite busca de soluções para inconformidades
Juliana Antunes Galvão, Érika da Silva Maciel e Marília Oetterer
- 111** Atendimento a normas e padrões deve considerar mercado alvo
Cristiane Rodrigues Pinheiro Neiva, Rubia Yuri Tomita, Erika Fabiane Furlan e Marildes Josefina Lemos Neto
- 115** Aquicultura internacional vive quadro de expansão e concorrência aguerida
Carlos A. M. Lima dos Santos

PROCESSAMENTO

- 118** Minced e surimi de tilápia congelados atraem consumidor
Maria Fernanda Calil Angelini, Luciana Kimie Savay-da-Silva e Marília Oetterer
- 120** Produtos do pescado estão a serviço da gastronomia no mundo
Marília Oetterer, Luciana Kimie Savay-da-Silva e Juliana Antunes Galvão
- 124** Gastronomia molecular une a ciência à arte culinária
Marília Oetterer, Luciana Kimie Savay-da-Silva e Juliana Antunes Galvão
- 128** Os desafios para manter o pescado fresco e com qualidade gastronômica
Marília Oetterer, Juliana Antunes Galvão e Luciana Kimie Savay-da-Silva
- 131** Refrigeração correta do pescado mantém valor nutritivo do produto
Marília Oetterer, Luciana Kimie Savay-da-Silva e Juliana Antunes Galvão
- 134** Uso do gelo é peça-chave na conservação do pescado
Marília Oetterer, Luciana Kimie Savay-da-Silva e Juliana Antunes Galvão
- 137** Congelamento é o melhor método para a conservação do pescado
Marília Oetterer, Luciana Kimie Savay-da-Silva e Juliana Antunes Galvão
- 140** Componentes funcionais de peixes previnem doenças e promovem saúde
Lia Ferraz de Arruda, Ligiane Din Shirahigue e Marília Oetterer
- 142** Tecnologias emergentes prolongam características do pescado *in natura*
Marília Oetterer, Luciana Kimie Savay-da-Silva e Juliana Antunes Galvão

MERCADO E CONSUMO

- 145** Consumo de pescado no Brasil fica abaixo da média internacional
Daniel Yokoyama Sonoda e Ricardo Shiota
- 148** A complexa avaliação do consumo de pescado
Érika da Silva Maciel, Juliana Antunes Galvão e Marília Oetterer

SUSTENTABILIDADE

- 150** Aproveitamento de resíduos reduz desperdícios e poluição ambiental
Lia Ferraz de Arruda Sucasas, Ricardo Borghesi e Marília Oetterer
- 152** Produtores e cientistas buscam novas práticas que protejam o meio ambiente
Lia Ferraz de Arruda Sucasas, Juliana Antunes Galvão, Ricardo Borghesi e Marília Oetterer

A importância da pesquisa para o desenvolvimento da cadeia produtiva da aquicultura



KENNEDY BRAYAN ROCHA OLIVEIRA

Eric Arthur Bastos Routledge e colaboradores*

O desenvolvimento do potencial da aquicultura – que nenhum outro país nas condições do Brasil ignoraria – poderá estabelecer novas fronteiras para a diversificação da economia brasileira, com a exploração da água não somente como insumo básico para a produção agrícola e animal, mas, principalmente, como território para ampliação da produção de alimentos associada à geração de riqueza. A aquicultura representa uma atividade produtiva que vem crescendo no país, principalmente nas regiões Norte e Centro-Oeste, onde muitos produtores rurais estão diversificando a produção. A última estatística do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) apontou uma produção oriunda da aquicultura de cerca de 480 mil toneladas, em

2010, e estima-se que, para 2012, a produção possa atingir aproximadamente 600 mil toneladas. Tal fato é positivo; porém, levanta questões diversas, dentre as quais: como crescer mais em níveis sustentáveis e como alcançar o *status* de outras cadeias da produção animal? Como aproveitar o crescimento do mercado interno a partir do aumento da qualidade de vida e do consumo das famílias brasileiras para estimular a produção nacional de pescado, e não as importações?

Inevitavelmente, esses questionamentos remetem à demanda da geração de conhecimentos, desenvolvimento de pesquisas e incremento da inovação tecnológica. A chave é o investimento em pesquisa e tecnologia, no longo prazo, visando ao

aumento da competitividade da indústria nacional de pescado, seja pela redução de custos de produção, como pela introdução de novos produtos e processos ou, ainda, pelo aperfeiçoamento destes. São muitos, portanto, os desafios para a aquicultura no Brasil. Entre as diversas perspectivas para a expansão do setor estão a implantação de parques aquícolas em águas de domínio da União, a diversificação dos cultivos utilizando espécies nativas, o desenvolvimento da piscicultura marinha e a adoção de novos conceitos, tecnologias e métodos de produção, como o cultivo em sistema de bioflocos, a maricultura em sistemas *off-shore*, o desenvolvimento de cultivos multitróficos e a automação de processos.



Despesca em área de cultivo: Palmas, TO, 2012

TABELA 1 | QUANTITATIVO E RECURSOS APORTADOS EM PROJETOS DE PESQUISA POR MEIO DE EDITAIS CONJUNTOS DO MPA E MCTI; 2003 A 2010

ANO	NÚMERO DE PROJETOS	RECURSOS EM R\$
2003	39	R\$ 1.999.564,70
2004	0	R\$ 0,00
2005	30	R\$ 3.232.795,86
2006	19	R\$ 2.141.090,65
2007	11	R\$ 1.055.154,61
2008	39	R\$ 9.500.000,00
2009	15	R\$ 7.300.000,00
2010	93	R\$ 25.000.000,00

Fonte: Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA).

O Brasil possui condições geográficas e climáticas favoráveis para a atividade: elevada produção de grãos – insumo para a fabricação de ração –, abundância de recursos hídricos e localização estratégica para escoamento da produção para toda a América e Europa. Porém, no campo da pesquisa e inovação, ainda há muito a ser feito. O que vemos é que a tilápia (*Oreochromis niloticus*) e o camarão-branco do pacífico (*Litopenaeus vannamei*), ambas espécies exóticas, vêm dando condições à estruturação de uma cadeia produtiva na aquicultura. Entretanto, o

desenvolvimento de pesquisas e o estabelecimento de sistemas de produção têm possibilitado o aumento do espaço para as espécies nativas, muito também devido ao apelo dos peixes da Amazônia e do Pantanal, como o tambaqui (*Colossoma macropomum*), o pirarucu (*Arapaima gigas*) e o surubim-pintado (*Pseudoplatystoma* spp.).

A falta de foco na definição das demandas de pesquisa ainda existe, provocada muitas vezes pela grande quantidade de espécies nativas com potencial zootécnico e pela existência de gargalos tecno-

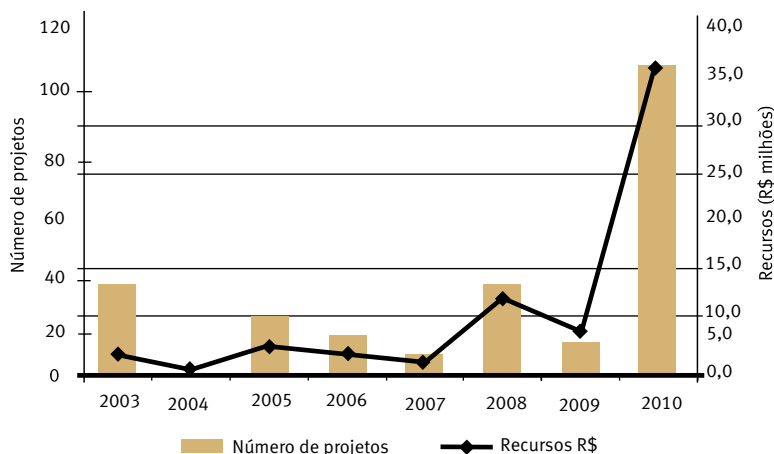
lógicos nas diferentes etapas de cultivo, beneficiamento e comercialização. Predomina, também, uma baixa cultura da academia em transformar os resultados das pesquisas em produtos e processos aplicados à resolução dos entraves do setor, assim como há uma carência de recursos humanos preparados para a realidade da indústria e de infraestruturas mais modernas para execução de pesquisa, e pelo baixo investimento do setor privado. Ainda é necessário que haja uma maior interação entre a academia e o setor produtivo, característica imprescindível para que as demandas sejam levantadas e atendidas, bem como um efetivo diálogo com o governo para subsidiar o desenvolvimento de diretrizes e políticas públicas ao setor.

O MPA tem adotado diferentes estratégias para fomentar a pesquisa nas áreas de pesca e aquicultura no Brasil, como a elaboração e o lançamento de chamadas públicas (editais), ferramenta que promove a ampla concorrência de forma transparente, com apoio fundamentado na meritocracia das propostas. Estes editais de demanda induzida visam à resolução de problemas estruturais relacionados à



Tanques para produção de alevinos; Zacarias, SP, 2012

FIGURA 1 | RECURSOS APORTADOS EM PROJETOS DE PESQUISA POR MEIO DE EDITAIS CONJUNTOS DO MPA E MCTI; 2003 A 2010*



*O valor médio financiado por projeto foi de R\$ 167.910,00.

Fonte: Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA).

Quanto à distribuição do quantitativo desses projetos de pesquisa por região geográfica brasileira, percebe-se maior concentração na região Sul, seguida da região Sudeste. Este fato reflete, dentre outros fatores, a presença nessas regiões de um maior número de instituições de ensino e pesquisa que atuam há anos com a temática da pesca e/ou aquicultura e que possuem cursos de graduação e/ou pós-graduação específicos nessas áreas ou em áreas de grande interface, bem como infraestrutura compatível. Também é considerável o quantitativo de projetos apoiados na região Norte devido ao lançamento de editais com foco na região amazônica. Por outro lado, verifica-se, ainda, grande carência na capacidade instalada nas regiões Norte e Centro-Oeste, em relação às demais. Vale destacar que este problema vem sendo considerado no escopo do planejamento, estruturação e execução das políticas do MPA, para uma melhor distribuição e desenvolvimento do setor entre as diversas regiões do país.

infraestrutura de pesquisa e à formação e qualificação de recursos humanos, bem como estimulam a formação de redes de pesquisa multi-institucionais e multidisciplinares em áreas estratégicas com base em demandas levantadas pelo MPA e no âmbito do Conselho Nacional de Aquicultura e Pesca (Conape), entre outros fóruns.

Desde 2003, foram lançados 11 editais, resultado da parceria entre o MPA e o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e suas agências de fomento – o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). Foram financiados 262 projetos e concedidas cerca de 500 bolsas de estudo nos níveis técnico, de graduação e pós-graduação, com aporte de, aproximadamente, R\$ 60 milhões. Cerca de 80% dos projetos trataram exclusivamente de pesquisas em áreas da aquicultura, tais como: melhoria genética, nutrição, manejo, engorda, reprodução e sanidade de organismos aquáticos, dentre outras. Tal demanda reflete o interesse em desenvolver o potencial da atividade diante da falta de perspectivas de expansão da pesca.

FIGURA 2 | DISTRIBUIÇÃO REGIONAL DO NÚMERO DE PROJETOS DE PESQUISA FINANCIADOS POR EDITAIS CONJUNTOS DO MPA E MCTI; 2003 A 2010



Fonte: Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA).


Considerando-se a necessidade de que as prioridades intersetoriais de cada região sejam critérios que pautem a focalização dos investimentos de futuras ações governamentais, é importante notar que as regiões divergem no que se refere à importância econômica da atividade aquícola. Apesar do crescente fomento a projetos de pesquisa nos últimos anos, há espaço para melhor organizar a demanda, dando foco em áreas estratégicas e espécies prioritárias a serem trabalhadas em âmbito nacional e regional. Outra constante necessidade refere-se ao estabelecimento de ferramentas para acompanhamento e avaliação desses projetos, como forma de exigir a transferência adequada dos resultados e que não se limitem ao atendimento dos indicadores tradicionais de ciência e tecnologia, de forma a contribuir para ações posteriores de transferência da tecnologia desenvolvida, assim como para a evolução do setor e reconhecimento da sociedade.

Esta é, também, a perspectiva do Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Transferência de Tecnologia (TT) em Pesca e Aquicultura (CBPA), cuja proposta está em fase de discussão para sua posterior implementação. Tal consórcio tem sido discutido entre o MPA e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), e contará com envolvimento de representantes dos elos da cadeia produtiva aquícola, incluindo outras instituições de pesquisa, extensão e fomento. Para amparar o fomento regular de pesquisas e o funcionamento do consórcio, um estudo de viabilidade para a criação de um fundo setorial para a aquicultura atrelado ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) está sendo desenvolvido entre o MPA e o MCTI com base na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (Cnae).

Outro mecanismo que contribuirá para a solução dos entraves da P,DEI em aquicultura é a busca por investimentos na formação e na capacitação dos recursos

humanos brasileiros. Nesse sentido, o MPA tem se articulado com o MCTI e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) para sensibilizar a inclusão da aquicultura no âmbito do Programa Ciência Sem Fronteiras (www.cienciasemfronteiras.gov.br), para que sejam financiadas bolsas de estudos de graduação e pós-graduação nas principais instituições de pesquisa do mundo que atuam com aquicultura e/ou pesca, assim como atrair profissionais de referência internacional para atuarem como docentes e pesquisadores temporários vinculados às instituições brasileiras. Adicionalmente, destaca-se que, sendo a aquicultura uma área multidisciplinar, além das linhas de pesquisa tradicionalmente estudadas, deve-se buscar a realização de estudos mais abrangentes, que envolvam diversas áreas, como economia, logística, administração, direito, e também estudos de mercado. Visando ganhar tempo, será importante induzir o envolvimento de pesquisadores e estudiosos que geraram as condições para desenvolver o sucesso atual das diferentes cadeias produtivas da agropecuária brasileira para aplicar a expertise adquirida na aquicultura.

Além disso, deve-se incentivar a mudança na política das empresas tradicionais para que se transformem em empresas inovadoras, investindo em pesquisa e contratando pesquisadores, sendo fundamental para a mudança de perfil do setor. Atrelado a esta ação, tem-se buscado aumentar os mecanismos e as ferramentas governamentais de incentivo à atividade inovadora, assim como divulgá-los para as empresas. A aquicultura vem ganhando atenção de todo o governo federal e é considerada área prioritária na nova política industrial, intitulada Plano Brasil Maior, sob a coordenação do Ministério da Indústria, Desenvolvimento e Comércio Exterior (MDIC) e, também, na Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (Encti), política lançada em dezembro de 2011 e coordenada pelo MCTI.

Um trabalho integrado, inclusive no meio governamental, é vital para a consolidação de toda a cadeia produtiva da aquicultura, pois nenhuma organização detém todas as competências, assim como recursos, capacidade e capilaridade de execução. 

* **Eric Arthur Bastos Routledge** é biólogo, pesquisador da Embrapa e, atualmente, Coordenador Geral de Pesquisa e Geração de Novas Tecnologias do Ministério da Pesca e Aquicultura (eric.routledge@mpa.gov.br).

Guilherme Búrigo Zanette é engenheiro de aquicultura e chefe de divisão do Ministério da Pesca e Aquicultura (guilherme.zanette@mpa.gov.br); **Elisa Coutinho de Lima Saldanha** é bióloga e assessora técnica do Ministério da Pesca e Aquicultura (elisa.lima@mpa.gov.br); **Rodrigo Roubach** é biólogo, pesquisador titular do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA/MCTI) e coordenador geral de Planejamento e Ordenamento da Aquicultura Marinha em Estabelecimentos Rurais e Áreas Urbanas do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) (rodrigo.roubach@mpa.gov.br).

Planejamento

Instrumentos disponíveis podem melhorar uso de nossos potenciais hídricos

Marcos Vinicius Folegatti, Alba Maria Guadalupe Orellana González e Rodrigo Máximo Sánchez-Román*

JEFFERSON CRISTOFOLETTI/EMBRAPA AQUIC. E PESCA



Represa; Palmas, TO, 2012

O Brasil é privilegiado por ter em seu território 12% da água doce do planeta, sendo que 70% desta estão na região hidrográfica amazônica (a maior do mundo em disponibilidade de água) e os 30% restantes distribuídos nas outras onze regiões hidrográficas do país. Contrapondo-se a essa grande disponibilidade de água e solo, observam-se grandes concentrações populacionais em bacias hidrográficas em situações críticas, tendo em vista a grande demanda em relação à oferta de água (Figura 1). O que nos falta? Onde está o grande problema? Talvez a resposta resuma-se em uma única palavra: planejamento. E, diante da intensa falta de planejamento, o Brasil

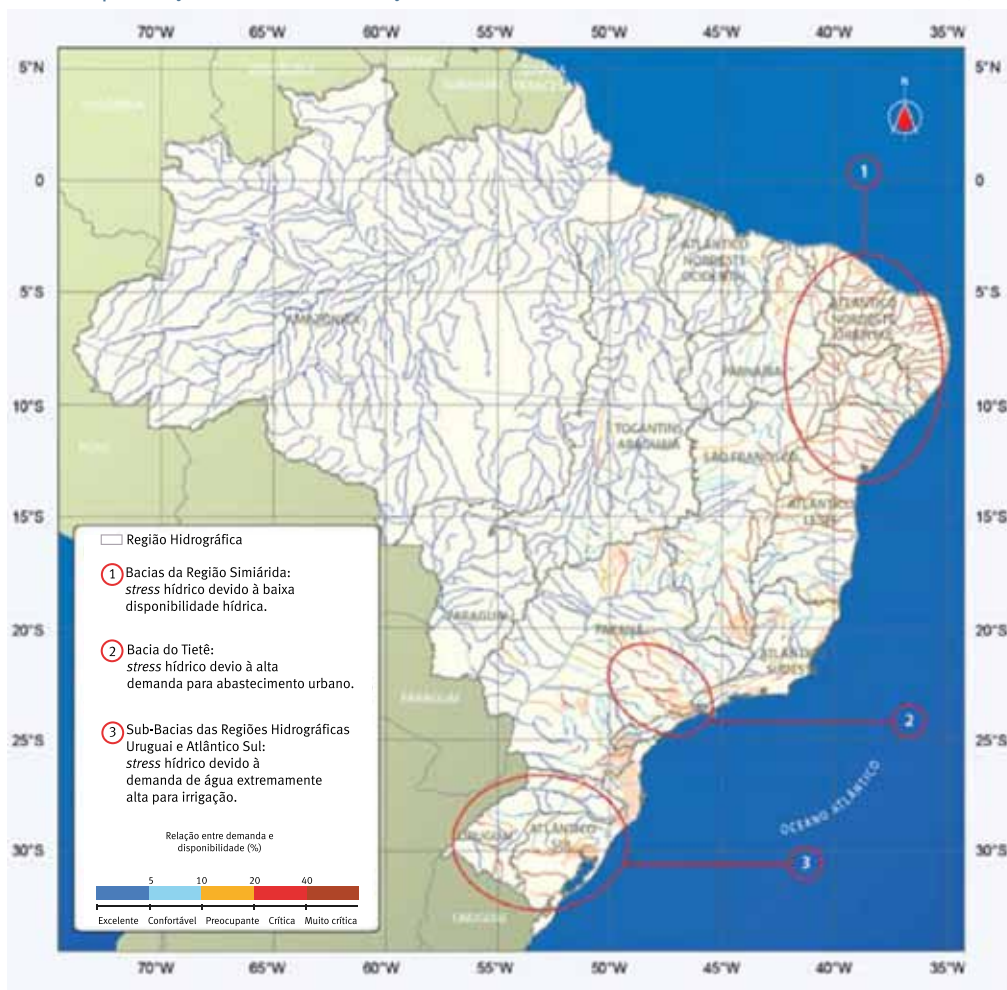
tem a grande oportunidade de organizar os usos múltiplos da água, com ativa participação da sociedade, por meio da Lei das Águas (n. 9433/97), utilizando-se de cinco importantes instrumentos, que são recursos que a própria lei dispõe para sua materialização. São eles:

Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas – São planos diretores de longo prazo e visam fundamentar e orientar o gerenciamento dos recursos hídricos, estabelecendo prioridades compatíveis com os períodos estabelecidos de implantação de seus programas e projetos. Destaca-se aqui a importância do instrumento, que, uma vez estabelecido, sofrerá pequenos ajustes periódicos.

A cada processo de escolha dos colegiados procurar-se-á escolher entre os candidatos os mais qualificados para dar continuidade ao plano preestabelecido.

Enquadramento dos corpos d'água – Estabelece o nível de qualidade a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo. Este é um instrumento de planejamento, pois considera o nível de qualidade que deveria possuir ou ser mantido para atender às necessidades estabelecidas pela sociedade, e não apenas a condição atual em que se encontra o corpo d'água em questão. A classe de enquadramento de um corpo d'água deve ser definida em um pacto acordado pela sociedade em função das prioridades de uso, e a dis-

FIGURA 1 | BALANÇO QUANTITATIVO: RELAÇÃO ENTRE DEMANDA E DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL; 2011



Fonte: Conjuntura Recursos Hídricos no Brasil, Informe 201, Agência Nacional de Águas (ANA).

cussão e o estabelecimento desse pacto ocorrem no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh). O enquadramento é referência para os instrumentos de outorga e cobrança pelo uso da água, e instrumentos de gestão ambiental (licenciamento e monitoramento), sendo uma conexão importante entre o Singreh e Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama).

Outorga de direito de uso de recursos hídricos – O objetivo é assegurar os controles quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso aos recursos hídricos. É, portanto, um ato administrativo mediante o qual o poder público outorgante (União, Estado ou Distrito Federal) faculta ao outorgado o direito de uso dos recursos hídricos, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato. Dentre os vários usos que dependem de outorga estão os que alteram o regime, a quantidade e qualidade da água existente em um corpo d'água.

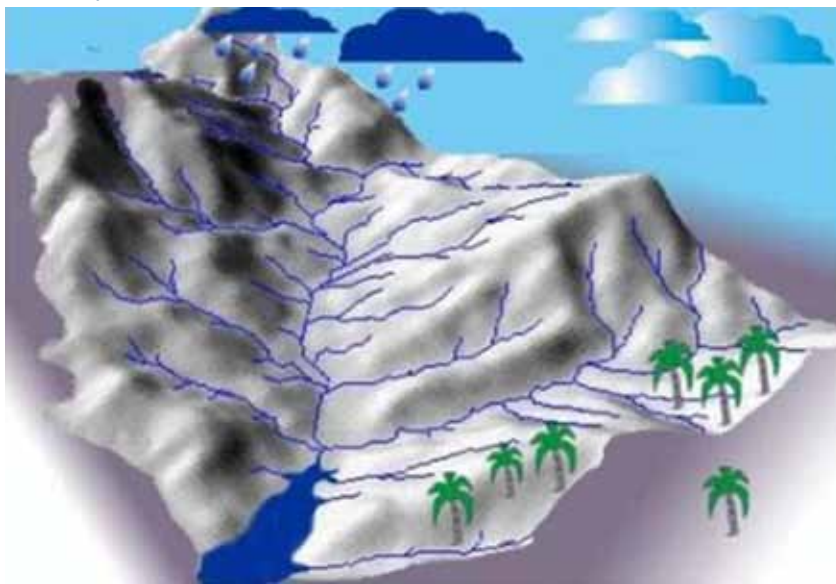
Cobrança pelo uso da água – Visa estimular o uso racional da água e gerar recursos financeiros para investimentos e preservação dos mananciais das bacias. A cobrança é um pacto condominial, fixado pelos usuários de água participantes do comitê de bacia.

Sistema Nacional de Informações Sobre Recursos Hídricos (Snirh) – Reúne e divulga dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil. Além disso, atualiza permanentemente as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos e fornece subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas.

ATIVIDADE MULTIDISCIPLINAR

A aquicultura é uma prática produtiva, fonte de alimentos, realizada desde os primórdios das civilizações. Registros históricos evidenciam o uso da técnica pelos chineses e egípcios na época dos faraós, os quais utilizavam um sistema

FIGURA 2 | ESQUEMA DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA



Fonte: Paula Lima, 2008.

muito simples, que consistia no armazenamento de exemplares imaturos de diversas espécies, sem utilização de insumos e recursos sofisticados. A aquicultura é considerada uma atividade multidisciplinar, que visa ao cultivo de diversos organismos aquáticos, tais como plantas aquáticas, moluscos, crustáceos e peixes. A intervenção humana pretende aumentar a produção de massa alimentar por metro quadrado de espelho de água, mediante o manejo do processo da criação dos indivíduos.

Na aquicultura os organismos manejados, geralmente num espaço confinado e controlado, são de ambiente predominantemente aquático, em qualquer fase de desenvolvimento. Assim, a prática pode demandar e consumir recursos naturais, como água, energia e solo. Portanto, existe a necessidade de racionalização e gestão destes. A aquicultura sustentável propõe-se pela produção lucrativa, com a conservação dos recursos naturais e a promoção do desenvolvimento social. Nos últimos vinte anos, a aquicultura vem ganhando espaço importante como fonte de renda

e como fonte de alimentos. Destaca-se, no Brasil, a aquicultura em águas continentais, ou seja, a atividade desenvolvida nos corpos de água inseridos nas bacias hidrográficas. Esta atividade, portanto, será afetada pela Lei 9.433/97 e pela Lei da Pesca e Aquicultura. Ainda em 2009 foi aprovada a resolução n. 413/2009 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), que considera a aquicultura uma atividade de baixo impacto e simplifica o licenciamento ambiental para empreendimentos no ramo.

BRASIL E MUNDO

O Brasil, com 8.400 km de costa marítima e 5,5 milhões de hectares em reservatórios de água doce, tem grande potencial para o desenvolvimento da aquicultura (Seap, 2007). As razões principais para alavancar a aquicultura no País são a grande disponibilidade de recursos hídricos, clima extremamente favorável, disponibilidade de mão de obra e crescente demanda do mercado interno. A aquicultura está presente em todos os estados brasileiros. As modalidades principais são: piscicultura (criação de

peixes), carcinicultura (camarões), rani-cultura (rãs) e malacocultura (moluscos, ostras, mexilhões, *escargot*). Outras modalidades de produção aquática também são praticadas, mas em menor escala (Ibama, 2004), como o cultivo de algas. Pelo ritmo de crescimento populacional mundial, estima-se, para o ano de 2025, uma população em torno de 8,5 bilhões de pessoas, que apresentará uma demanda por peixes na ordem de 162 milhões de toneladas, baseando-se no consumo preconizado pela FAO, que é de 25 kg *per capita*/ano.

A aquicultura cresce mais rapidamente que todos os outros setores da produção animal mundial, a uma taxa anual média de 8,8% desde 1970. A taxa média de crescimento para os sistemas de produção de animais terrestres é de 2,8% ao ano (FAO, 2007). Alguns fatores têm sido fundamentais para o desenvolvimento da aquicultura mundial. Dentre eles, pode-se citar (I) a garantia de produtos de qualidade, o que leva a uma maior segurança alimentar da população; e (II) a possibilidade de produção em áreas antes tidas como impróprias para o cultivo de peixes, por meio da utilização de sistemas que otimizem o uso dos recursos hídricos, como os tanques-rede e os sistemas de reutilização de água (FAO, 2007).

Existem duas possibilidades para se explorar a água na aquicultura. São elas: a exploração em território continental ou a produção marítima. No Brasil, cerca de 70% da produção é proveniente do continente (Ibama, 2008), que vem crescendo devido à disponibilidade de extensões de terra passíveis de serem destinadas à atividade, a grandes volumes de água doce de boa qualidade e à adaptabilidade das espécies.

ASPECTOS AMBIENTAIS

O primeiro pensamento em relação aos aspectos ambientais da aquicultura costuma ser o consumo e a destinação do uso de água pelo setor. Entretanto, recursos como disponibilidade de terra, espaço

físico e o próprio consumo de água passam como variáveis secundárias em uma avaliação de negócios. Outras fontes de insumos são trabalhadas com destaque, como questões relacionadas aos alevinos e às rações. O sistema produtivo adotado poderá gerar mais ou menos interferências ambientais, conforme sua concepção, e, de forma simplista, é reunido em função de produtividade (extensivo, semi-intensivo ou intensivo), número de espécies envolvidas, monocultura ou policultura e compartilhamento – consórcio com outras espécies que não aquelas exclusivamente aquáticas. As três práticas de produtividade podem ser resumidas da seguinte forma: a) extensiva – exploração feita em açudes, lagoas, represas e outros mananciais, nos quais não há interferência contra predadores, qualidade da água, alimento; b) semi-intensiva – existe a interferência em relação ao alimento, à fertilização da água com suplementos; c) intensiva – uso de rações balanceadas em virtude da alta densidade de indivíduos.

DESENVOLVIMENTO

A lei 9.433 de 1997, que trata da Política de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, estabelece que a Bacia Hidrográfica (Figura 2) é a unidade de planejamento desses recursos. É importante considerar o impacto da atividade sobre tais recursos, já que serão incluídos vários centros de cultivo mais ou menos integrados (uma área aquícola), os quais partilham um corpo de água comum e que precisam ter uma gestão integrada.

O impacto socioambiental de uma granja aquícola pode ser marginal para o ecossistema. No entanto, quando se consideram os impactos acumulativos de um conjunto de granjas (por exemplo, a eutrofização), a situação pode ser diferente. Quando não se conta com uma gestão integrada, a aquicultura pode afetar as funções e os serviços ecossistêmicos da Bacia Hidrográfica. Assim, é fundamental considerar os impactos da atividade

aquícola e das outras atividades econômicas que se desenvolvem na mesma Bacia a fim de preservar a qualidade da sua água e sua biodiversidade.❷

* **Marcos Vinicius Folegatti** é professor no Departamento de Engenharia de Biossistemas, USP/ESALQ (mvfolega@usp.br); **Alba Maria Guadalupe Orellana González** é pós-doutoranda no Departamento de Engenharia Rural, da Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (amorellana@hotmail.com); **Rodrigo Máximo Sánchez-Román** é professor no Departamento de Engenharia Rural, da Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (rmsroman@fca.unesp.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: informe 2011. Brasília: ANA, 2011. 112p. Disponível em: <<http://conjuntura.ana.gov.br/conjuntura/download.aspx>>.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (Ibama), 2008. Adaptado de: Ibama. "Estatística da pesca 2006: Brasil, grandes regiões e Unidades da Federação." Ibama, 2008.
- FAO Fisheries Department, Fishery Information Data and Statistics Unit. Fishstat plus: universal software for fishery statistical time series. Aquaculture production: quantities 1950-2005, Aquaculture production: values 1984-2005. Capture production: 1950-2005. Version 2.30. Rome: FAO, 2007. Disponível em: <<http://www.fao.org>>.
- PAULA LIMA, W. Hidrológica florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas. 2. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2008. 245p.
- SECRETARIA ESPECIAL DE AQUICULTURA E PESCA (Seap), 2007. Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer. 2008. Disponível em: <http://tuna.seap.gov.br/legislacao/AQUICULTURA_COMPLETO>.

Rede Aquabrazil promove saúde e qualidade ao pescado brasileiro

Jorge Antônio Ferreira de Lara*



JEFFERSON GASTROLETTI/EMBRAPA AQUÍCOLA/EPISCA

Tambaqui, uma das espécies priorizadas pela Rede Aquabrazil; 2012

A aquicultura surgiu como uma estratégia para suprir a lacuna entre a captura pesqueira mundial e a demanda por pescado, implicando o desenvolvimento de tecnologias sólidas, necessárias à promoção sustentável da atividade aquícola. O projeto Rede Aquabrazil visa à promoção desse desenvolvimento e ao atendimento das principais demandas da cadeia produtiva, especialmente na obtenção de alevinos geneticamente melhorados, respondendo aos requerimentos nutricionais e às boas práticas

de manejo que garantam saúde e qualidade na produção de pescado para processamento industrial. As espécies priorizadas para o atendimento das demandas nacionais e regionais foram baseadas em aspectos da realidade de produção e consumo. São elas: camarão-branco (*L. vannamei*), tilápia (*Oreochromis niloticus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*) e surubim-cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*).

A Rede Aquabrazil subdivide-se nos seguintes projetos componentes: gestão,

melhoramento genético, sanidade, nutrição, gestão e manejo ambiental e aproveitamento agroindustrial, cada qual com objetivos e metas para as quatro espécies escolhidas. Participam do projeto 14 unidades de pesquisa da Embrapa, 17 universidades e instituições de pesquisa federais e estaduais, quatro empresas públicas e sete empresas privadas. Como metas, pretende-se: o melhoramento genético dos animais; a obtenção de rações de baixo custo, baixos impactos ambientais e com maiores valores nutricionais; a minimização dos impactos

causados por doenças e pelo estresse ao pescado; a adoção de boas práticas de manejo, de modo a se obterem produtos com melhor qualidade nutricional e sanitária e de padrão comercial competitivo, com alto valor agregado, capazes de atender aos mercados nacional e internacional.

AQUABRASIL 2009



Logomarca da Rede Aquabrasil

MODELO DE GESTÃO

O Aquabrasil é estruturado em três níveis de ação: estratégico, consultivo e de avaliação, por meio de *workshops* anuais. O nível estratégico é composto pelo Comitê Gestor, formado pelos líderes e vice-líderes do projeto e dos seus componentes. Fica a encargo do Comitê realizar o acompanhamento da execução do projeto, identificando os pontos de estrangulamento no desenvolvimento das atividades e intervindo com soluções aos entraves identificados. Cabe à presidente do comitê, Emiko Resende (Embrapa Pantanal), realizar o acompanhamento da liberação dos recursos orçamentários, analisar e encaminhar solução aos problemas decorrentes de eventuais atrasos no uso dos recursos.

O segundo nível é um Conselho Consultivo formado pelo líder e vice-líder do projeto e pelos membros indicados pelas entidades governamentais relacionadas ao assunto, como Ministério da Pesca e Aquicultura, CNPq e Ministério da Ciência e Tecnologia (por intermédio do CT-Agro), tendo como função acompanhar e avaliar os resultados obtidos. A comunicação geral entre os membros é permanente, sendo de


competência do Conselho Consultivo os planos de ação dos projetos componentes, a inclusão dos resultados e o andamento das atividades do plano de ação.

O último nível se dá por meio de *workshops* anuais para avaliação de resultados e encaminhamento de soluções para possíveis problemas comuns, além do delineamento de estratégias de difusão, transferência de informações e divulgação das tecnologias produzidas. O desafio de transferir o conteúdo gerado pelos pesquisadores e aumentar o número de resultados e participantes da rede é um foco permanente para uma equipe que atua coesa e de forma sinérgica.

RESULTADOS 2009/2011

As principais demandas de soluções tecnológicas estão relacionadas às limitações na produção, à sua cadeia produtiva que envolve melhoramento genético, determinação de suas exigências nutricionais, sanidade, manejo e gestão dos sistemas de cultivo e de formas eficientes de aproveitamento agroindustrial. Parte dos resultados gerados pelo projeto, no período 2009-2011, está apresentada nas linhas que se seguem:

- foram formadas 73 famílias de cacharas e 62 de tambaquis para programa de melhoramento genético;
- foram realizadas seleção e avaliação de linhagens de camarão livres de patógenos com desempenho superior para crescimento;
- houve aumento de 28% na taxa de crescimento da tilápia Gift, na quarta geração (2010), a partir da sua introdução no Brasil, em 2005;
- foram determinadas as exigências proteico-energéticas de alevinos para subsidiar o desenvolvimento de rações de alto desempenho e baixo custo;
- foram determinados os ingredientes para fabricação de rações para alimentação de tilápias e tambaquis, cujo uso foi testado comprovando melhoria perceptível no desempenho produtivo pelo uso de probióticos nas rações;

- foram desenvolvidos bioindicadores bentônicos para avaliação da qualidade do ambiente de cultivo, além do software Aquisys, para monitoramento dos sistemas de cultivo e processamento;
- boas práticas de manejo, que garantam a qualidade dos ambientes de cultivo, foram implementadas, incluindo a padronização de metodologias para diagnósticos parasitológico, microbiológico, hematológico e de coleta para exames patológicos, nas espécies nativas, além do monitoramento sanitário com aprimoramento dos manejos de profilaxia;
- houve desenvolvimento de produtos a partir da carne e dos resíduos de filetagem, tais como: farinhas para inclusão em alimentos; couro curtido para vestuário; tecnologia de produção de filés defumados; tecnologias de extração de óleos; padronização das etapas do processamento mínimo da tilápia, bem como estabelecimento de rotulagem para rastreabilidade; validação de questionário *on-line* para aferir o consumo de pescado e a qualidade de vida;
- foram elaborados coprodutos a partir da otimização da produção da silagem de tilápia;
- foi realizado o levantamento e a padronização dos pontos para rastreabilidade de fazendas produtoras de tilápias;
- foi desenvolvido produto *fast-food* Quenelle de tilápia.
- fertilizantes e produtos farmacêuticos foram obtidos a partir de resíduos de beneficiamento do camarão. 

* **Jorge Antonio Ferreira de Lara** é pesquisador da Embrapa Pantanal (jorge@cpap.embrapa.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- RESENDE, E. K. Projeto em Rede Aquabrasil. Macroprograma da Embrapa. Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento. Brasília: Embrapa Sede, 2007.
- RESENDE E. K. "Bases tecnológicas para o desenvolvimento sustentável da aquicultura no Brasil" – Aquabrasil. Encarte Técnico. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2011.

Escoamento

Novas formas de comercialização ampliam retornos a produtores

João Donato Scorvo Filho, Célia Dória Frasca Scorvo e Alceu Donadelli*



LUCIANA KRIBE SAVAY-DAS-SILVA

Salmão com especiarias, embalado a vácuo *sous vide*; Laboratório de Pescado, USP/ESALQ, Piracicaba, SP, 2012

No Brasil, a aquicultura é uma atividade que data da época da invasão holandesa, quando, no litoral pernambucano, havia algumas estruturas de criação de peixes estuarinos. A importância econômica da cadeia produtiva foi alavancada pela abertura dos pesqueiros particulares, na década de 1980, e com a exportação de camarão, no início do século XXI. Anteriormente, o único meio de produção de pescado era oriundo da pesca tradicional, que abastecia o mercado interno com produtos das mais variadas formas, sem um canal de escoamento eficiente que possibilitasse condições do crescimento da atividade. Atualmente, é comum

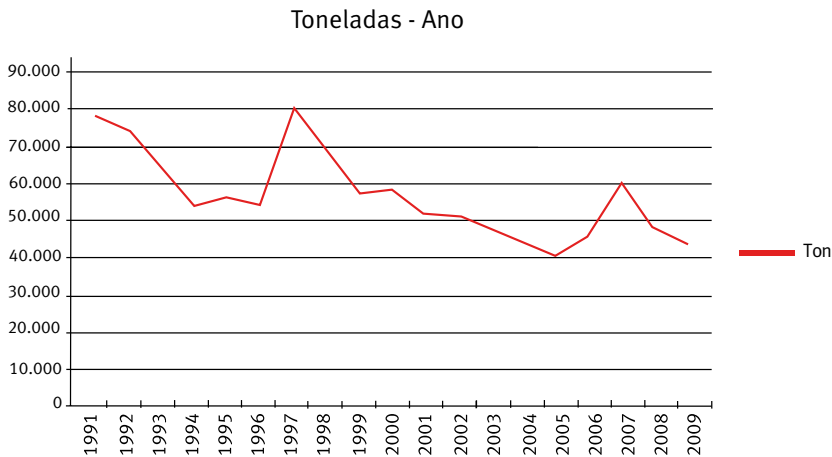
encontrar nas redes de supermercados, em feiras livres e outros meios de comercialização o pescado proveniente da aquicultura. O trajeto do pescado advindo do cultivo, passando pelas gôndolas do comércio até a mesa do consumidor, já se faz presente. Porém, esse não tem sido um caminho fácil.

O Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) demonstra em dados de 2010 que, nos últimos anos, a produção pesqueira brasileira está estagnada: 783.176 t em 2007, 791.056 t em 2008 e 825.164 t em 2009. Esses dados indicam que a atividade não conseguirá atender à crescente demanda por pescado no Brasil, e mostra

que a aquicultura passa a ter um papel importante no cenário de fornecimento de pescado. O MPA relata que o consumo (*per capita*) de pescado no Brasil aumentou 40% em seis anos, alcançando 9,03 kg por ano e por habitante, em 2009. Em contrapartida, segue muito abaixo da média mundial e do recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

Até o início do ano 2000, o canal de comercialização de peixes provenientes dos viveiros de criação eram os pesqueiros, grandes impulsionadores do crescimento da piscicultura continental. Também conhecidos como “pesque-pague”, os pesqueiros se espalharam

FIGURA 1 | VOLUME DE PESCADO (T) COMERCIALIZADO NA CEAGESP; 1991 A 2009



Fonte: Ceagesp, 2010. In: Neiva et al, 2010.

por quase todo o território nacional, localizados próximo aos pontos de pesca tradicional, como rios, represas e lagos (contrariando as teorias de que a pesca em rios e represas era a forma preferida pelos pescadores).

A tilápia está entre as espécies continentais mais comercializadas no país, sendo que 70% de sua produção no estado de São Paulo são entregues às processadoras de peixe e comercializados na forma de filé. O restante é comercializado em outros canais, como

a Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo (Ceagesp) e pesque pague (Sussel, 2011). O aquicultor deve ter conhecimento dos canais de comercialização para montar a estratégia de escoamento da sua produção, de forma a obter maior rentabilidade. A abertura de mercado tem colocado uma gama de produtos com preços mais baixos, atingindo a população de menor renda e concorrendo com o produto nacional, que apresenta menor competitividade.

Um dos fatores que têm afetado a competitividade do pescado nacional é a escala de produção. Há algumas décadas, a escala de produção da aquicultura apresentava um tamanho perfeito para atender aos pescadores. Com o aumento da produção, estimulada pelo preço pago pelos pescadores e, também, pela diminuição destes estabelecimentos comerciais, a oferta ultrapassou a demanda. Esse fato ocasionou uma desvalorização do pescado e fez os aquicultores procurarem novos canais de comercialização. Uma das saídas para o aumento do escoamento da produção foi encaminhar o pescado ao mercado atacadista, que é uma tradicional forma de comercialização de pescado oriundo da captura e se caracteriza pela diversidade de tipos, tamanhos e preços. De forma geral, o atacadista de pescado tenta atender a todas as demandas: pescado fino, popular, de grande tamanho e de pequenas porções. Neiva et al (2010) relatam que a Ceagesp é o ponto de referência na venda atacadista de pescado, sediando 65 empresas de pesca (Figura 1).

O volume de pescado comercializado na Ceagesp vem apresentando queda nos últimos 20 anos. O aparecimento de novos entrepostos instalados pelas grandes redes de supermercado e novas formas de comercialização são as principais causas dessa diminuição. No ano de 2009 foram comercializadas, aproximadamente, 105 espécies de pescado, totalizando 43.100 toneladas. Em média são comercializadas 176 t por dia, equivalente ao volume financeiro médio diário de R\$ 861.000,00. As espécies mais vendidas foram: sardinha, pescada, salmão, corvina, cavalinha, tilápia, bacalhau seco, atum e tainha, que juntas representam 67% do volume total comercializado.

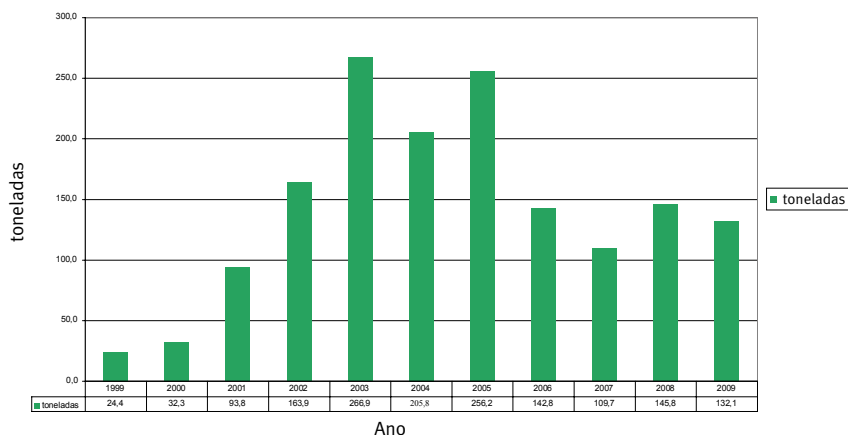
A Figura 2 apresenta os preços médios anuais, nominais e deflacionados, para o ano de 2010, do quilo da tilápia comercializada na Ceagesp. Os preços da tilápia no Entrepósito (1996 a 2009), apresentados na Figura 2, demonstram

FIGURA 2 | PREÇOS MÉDIOS ANUAIS, NOMINAIS E DEFLACIONADOS DO QUILO DA TILÁPIA COMERCIALIZADA NA CEAGESP; 2010



Fonte: Ceagesp, 2011 (modificada pelos autores).

FIGURA 3 | QUANTIDADE ANUAL, EM TONELADAS, DE TILÁPIA COMERCIALIZADA NA CEAGESP DURANTE O PERÍODO DE 1999 A 2009



Fonte: Ceagesp, 2011.

que estes apresentaram variação ao longo do período. Os valores nominais tiveram uma tendência de elevação, mas, quando deflacionados para o ano de 2010 pelo IPCA (FGV), a variação muda de características e apresenta um período de queda do ano de 2000 até 2005. Na Figura 3, verifica-se que houve aumento na quantidade de tilápia comercializada no mesmo período, de 1999 a 2009, de 24,4 t em 1999 para 256,5 t em 2006, com crescimento de 951,2%. O aumento da oferta pode ter causado a queda nos preços.

A Ceagesp é hoje um canal de venda tanto para o pequeno como para o médio e grande produtor, sendo às vezes a única alternativa para aqueles que estão longe de processadoras e de pesque pague. Prochmann & Michels (2003) relatam que, atualmente, os elos mais frágeis da cadeia produtiva da piscicultura são aqueles em que ocorre o processo produtivo, como o processamento e a distribuição dos produtos oriundos do peixe. O processamento dos peixes criados em viveiros ainda é muito incipiente e feito quase sempre em escala reduzida, em frigoríficos de pequeno porte. Os dados de Neiva et al (2010) informam que, de acordo com o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em 2010, o estado de

São Paulo tinha 53 estabelecimentos trabalhando com pescado, sendo que 17 estavam localizados na Região Metropolitana de São Paulo.

As processadoras no estado de São Paulo trabalham basicamente com a filetagem da tilápia e poucas estão produzindo outros produtos do processamento, como formatados e empanados. O aproveitamento total do pescado pela indústria processadora poderá gerar novos produtos (a farinha e o óleo de peixe, por exemplo), aumentando seus lucros, e contribuir para a sustentabilidade da atividade. A frequência na produção e a produção de lotes homogêneos são requisitos básicos para atender às exigências das processadoras. Para a manutenção desses requisitos é importante trabalhar de forma comunitária, organizada e verticalizada. Dessa forma, a indústria poderá diminuir custos, implantar a rastreabilidade do produto e agregar valor à produção. O produtor pode buscar um mercado próprio (nicho) que proporcionará melhores preços de venda e, conseqüentemente, melhor rentabilidade. Mercados locais associados ao turismo, a comunidades raciais e religiosas que, em alguns casos, têm dado ao produtor excelentes resultados.

O Brasil, com todo o seu potencial, utilizando um planejamento adequado da produção, novas tecnologias, organização e representação dos produtores, poderá tornar-se um dos maiores produtores mundiais de pescado. Para isso é necessário que sejam tomadas medidas com o intuito de fomentar o setor de modo ordenado e elevar ainda mais a sua competitividade. Embora a aqüicultura já venha se viabilizando enquanto atividade econômica, algumas condições devem ser melhoradas, tais como pesca, despesca, abate e conservação do pescado, organização dos produtores, falta de padronização dos produtos e comercialização.

* **João Donato Scorvo Filho** (scorvo@apta.sp.gov.br), **Célia Dória Frasca Scorvo** (cfrasca@apta.sp.gov.br) e **Alceu Donadelli** (donadelli@apta.sp.gov.br) são pesquisadores da APTA Regional do Leste Paulista (APTA/SAA-SP), Monte Alegre do Sul, SP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO (Ceagesp). Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/atacado/pescado/analise_pescado/pescado1999a2009.xls>. Acesso em: 30 jul. 2011.
- BRASIL, Ministério da Pesca e Aquicultura. 2010. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura – Brasil 2008 – 2009.
- NEIVA, C. R. P. et al, 2010. Estudo: O mercado do pescado da Região Metropolitana de São Paulo. Infopesca, Série: O mercado do pescado nas grandes cidades latino-americanas. Santos, SP, 2010.
- PROCHMANN, A. M.; MICHELS, I. L. (2003). Estudo Das Cadeias Produtivas De Mato Grosso Do Sul: Piscicultura. Campo Grande, MS. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/14791838/33/Regiao-Sul>>. Acesso em: 2 ago. 2011.
- SUSSEL, F. 2011. Tilapicultura no Estado de São Paulo. Disponível em: <www.aptaaregional.sp.gov.br/artigos>. Acesso em: 1º ago. 2011.

Produção

Com excelentes condições ambientais, piscicultura marinha carece de investimentos

Ronaldo Olivera Cavalli*



RODRIGO ESTEVAN MUNHOZ DE ALMEIDA

Bombas captam água em manguezal para uma produção de camarão; Fortaleza, CE, 2011

FIGURA 1 | BEIJUPIRÁ CRIADO NO LABORATÓRIO DE PISCICULTURA MARINHA, NA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO



RONALDO OLIVEIRA CAVALLI

Nos últimos 20 anos, a produção da piscicultura marinha mundial tem apresentado uma taxa de crescimento anual superior a 10%, o que a situa como um dos setores da aquicultura de maior crescimento (FAO, 2012). No Brasil, criar peixes marinhos não é uma atividade recente: a produção em viveiros de maré já era uma realidade na cidade de Recife, PE, na década de 1930.

Apesar desse início remoto e aparentemente promissor, hoje em dia a piscicultura marinha não contribui significativamente para a produção de pescado no Brasil.

Durante anos, as principais espécies de peixe marinho consideradas para aquicultura foram, no Brasil, as tainhas (*Mugil spp.*), o robalo-peva (*Centropomus parallelus*) e o linguado (*Paralichthys*

orbignyanus) (Baldisserotto & Gomes, 2010). Apesar dos esforços de pesquisa e desenvolvimento, a criação dessas espécies ainda não tem importância comercial relevante. Com o desenvolvimento da tecnologia de cultivo e, consequentemente, da produção do beijupirá (*Rachycentron canadum*) na Ásia, alguns produtores brasileiros passaram a considerar o cultivo dessa espécie, visto que ela é naturalmente encontrada em nosso litoral (Figura 1).

O beijupirá cresce rapidamente, podendo alcançar até 6 kg em um ano, tolera variações de parâmetros ambientais, tem relativa resistência a doenças (Liao & Leño, 2007), e a tecnologia de produção de alevinos e a engorda já estão relativamente bem desenvolvidas (Holt *et al.*, 2007; Liao & Leño, 2007). Considerado um peixe de primeira qualidade, o beijupirá tem carne branca, de textura macia e firme, e contém alto valor nutricional. Assim, a produção mundial dessa espécie vem crescendo gradativamente – e, em 2010, foi estimada em 40.768 t (FAO, 2012). A maior parcela provém de gaiolas (tanques-rede) (Figuras 2 e 3) instaladas em áreas protegidas na China, em Taiwan e no Vietnã.

A despeito do interesse na aquicultura do beijupirá no Brasil, os estudos com esta espécie ainda são escassos. A reprodução em cativeiro vem sendo obtida desde 2006, quando desovas espontâneas ocorreram na Bahia e, um ano depois, em Pernambuco. Apesar da relativa facilidade na reprodução, a produção de alevinos em larga escala ainda é limitada. Nos poucos laboratórios nacionais que trabalham com essa espécie, a larvicultura é realizada intensivamente em água com salinidade 35, temperatura entre 26 e 29 °C, fotoperíodo natural ou com 13 horas diárias de luz e aeração constante. A realização de larviculturas em sistemas extensivos tem produzido resultados tão bons quanto no sistema intensivo. Neste sistema, as larvas são estocadas com densidades comparativamente mais

FIGURA 2 | TANQUES-REDE ONDE SÃO CRIADOS OS BEIJUPIRÁ



RONALDO OLIVEIRA CAVALLI

FIGURA 3 | PESCA DE BEIJUPIRÁ EM UM TANQUE-REDE



RONALDO OLIVEIRA CAVALI

baixas em tanques de grande volume ou em viveiros escavados, os quais são previamente adubados para estimular a produção de fito e zooplâncton.

A produção de larvas no sistema extensivo demanda mais espaço, ao mesmo tempo que oferece menor controle sobre a produtividade, embora, em contrapartida, o crescimento seja mais elevado do que no sistema intensivo. Independentemente do sistema de larvicultura utilizado, o aperfeiçoamento da tecnologia empregada em outros países para uso nas condições brasileiras deverá incluir o oferecimento de alimentos vivos alternativos aos rotíferos e *Artemia*, a melhoria no controle do canibalismo e

o aprimoramento do processo de transferência do alimento vivo para o inerte (“desmame” ou *weaning*).

Atualmente, existem projetos de engorda de beijupirá na Bahia, em Pernambuco, no Rio Grande do Norte, no Rio de Janeiro e em São Paulo. Até o presente, duas fazendas em mar aberto foram instaladas em Pernambuco, mas iniciativas de criação em áreas marinhas protegidas vêm sendo conduzidas em Angra dos Reis, RJ, e em Ilhabela, SP. A criação em viveiros estuarinos também vem sendo testada no Rio Grande do Norte e na Bahia. Caso tenham sucesso, essas iniciativas poderão ter um impacto significativo, pois o Brasil dispõe de mais de 16.000 ha de

viveiros de camarão, os quais também poderiam ser utilizados para a criação do beijupirá. No entanto, o sucesso da engorda em viveiros dependerá da resposta do beijupirá às condições prevalentes nestes ambientes, tais como variações de salinidade e de oxigênio dissolvido, e níveis relativamente altos de material em suspensão.

No mercado brasileiro, o preço que o consumidor paga pelo beijupirá eviscerado varia entre R\$ 12,00 e R\$ 22,00/kg. Esses valores, contudo, são de exemplares provenientes da pesca, já que a venda de beijupirá cultivado ainda é incipiente. Em Pernambuco, o preço pago ao aqüicultor foi R\$ 15,00/kg.

Com base nesse valor, a viabilidade de uma fazenda de criação de beijupirá em mar aberto em Pernambuco foi analisada. Para produtividade de 10 kg/m³, a atividade seria rentável, considerando-se o custo de produção de R\$ 11,48/kg. Nesse caso, o retorno do capital investido levaria 5,1 anos. Com um aumento da produtividade para 15 kg/m³, compatível com o observado em outros países, o custo de produção cairia para R\$ 9,46/kg, e o retorno do capital seria de 2,8 anos. Em função dos elevados investimentos necessários à implantação e ao custeio do empreendimento, o aumento da escala de produção tornaria o empreendimento mais atraente.

PROBLEMAS E OBSTÁCULOS

Como o beijupirá é uma espécie nova na aquicultura, ainda existem importantes lacunas no seu ciclo produtivo, tais como ausência de laboratórios de produção de alevinos com esquemas de biossegurança e com plantéis de reprodutores com a devida variabilidade genética, e também limitações quanto à produção consistente de ovos, larvas e alevinos. Em relação à engorda, faltam informações sobre exigências nutricionais que permitam a formulação de dietas específicas (Holt *et al.*, 2007; Liao & Leño, 2007). A necessidade de desenvolvimento de mercado é outra questão importante. Na natureza, o beijupirá raramente forma cardumes e, por isso, sua produção pela pesca é pequena, tornando-o uma espécie desconhecida pelos consumidores.

No Brasil, a questão legal é um dos principais entraves ao desenvolvimento da atividade. O Decreto n. 4.895, de nov./2003, que regulamenta a cessão de águas de domínio da União, representa um importante marco legal para o desenvolvimento da aquicultura em mar aberto. Entretanto, apesar do incentivo à atividade e das diversas ações buscando regularizar a demarcação, o monitoramento e a concessão de áreas por parte do Ministério da Pesca e Aquicultura

FIGURA 4 | PRODUÇÃO DE ALEVINOS



RONALDO OLIVEIRA CAMALI

FIGURA 5 | PRODUÇÃO DE ALEVINOS



RONALDO OLIVEIRA CAMALI

FIGURA 6 | PROCESSAMENTO DE BEIJUPIRÁ NA QUALIMAR



RONALDO OLIVEIRA CAVALI

(MPA), ainda ocorrem conflitos sobre as atribuições legais entre alguns órgãos governamentais, em particular os de fiscalização e licenciamento ambiental. Na prática, isso retarda o andamento das solicitações de cessão de águas da União. Por exemplo, a cessão de águas da União para os dois projetos implantados em Pernambuco levou dois anos. Há, portanto, a necessidade de fortalecer institucionalmente o MPA, principalmente por meio da criação de corpo técnico próprio, o que permitirá acelerar os processos de cessão e de licenciamento ambiental.

Por ser uma atividade incipiente no Brasil, existe uma carência de insumos e de serviços especializados em piscicultura marinha. Apesar de o avanço na criação de camarões marinhos e tilápias

ter gerado infraestrutura (equipamentos, rações e demais insumos) para o desenvolvimento da aquicultura no país, é importante destacar que tais atividades têm características e demandas diferentes da criação de peixes marinhos. Por exemplo, o Brasil ainda não conta com empresas capacitadas e com experiência na construção e instalação de estruturas de criação no mar. Além disso, ainda não dispomos de dietas específicas para peixes marinhos que tenham sido testadas nas nossas condições. As dietas atualmente disponíveis no mercado nacional não têm resultado no desempenho esperado, tanto em ensaios experimentais como em condições de cultivo comercial. Sob as mais variadas condições ambientais e de manejo, foram

observadas baixas taxas de crescimento, alta conversão alimentar e até mesmo peixes regurgitando a dieta. Com relação à composição, análises bromatológicas indicaram baixas concentrações de aminoácidos e ácidos graxos essenciais. Vale ressaltar que, no caso do beijupirá, por se tratar do cultivo intensivo de um peixe carnívoro, os gastos com alimentação podem representar até 70% do custo de produção. Portanto, este único item pode definir a viabilidade econômica da atividade.

Os empreendedores que se interessarem em desenvolver a piscicultura em mar aberto no Brasil possuem duas opções com relação à aquisição de equipamentos e estruturas de criação. A primeira é adaptar equipamentos na-

cionais, os quais, na maioria dos casos, foram desenvolvidos para ambientes de água doce. Esses equipamentos e estruturas, porém, nem sempre se adaptam às condições de mar. Caso optem pela aquisição de equipamentos e embarcações especializados para esta atividade, terão de importá-los, o que onera excessivamente os custos finais.


Outra deficiência é a de profissionais capacitados e experientes nas diversas áreas da piscicultura marinha. Uma análise na Plataforma Lattes (<http://lattes.cnpq.br/index.htm>) indica carência de especialistas em sanidade de peixes marinhos no Brasil, o que se reflete na inexistência de insumos específicos para a sanidade de animais aquáticos, ou de empresas especializadas no diagnóstico, controle e prevenção de doenças. Há também dificuldades de obtenção de seguro aquícola e questões relativas à adequação da legislação trabalhista e das normas marítimas, uma vez que estas foram estabelecidas sem levar em consideração a prática da maricultura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da pouca experiência brasileira em piscicultura marinha, devido a sua longa costa (≈ 8,5 mil km), seu mar territorial e sua Zona Econômica Exclusiva (ZEE) de duzentas milhas (≈ 4,5 milhões km²) e mais de 2,5 milhões de hectares de áreas estuarinas, o Brasil apresenta ótimas condições ambientais e de infraestrutura para o desenvolvimento da piscicultura marinha. Nos últimos cinco anos, os resultados obtidos com o cultivo do beijupirá têm sido satisfatórios. A tecnologia de reprodução em cativeiro está praticamente dominada, e a produção de alevinos (Figura 4 e Figura 5), embora ainda instável, permite o estabelecimento de cultivos experimentais e até mesmo de nível comercial. Os resultados de engorda, porém, ainda são insuficientes para indicar se os níveis de produtividade serão similares aos observados em outros países.

Entre as várias demandas de pesquisa e desenvolvimento, destacam-se as áreas de

sanidade e nutrição. Os estudos sobre nutrição e alimentação devem ser aplicados principalmente à fase de engorda, pois a disponibilidade de dietas apropriadas ao beijupirá, a um custo acessível, é um dos grandes limitantes para a sua criação no Brasil. Igual importância deve ser dada à pesquisa e formação de pessoal especializado em sanidade, além de condições que facilitem a criação de uma estrutura especializada no diagnóstico, controle e prevenção de doenças. Faz-se necessário, também, fortalecer institucionalmente o MPA a fim de acelerar os processos de cessão de águas públicas e licenciamento ambiental. A maior agilidade e transparência nesses processos certamente servirão para atrair interessados na atividade.

Acredita-se que, superados os obstáculos iniciais, naturais a toda atividade pioneira, a criação e a comercialização do beijupirá (Figura 6) poderão servir de base para o desenvolvimento sustentável da piscicultura marinha no Brasil, o que incluirá a necessidade de diversificação de espécies e sistemas de cultivo, além de permitir o estabelecimento de uma nova atividade geradora de trabalho e renda. 

* **Ronaldo Olivera Cavalli** é professor do Departamento de Pesca e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco (DEPAq/UFRPE) (ronaldocavalli@gmail.com).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. Espécies nativas para a piscicultura no Brasil. 2 a. Santa Maria: Editora da UFSM, 2010. 608 p.
- FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2010. Rome: FAO, 2012.
- HOLT, G. J.; FAULK, C.; SCHWARZ, M. A review of the larviculture of cobia *Rachycentrom canadum*, a warmwater marine fish. *Aquaculture*, v. 268, 181-187 p., 2007.
- LIAO, I. C.; LEAÑO, E. M. Cobia aquaculture: research, development and commercial production. I. ed. Taiwan: Asian Fisheries Society, 2007. 178 p.

Estufas

Demanda faz crescer interesse por criação de camarões em estufas

Dariano Krummenauer, Gabriele Rodrigues de Lara e Wilson Wasielesky Júnior*



ERIKKA FORBANE FORLAIN

Comercialização de camarão salgado e seco em banca de mercado; Aracaju, SE, 2011

Nas últimas décadas, houve escassez na oferta de alimentos de origem aquática, principalmente nos países em desenvolvimento. Como consequência, a produção mundial de camarões apresentou crescimento considerável. Entretanto, surgiram problemas prejudiciais à atividade referentes à poluição das águas (pela emissão de efluentes sem tratamento), à crescente demanda por farinha e óleo de peixe (ambos utilizados na formulação de rações) e, ainda, à disseminação de doenças, como Síndrome de Taura, Mancha Branca, entre outras (Wasielesky et al., 2006).

Nesse contexto, diversos centros de pesquisas iniciaram estudos para o desenvolvimento de tecnologias sustentá-

veis, com objetivos de reduzir a emissão de efluentes e, ao mesmo tempo, atingir altos índices de produtividade (acima de 5.000 kg/ha/ciclo). As novas tecnologias baseiam-se na produção de camarões em sistemas fechados, ou seja, na criação desses crustáceos em sistemas de bioflocos (Sistema BFT), cujos cultivos são realizados praticamente sem renovação de água e com aproveitamento dos micro-organismos como alimento natural, reduzindo o uso de rações. Assim, além de melhorar os índices de produtividade, o sistema BFT apresenta maior biossegurança, pois diminui intercâmbios de água e doenças (Avnimelech, 2009; Krummenauer et al., 2011).

Criar camarões em *raceways* cobertos (estufas) tem despertado o interesse de pesquisadores e produtores em alguns países, oportunizando a criação de camarões peneídeos em regiões com clima subtropical e temperado (Figura 1). Nos Estados Unidos da América (Carolina do Sul, Virgínia, Maryland, Texas, Havaí, entre outros estados), pesquisas estão sendo realizadas para a produção em estruturas fechadas. Na Coreia do Sul, na Indonésia, na Bélgica e na Holanda, o sistema BFT também já está sendo utilizado para a engorda de camarões.

Um aspecto importante desse sistema de cultivo é a utilização de menor quantidade de água, quando comparado com os

TABELA 1 | PRINCIPAIS VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA BFT DE CULTIVO PARA CAMARÕES MARINHOS

VANTAGENS
Aumento da produtividade
Utilização de menores áreas de cultivo
Aumento da biossegurança
Diminuição ou isenção da renovação de água
Maior estabilidade do sistema
Diminuição da quantidade de proteína nas rações
Maior disponibilidade de alimento natural
Comunidade microbiana atuando como probiótico
Menores unidades de cultivo com maior controle
Menor impacto ambiental
Possibilidade de cultivo em regiões afastadas da costa
DESVANTAGENS
Maior custo de instalação
Maiores gastos de energia (aeração)
Risco do surgimento de micro-organismos tóxicos
Acúmulo de fósforo no sistema (risco com cianobactérias)
Maior custo operacional

Fonte: Dariano Krummenauer, Gabriele Rodrigues de Lara e Wilson Wasielesky Júnior.

sistemas convencionais. Isso representa uma diminuição na emissão de efluentes, podendo-se produzir até 1 kg de camarões utilizando menos que 100 litros de água; enquanto nos sistemas convencionais são utilizados mais de 50 mil litros para obter a mesma produção (Samocha et al., 2010). O sistema BFT apresenta vantagens e desvantagens quando comparado com os sistemas tradicionais de cultivo em viveiros (Tabela 1). Inicialmente, observam-se custos maiores, mas compensados por produtividades muito maiores que as obtidas nos sistemas convencionais.

Pelo fato de o sistema BFT utilizar densidade de estocagem elevada, possibilita produtividade de até 10 kg/m³, o que equivale a uma produção 10 vezes

FIGURA 1 | ESTUFA DE CULTIVO DE CAMARÕES EM SISTEMAS BFT; EUA



WILSON WASIELESKY

maior que em sistemas tradicionais. Por exemplo, Samocha et al. (2010), utilizando densidades de estocagem de 450 camarões/m³, obtiveram biomassa final de 9,75 kg/m³/safra com peso médio de 22,4 gramas e 95% de sobrevivência na fase de engorda. Em outro centro de pesquisa, Otoshi et al., (2009) reportaram produção de 10,3 kg/m² (103 ton/ha) com camarões estocados com densidade inicial de 828 camarões/m² e densidade final de 562 camarões/m² em sistema BFT em estufas. Esses resultados foram obtidos utilizando recursos tecnológicos – como oxigênio injetável, filtros biológicos, filtros mecânicos, fracionadores, sedimentadores, sistemas automatizados – e, em alguns casos, com monitoramento eletrônico de qualidade da água. A utilização de rações específicas para camarões em sistema superintensivos (BFT) provavelmente contribuiu para tais resultados (Figura 2).

BIOFLOCOS

A formação dos bioflocos ocorre a partir da mudança da razão entre carbono e nitrogênio (C : N) dos cultivos. Esta deve manter-se entre 15 e 20 : 1, a fim de

que ocorra o surgimento de bactérias heterotróficas, dando início a uma sucessão microbiana. Para tanto, são feitas aplicações de fontes de carbono, como melaço de cana de açúcar, dextrose, farelos de arroz e de trigo. A partir da mudança desta relação C : N e através de uma forte aeração, os agregados ou bioflocos são formados durante o ciclo de produção (Avnimelech, 2009). Esses agregados são constituídos principalmente de bactérias, microalgas, fezes, exoesqueletos, restos de organismos mortos, protozoários, invertebrados, entre outros (Figuras 3 e 4).

Uma vez formados, eles servem de suplemento alimentar para os animais, além de assimilarem os compostos nitrogenados presentes na água de cultivo, que são tóxicos aos camarões. Outro fator de suma importância associado à formação desses agregados é a possibilidade de redução do teor de proteína bruta nas rações fornecidas aos camarões, devido ao incremento na produtividade natural do sistema (Wasielesky et al., 2006). Estudos realizados em Belize (América Central) demonstraram que mais de 29%

FIGURA 2 | ESTUFA (585M²) PARA TESTES PILOTO COM TANQUES REVESTIDOS DE GEOMEMBRANA® (PEAD) NA ESTAÇÃO MARINHA DE AQUICULTURA DA FURG; RIO GRANDE, RS



WILSON WASILESKY

do alimento consumido por *Litopenaeus vannamei* podem ser provenientes do floco microbiano (bioflocos) presente na água do cultivo, demonstrando assim a viabilidade do sistema.

A Estação Marinha de Aquicultura da Furg conta com um sistema de estufas de 580m² com 10 *raceways*, todos revestidos com geomembrana® (Figura 5).

A aeração dos tanques é realizada através de um soprador (*blower*) de 4 hp. A estufa ainda conta com sistemas de emergência e filtração. A estufa piloto de cultivo possibilita que sejam realizados testes em repetições simulando ciclos completos de cultivo (berçário e engorda). O laboratório ainda possui duas estufas de pesquisa para crescimento de camarões

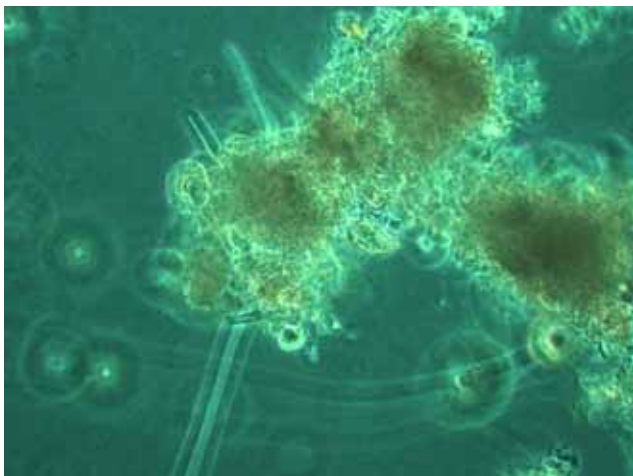
com bioflocos e 3 salas experimentais para realização de experimentos em microescala com bioflocos.

ESTUDOS NA FURG

Com o objetivo de adaptar esta modalidade de criação à realidade brasileira, a Furg vem desenvolvendo estudos visando preencher as lacunas ainda existentes, como os experimentos que identificam os principais grupos de agregados microbianos, a utilização de probióticos específicos para a criação em sistemas de bioflocos, em cuja formação foram testadas diferentes fontes de aeração, de carbono, além da adição de amônia para acelerar a formação dos agregados microbianos. Também foram realizados cultivos com água marinha natural e artificial, com diferentes salinidades, e visando à viabilidade da reutilização de água.

Inicialmente realizaram-se testes em berçários intensivos com densidades entre 1.500 e 6.000 camarões/m². Os resultados são estimuladores, pois as sobrevivências foram acima de 90% em diferentes densidades, sem renovação de água. Na fase de engorda, Krummenauer et al. (2011) testaram as densidades de 150, 300 e 450 camarões/m² durante

FIGURAS 3 E 4 | DETALHE DOS FLOCOS MICROBIANOS EM MICROSCÓPIO DE EPIFLUORESCÊNCIA E NO CULTIVO DE *LITOPENAEUS VANNAMEI*



EDUARDO BALLESTER, EDUARDO KRUMMENAUER

TABELA 2 | DESEMPENHO MÉDIO DO CAMARÃO-BRANCO *LITOPENAEUS VANNAMEI* EM RACEWAYS COM SISTEMA BFT, NAS INSTALAÇÕES DA ESTAÇÃO MARINHA DE AQUACULTURA (EMA/IO/FURG)

Densidade inicial	400 (ind/m ²)
Sobrevivência	85,0 (%)
Ganho de peso/semana	0,85 (g)
Peso médio inicial	Juvenis de 1g
Peso médio final	15,57 (g)
Tempo médio de cultivo	120 (dia)
Biomassa final	4.632 (g/m ²)
Ração fornecida	5.512 (g/m ²)
Conversão alimentar	1:1,19
Produtividade	46.321 (kg/ha)*

* Média dos resultados em 30 ciclos de cultivo em raceways de 50-100 m³ (100 hp/ha), revestidos com Pead em estufas.

Fonte: Dariano Krummenauer, Gabriele Rodrigues de Lara e Wilson Wasielesky Júnior.

90 dias (a partir de 1 g). Os melhores resultados foram observados na densidade de 300/m², com crescimento semanal de 0,82 g, sobrevivência acima de 85% e taxa de conversão alimentar de 1,3 : 1. A produtividade foi de 3,9 kg de camarões/m² (39 toneladas/ha/ciclo).


RESULTADOS

Os experimentos com *raceways* têm apresentado resultados animadores, demonstrando que a técnica é uma realidade e está pronta para ser aplicada em cultivos comerciais no país. A síntese dos resultados zootécnicos obtidos em *raceways* utilizando o sistema BFT no Rio Grande do Sul é apresentada na Tabela 2. Estima-se que os cultivos em *raceways* no sistema BFT sejam uma alternativa viável a ser aplicada em diferentes locais em função de ocupar áreas muito pequenas. Os resultados aqui apresentados mostram que é possível trabalhar com produtividades acima de 46 t/ciclo ou acima de 130 t/ano.

FIGURA 5 | ESTRUTURA DE ESTUFAS PARA TESTES PILOTO COM TANQUES REVESTIDOS DE GEOMEMBRANA® (PEAD) NA ESTAÇÃO MARINHA DE AQUACULTURA DA FURG; RIO GRANDE, RS



DARIANO KRUMMENAUER

Os resultados obtidos sugerem que o *Litopenaeus vannamei*, em sistema BFT, pode ser utilizado em elevadas densidades de estocagem, desde que seja mantida a qualidade da água com o auxílio de manejo adequado. As taxas de conversão alimentar são semelhantes aos cultivos tradicionais, a sobrevivência é significativamente superior e a produtividade é, no mínimo, dez vezes maior que em viveiros que não usam o sistema BFT. 

* **Dariano Krummenauer** é professor colaborador do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, da Furg (darianok@gmail.com); **Gabriele Rodrigues de Lara** é mestre em Aquicultura pela Furg (gabilara@gmail.com); **Wilson Wasielesky Júnior** é professor da Universidade Federal do Rio Grande, no Instituto de Oceanografia Cassino, Rio Grande, RS (manow@mikrus.com.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVNIMELECH, Y. Biofloc technology – A practical guide book. The World Aquaculture Society: Baton Rouge, 2009.
- KRUMMENAUER, D.; PEIXOTO, S.; CAVALLI, R. O. et al. Super intensive Culture of White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a Biofloc Technology System in Southern Brazil at Different Stocking Densities. *Journal of World Aquaculture Society*, 2011, 42:726–733p.
- OTOSHI, C. A.; TANG, L. R.; MOSS, D. R. et al. Performance of Pacific White Shrimp, *Penaeus (Litopenaeus) vannamei*, cultured in bio secure, super-intensive, recirculating aquaculture systems. In: BROWDY C. L.; JORY D. E. (eds.). *The Rising Tide – Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Farming*, World Aquaculture 2009. The World Aquaculture Society: Baton Rouge Louisiana, 2009.
- SAMOCHA, T. M.; WILKENFELD, J. S.; MORRIS T. C. et al. Intensive raceways without water exchange analyzed for White shrimp culture. *Global Aquaculture Advocate*. July/August, 2010, 13:22–24p.
- WASIELESKY, W. J.; ATWOOD, H. I.; STOKES, A. et al. Effect of natural production in brown water super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 2006, 258:396–403p.

Tecnologia

Cultivo em bioflocos (BFT) é eficaz na produção intensiva de camarões

Geraldo Kipper Fôes, Carlos Augusto Prata Gaona e Luís Henrique Poersch*

DARIANO KRUMMENAUER

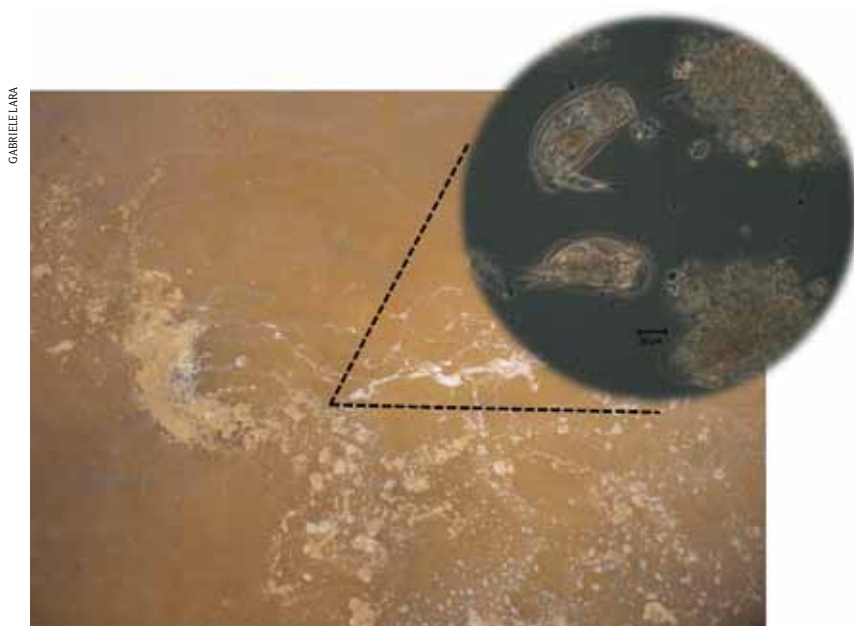


Camarões marinhos produzidos em sistema de flocos microbianos (bioflocos); Estação Marinha de Aquicultura/IO/Furg, Rio Grande, RS, 2010

O cultivo de camarões marinhos nas Américas e no Brasil passou por três fases distintas. A primeira, na década de 1980, foi marcada pela construção de grandes viveiros, com áreas superiores a 5 ha e utilização de baixas densidades de estocagem (3 a 8 camarões/m²). Naquele período, a produtividade alcançava em média 1.000 kg ha⁻¹ ano⁻¹. A segunda fase, a partir de 1990, caracterizou-se pela melhor qualificação da mão de obra empregada na produção, pelo aumento de tecnologia nos cultivos, como utilização de aeração artificial, emprego de rações comerciais de melhor qualidade e uso de bandejas de alimentação, o que possibilitou o aumento de densidade para 20 a 30 camarões/m².

Com a adoção dessas práticas, a produtividade nos viveiros aumentou para 6.000 kg ha⁻¹ ano⁻¹. A elevada produtividade perdurou até o início do presente século, quando foram detectadas doenças causadas pelo vírus da mancha branca (WSSV) e da mionecrose (IMNV), além de dificuldades na exportação do camarão produzido no país. A terceira fase iniciou-se com a melhora no quadro econômico do país, nos últimos anos, quando o mercado interno passou a absorver o camarão produzido nas fazendas. A preocupação dos produtores em relação à qualidade da água e do solo dos viveiros aumentou, e estes passaram a utilizar pós-larvas; a genética favorecendo o crescimento e a resistência a enfermidades.

FIGURA 1 | IMAGEM DE FLOCOS MICROBIANOS OBTIDA EM VIVEIRO DE CULTIVO DE CAMARÕES E EM MICROSCÓPIO ÓPTICO (DETALHE); 2010



Desde a década de 1990, pesquisadores vêm desenvolvendo técnicas de cultivo ambientalmente mais amigáveis, preconizando a operação em empreendimentos biosseguros e a diminuição da renovação de água. Vários fatores foram responsáveis por esses estudos e pela adoção dessas técnicas de cultivo. Podem-se citar fatores externos, tais como: regulamentações dos órgãos ambientais para a redução na emissão de efluentes ricos e nutrientes e matéria orgânica para o meio ambiente; maior relevância da opinião pública (consumidor), estimulando a adoção de técnicas ambientalmente amigáveis pelos produtores; disponibilização de novas tecnologias de

cultivo pelos centros de pesquisa; adoção de sistemas biosseguros de produção, principalmente nas regiões afetadas por enfermidades. Existem também fatores internos relacionados à lucratividade do empreendimento: aumento de produtividade, melhoria da conversão alimentar, redução do tempo de cultivo e aumento da lucratividade, entre outros.

O SISTEMA BFT

Dentre as novas tecnologias de produção em estudo e que já estão sendo utilizadas atualmente, destaca-se o sistema de cultivo em meio aos bioflocos (BFT), formados por agregados de bactérias, ciliados, flagelados, rotíferos e frústulas

de diatomáceas, entre outros microrganismos (Figura 1). O princípio do sistema BFT está na transformação dos compostos nitrogenados dissolvidos na água, os quais são tóxicos em concentrações elevadas, através dos microrganismos presentes nos bioflocos, mediante a adição de fontes de carbono no sistema de cultivo (melaço, dextrose, farelo, entre outros) e consequente aumento da biomassa microbiana.

Outro importante aspecto em relação aos agregados microbianos é o melhor aproveitamento dos nutrientes originados pelos bioflocos e pela ração não consumida pelos camarões, possibilitando aumento da produtividade primária, melhoria da conversão alimentar e diminuição da quantidade de proteína bruta fornecida nas rações. Estudos realizados em fazenda comercial utilizando o sistema BFT demonstraram que 29% do alimento consumido pelo camarão *Litopenaeus vannamei* podem ser provenientes do floco microbiano presente na água do cultivo. Esse complemento alimentar possibilita o aumento da densidade de estocagem de camarões, aumentando assim a produtividade do empreendimento.

Além de aumentar a produtividade, o sistema BFT possibilita a produção de camarões em condições de baixa ou até ausência de renovação de água, acarretando maior biossegurança, pois, diminuindo a troca de água, há redução do risco de introdução de doenças. Ainda, com a redução da renovação de água, há melhor utilização desse recurso, resultando também na diminuição da emissão de efluentes.

TABELA 1 | CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DOS SISTEMAS DE CULTIVO TRADICIONAL (SEMI-INTENSIVO) COM O SISTEMA DE FLOCOS MICROBIANOS (BFT), EM VIVEIROS ESCAVADOS

SISTEMA DE CULTIVO	DENSIDADE (CAM/M ²)	LITROS DE ÁGUA / KILOS DE CAMARÃO	CONVERSÃO ALIMENTAR	SOBREVIVÊNCIA (%)	PRODUTIVIDADE (KG HA ⁻¹)
TRADICIONAL	20 - 30	65.000	1,5	60 - 70	6.000
BFT	120	1.000	1,3	80 - 90	15.000

Fonte: Luis Poersch et al.2012.

FIGURA 2 | AERADORES DO TIPO *PADDLE WHEEL* EM VIVEIROS; ESTAÇÃO MARINHA DE AQUACULTURA/IO/FURG, RS, 2011



DARIANO KRUMMENAUER

FIGURA 3 | VIVEIRO RECOBERTO COM GEOMEMBRANA (PEAD); ESTAÇÃO MARINHA DE AQUACULTURA/IO/FURG, RS, 2009



LUIZ POERESCH

FIGURA 4 | ESTRUTURAS DE CULTIVO; ESTAÇÃO MARINHA DE AQUACULTURA/IO/FURG, 2009*



PAULO IRIBAREM

*Em primeiro plano, viveiros revestidos; ao fundo, estufa com os tanques de produção superintensivos

À primeira vista, a adoção do sistema BFT acarreta elevação dos custos de instalação e operação, porém esse sistema permite aumento da produtividade, em função da maior densidade de camarões, na ordem de 3 a 5 vezes em comparação aos sistemas tradicionais (Tabela 1).

As densidades normalmente citadas na literatura para viveiros de cultivo em sistema de bioflocos variam de 100 a 200 camarões/m². Entretanto, densidades mais elevadas podem ser utilizadas. Taw et al. (2008), trabalhando com viveiros revestidos com mantas de *Pead*, reportaram o cultivo de *L. vannamei* em sistemas de bioflocos com densidades de estocagem de até 280 camarões/m², utilizando a estratégia de despescas parciais durante o ciclo de cultivo. As despescas sucessivas iniciaram quando os camarões pesavam 11 g e foram finalizadas aos 155 dias de cultivo, quando os camarões atingiram 20 g. Adotando essa estratégia de cultivo, a produtividade ao final do cultivo chegou até a 49,4 t ha-l.

INFRAESTRUTURA

O consumo de oxigênio pelos camarões em elevadas densidades de estocagem e pelos bioflocos é muito elevado no sistema de cultivo BFT, sendo necessária a utilização constante de aeração artificial. Como a formação e manutenção dos bioflocos depende do material particulado em suspensão, necessariamente os aeradores nunca podem ser desligados. Para viveiros escavados recomenda-se o uso de aeradores de pá (*paddle wheel*) em uma relação de 500 kg de camarões por HP, durante o ciclo de produção. Sendo assim, é importante o empreendimento dispor de algum sistema emergencial de fornecimento de energia, tais como geradores movidos a óleo diesel, caso haja interrupção do fornecimento de energia pela concessionária (Figura 2).

Os viveiros utilizados para esse sistema de cultivo também precisam ser revestidos com mantas de geomembrana® (*Pead*, EPDM), como também solo

cimentado ou concretado. Esse isolamento evita a perda de oxigênio devido à respiração do solo, a percolação de água para o lençol freático, a ressuspensão de sedimento e a incorporação de matéria orgânica no sedimento com formação de zonas anóxicas, além de facilitar a limpeza após o ciclo de cultivo (Figura 3). A Estação Marinha de Aquicultura/IO da Universidade Federal do Rio Grande possui 10 viveiros revestidos com mantas de *Pead*, totalizando 5.000 m². Vários experimentos, desde 2004, foram desenvolvidos nessas estruturas de produção (Figura 4) e alguns resultados são apresentados como forma de estimular os produtores a adotar a tecnologia BFT.

EXPERIMENTO 1

Para comparar a eficiência do sistema BFT em relação ao sistema tradicional, foram realizados cultivos em 10 viveiros

com 500 m² cada, sendo 5 com adição de melaço e formação de bioflocos e 5 com renovação parcial de água (7% de renovação diária). A densidade utilizada foi de 85 camarões m⁻² e o tempo de cultivo de 117 dias, sendo os resultados apresentados na Tabela 2. Os resultados indicam peso médio individual e produtividade significativamente maiores com uso de melaço, quando comparado ao sistema com renovação de água. Além disso, a taxa de conversão alimentar foi melhor no sistema com estímulo à formação de bioflocos, resultando em economia para o produtor.

EXPERIMENTO 2

O experimento realizado ao longo de 105 dias comparou diferentes densidades de estocagem nos viveiros utilizando o sistema BFT. Em 3 viveiros de 500 m² foi empregada a densidade de 120 camarões

m⁻² e em outros 4 foi empregada a densidade de 180 camarões/m². Os resultados estão apresentados na Tabela 3.

Os resultados indicam que, na densidade de 180 camarões/m², a produtividade é significativamente maior (2 toneladas) que na densidade de 120 camarões/m² porém o gasto com ração apresentou a mesma tendência, refletido na pior CAA.

EXPERIMENTO 3

Experimentos realizados em altas densidades indicaram que despesas parciais, iniciadas com camarões com peso médio entre 9 e 10 g, podem permitir altas produtividades durante o ciclo de cultivo. A retirada parcial de biomassa (Figuras 5 e 6) busca diminuir as densidades em momentos em que o crescimento fica limitado pelo espaço. Resultados de cultivos experimentais realizados para avaliar essa estratégia para as condições do sul

TABELA 2 | PESO MÉDIO FINAL, SOBREVIVÊNCIA, CONVERSÃO ALIMENTAR APARENTE (CAA) E PRODUTIVIDADE DE JUVENIS DE L. VANNAMEI, EM VIVEIROS COM FERTILIZAÇÃO DE MELAÇO DE CANA E COM RENOVAÇÃO LIMITADA DE ÁGUA

TRATAMENTO	PESO MÉDIO FINAL (G)	SOBREVIVÊNCIA (%)	CAA	PRODUTIVIDADE (KG HA ⁻¹)
MELAÇO	10,7 ± 2,1	96	1,01	8.722
RENOVAÇÃO DE ÁGUA	8,4 ± 2,0	94	1,22	6.759

Fonte: Charles Fróes

TABELA 3 | PESO MÉDIO FINAL, SOBREVIVÊNCIA, CONVERSÃO ALIMENTAR APARENTE (CAA) E PRODUTIVIDADE DE L. VANNAMEI EM DUAS DENSIDADES, EM VIVEIROS, UTILIZANDO SISTEMA BFT

TRATAMENTO (DENSIDADE)	PESO MÉDIO FINAL (G)	SOBREVIVÊNCIA (%)	CAA	PRODUTIVIDADE (KG HA ⁻¹)
120/M ²	10,10 ± 0,36	98,3 ± 2,8	1,11 ± 0,18	12.665
180/M ²	10,14 ± 1,40	79,7 ± 0,21	1,45 ± 0,38	14.554

Fonte: Luis Poersch et al. 2012.

TABELA 4 | PESO MÉDIO FINAL, SOBREVIVÊNCIA, CONVERSÃO ALIMENTAR APARENTE (CAA) E BIOMASSA FINAL DE L. VANNAMEI, CULTIVADO EM VIVEIROS DESPESCADOS PARCIALMENTE, UTILIZANDO SISTEMA BFT

TRATAMENTO	PESO MÉDIO (G)	SOBREVIVÊNCIA (%)	CAA	PRODUTIVIDADE (KG HA ⁻¹)
1 DESPESCA	14,29 ± 2,44	86	1,21	9.241
2 DESPESCA	14,35 ± 2,14	90	1,13	9.113
3 DESPESCA	14,55 ± 2,20	95	1,05	8.595

Fonte: Charles Fróes

FIGURA 5 | DESPESCA PARCIAL DE UM VIVEIRO REVESTIDO, EXECUTADA COM UMA REDE DE ARRASTO; ESTAÇÃO MARINHA DE AQUACULTURA/IO/FURG, RS, 2010



FIGURA 6 | CAMARÕES CAPTURADOS POR REDE DE ARRASTO, EM EXPERIMENTO DE DESPESCAS PARCIAIS; ESTAÇÃO MARINHA DE AQUACULTURA/IO/FURG, RS, 2010



do Brasil constam na Tabela 4. Verifica-se que a produtividade com 3 despesas parciais não diferiu significativamente do viveiro com 1 despesa, porém a taxa de conversão alimentar (CAA) foi menor, o que traz economia para o produtor.

RESULTADOS

A produção intensiva de camarões em viveiros escavados utilizando sistemas com bioflocos permite aumento da produtividade, devido ao suprimento de alimento complementar proveniente da comunidade microbiana, melhorando também a conversão alimentar e reduzindo a utilização de ração comercial. Como o sistema requer menor quantidade de água, essa tecnologia torna a atividade mais sustentável, conservando os ambientes adjacentes da emissão de efluentes ricos em nutrientes e matéria orgânica. Além disso, o sistema com utilização dos bioflocos aumenta a biossegurança, viabilizando a produção de camarões em regiões afetadas por enfermidades, principalmente virais. ¹⁰

***Geraldo Kipper Fôes** é colaborador do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura da Universidade Federal do Rio Grande (Furg) (geraldokfjes@hotmail.com); **Carlos Augusto Prata Gaona** é doutorando no Programa de Pós-Graduação em Aquicultura da Furg (carlosgaona@ig.com.br); **Luís Henrique Poersch** é professor da Furg no Instituto de Oceanografia Estação Marinha de Aquicultura (lpoersch@mikrus.com.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- KRUMMENAUER, D. et al. Superintensive culture of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a biofloc technology system in Southern Brazil at different stocking densities. *Journal of the World Aquaculture Society*, 42: 726-733, 2011.
- TAW, N. et al. Partial harvest/biofloc system promising for Pacific white shrimp. *Global Aquaculture Advocate*, setembro/outubro: 84-86, 2008.
- WASIELESKY, W. J. et al. Effect of natural production in brown water super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 258: 396-403, 2006.

Difusão

Ranicultura se consolida com cadeia produtiva operando em rede interativa

Andre Muniz Afonso*



ANDRÉ MUNIZ AFONSO

Rã-touro americana; Universidade Federal do Paraná, Campus Palotina, PR, 2012

No ano de 2015, a ranicultura brasileira completará 80 anos de existência. A atividade teve início no país na década de 1930, quando o criador Tom Cyril Harrison introduziu no estado do Rio de Janeiro os **primeiros casais** de rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) trazidos da América do Norte. A criação era desenvolvida de forma empírica e sem manejo apropriado. Os ranários possuíam estruturas mínimas cercadas com lâmpadas, para atração de insetos no período noturno, com áreas para deposição de carcaças animais, onde se coletavam larvas de moscas-varejeiras,

usadas na alimentação diurna. Em 1978, com a realização do 1º Encontro Nacional de Ranicultura (Enar) em Brasília, a comunidade científica começou a se envolver efetivamente com a criação de rãs. No entanto, somente em meados da década de 1980, a oferta de ração aos animais passou a ser praticada nos criatórios. Simultaneamente, pesquisadores da Universidade Federal de Viçosa desenvolveram ambiente próprio para a criação da mosca-doméstica, de forma padronizada, podendo, desta forma, agregar à ração algum item que gerasse movimento, uma vez que o

alimento inerte não despertava a atenção da rã. Posteriormente, foram criados os cochos vibratórios, no intuito de também promover a movimentação da ração.

Desde então, os encontros nacionais tornaram-se referência para a ranicultura brasileira – e, de certa forma, mundial –, uma vez que o Brasil foi o país que mais gerou tecnologia e, conseqüentemente, publicações a respeito do tema. Ao final da década de 1980 e no princípio da década seguinte, o país chegou a possuir dois mil ranários, sendo este momento considerado por muitos especialistas como o grande *boom* da ranicultura nacional. Algumas associações surgiram e se fortaleceram, e os entrepostos começaram suas atividades, fazendo a carne de rã sair da clandestinidade e se diferenciar daquela proveniente da caça. Cooperativas começaram a ser criadas e as exportações eram uma realidade cada vez mais frequente. Alguns estados destacaram-se no cenário nacional, tais como Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal.

Atualmente, a ranicultura passa por uma remodelação e novos grupos têm surgido com propostas inovadoras para a cadeia produtiva. Um deles situa-se no Vale do Rio Paraíba do Sul, região que já abrigou diversos ranários no passado e conta com uma unidade de pesquisa em ranicultura do Instituto de Pesca, em Pindamonhangaba, SP. Com sede em São José dos Campos, possui outras unidades produtivas em cidades próximas, como Nazaré Paulista e Guaratinguetá. O siste-

ma adotado por esse grupo é baseado na utilização de piscinas de lona, denominada Rana Piscina, que diminui os custos e o tempo de implantação, além de facilitar o manejo diário.

Outra proposta inovadora está surgindo no Sul do país, no município de Antônio Carlos, pertencente à região da Grande Florianópolis, SC. Em 2010, a empresa Ranac iniciou o processamento de rãs em seu entreposto, sob inspeção federal, em um modelo de integração semelhante ao que se vê na cadeia avícola, por exemplo. A empresa fornece girinos a seus integrados, repassa as imagens a outros integrados que realizam a engorda e garantem a compra total das rãs ao término do processo. A regularidade na produção e no processamento foi atingida no início de 2012 e já existem diversos produtores rurais interessados em fazer parte do sistema. Os eventos técnico-científicos são muito importantes para o desenvolvimento do setor. Sendo assim, em 2013 será realizado o 13º Enar no Rio de Janeiro, e, em 2015, o 14º Enar na Paraíba.

PRODUÇÃO MUNDIAL

Dados sobre a produção mundial de rãs são escassos, até mesmo porque vários países que figuram entre os maiores criadores mundiais não produzem o animal com regularidade e suas exportações dependem do extrativismo. Tal fato tem preocupado a comunidade científica, em razão do alto risco de depleção das populações naturais de anfíbios, bem como pela transmissão de doenças.

Os anfíbios são considerados monitores ambientais e, juntamente com outras classes animais, têm sido muito investigados por decorrência dos fenômenos ligados às mudanças climáticas. Além disso, alguns vírus (iridovírus) e fungos (quitrídeos) se agregam a estes fenômenos como causadores do desaparecimento de anfíbios em diversos *habitats* mundo afora.

Dessa forma, países como Brasil, México, Chile, Equador, Cuba, Argentina e Uruguai se destacam por desenvolverem

FIGURA 1 | EXEMPLO DE EMBALAGEM DE CARNE DE RÃ CONGELADA ENCONTRADA NOS MERCADOS BRASILEIROS; 2005



R. OTTEMBERG

a criação em ciclos fechados do tipo intensiva. Em contrapartida, os principais produtores mundiais, como Taiwan, Indonésia, Tailândia e China, usam sistemas em que o animal é solto em áreas próximas aos criatórios, geralmente representadas por arrozais. Neles, as rãs têm seu ciclo de desenvolvimento realizado parcialmente em ambientes de cativeiro, denominados semi-intensivos.

MERCADO

O principal produto da rã é a sua carne, considerada leve e saborosa (no que tange ao paladar), e completa (do ponto de vista nutricional), uma vez que possui todos os aminoácidos essenciais ao ser humano. Além de tudo, tem o menor potencial alergênico entre as carnes, é magra e possui elevada digestibilidade. Ao abate, o rendimento da carcaça pode chegar a 55% do peso do animal, sendo que somente as pernas correspondem a 30%.

Os principais países consumidores de carne de rã são os Estados Unidos (normalmente, representados pela comunidade

de oriental lá presente, que, por questões culturais, prefere importar rãs vivas para abatê-las próximo ao momento do consumo), a China (que possui produção própria, além de exportar) e a França. No Brasil, a carne de rã pode ser encontrada no varejo, ou resfriada e/ou congelada, sendo mais comum nas versões resfriada e congelada (Figura 1). No mercado internacional, a carcaça inteira não é bem-aceita e somente as pernas têm valor comercial.

Recentemente, foram feitos estudos de mercado com o objetivo de avaliar a percepção do consumidor em relação à carne de rã no varejo (Weichert et al., 2007; Castaman et al., 2011; Tomaz et al., 2011). Em todos eles, a aparência do produto ofertado foi citada como fator de desestímulo ao consumo, sendo, portanto, um evidente entrave ao desenvolvimento de toda a cadeia produtiva. Por essa razão, alguns centros de pesquisa têm procurado criar produtos de valor agregado, tais como a carne de rã desfiada em conserva, a salsicha de rã e o patê de carne de rã, desenvolvidos pela Embrapa Agroindústria

de Alimentos, RJ (Figura 2). Estes últimos possuem baixo rendimento em carne, por conter maior proporção de partes não comestíveis, como os ossos.

Outro aspecto importante levantado pelas pesquisas de mercado refere-se à associação que o consumidor (em especial, a mulher) faz da rã com seus parentes próximos – o sapo e a perereca, por exemplo –, além de muitos não conhecerem a sua origem, achando, inclusive, que o produto exposto da gôndola do mercado pode ser proveniente da caça. Tais fatos geram preconceito, determinando baixa rotatividade dos produtos da rã colocados à venda.

PRODUÇÃO

Um ranário comum possui setores que representam todas as fases de vida da rã, a saber: (I) Setor de reprodução, com baias específicas para machos e fêmeas, e área de acasalamento, geralmente representada por uma baia ou pequeno galpão, com piscinas onde ocorre o acasalamento; (II) Setor de Embrionagem e Larvicultura, composto por tanques de diversos tipos de material, onde se promovem o crescimento e a engorda dos girinos; (III) Setor de Engorda, que pode ser dividido em engorda inicial ou recria, onde são cultivadas as rãs jovens, e engorda final ou terminação, em que os animais acima de 50 g crescem e engordam até atingirem o peso de abate; e

(IV) Setor de Apoio, que pode conter escritório, local de armazenagem de ração, sala de equipamentos e utensílios, entre outros.


O principal insumo utilizado na ranicultura é a ração, que, juntamente com pagamento da mão de obra, gastos com impostos, energia, manutenção de equipamentos e produtos de limpeza geral, pode atingir até 70% do rendimento bruto. Entretanto, utiliza-se ração de peixes tanto para o crescimento e engorda dos girinos, como das rãs, uma vez que os estudos em nutrição realizados até o momento não permitem que se estabeleça uma tabela de exigências nutricionais para todas as fases do cultivo.

Dessa forma, em geral, chega-se a um custo médio de produção de R\$ 5,00 para cada quilograma de rã viva produzida, o que determina um preço final elevado, muitas vezes apontado também como fator de desestímulo à compra por parte do consumidor. Se tomarmos como exemplo um entreposto de pescado que paga R\$ 7,50 por quilograma de rã viva ao produtor, devido ao rendimento de carcaça médio de 50%, chega-se a um valor de R\$ 15,00 para o quilograma da rã eviscerada, limpa e pronta para o processo de congelamento. Ainda deve-se agregar a este montante o custo do quilograma abatido, que envolve o custo operacional para que esta rã seja abatida dentro dos parâmetros estipulados pela legislação vigente, que normalmente atinge R\$ 3,00. Portanto temos um valor acumulado de R\$ 18,00, sendo que ainda devem ser somados a este os valores relativos às operações de logística e venda, os quais certamente farão o produto chegar aos principais pontos de venda acima de R\$ 20,00/kg.

A estratégia de venda dos entrepostos nacionais ainda baseia-se na venda da carne de rã para grandes supermercados, açougues e peixarias, que aplicam uma enorme margem de lucro no produto. Assim, o produto pode ser encontrado nos grandes centros urbanos por valores que vão de R\$ 40,00 a 75,00/kg.

MOMENTO POSITIVO

A ranicultura vive um momento muito positivo, consolidado pela aprovação de um macroprojeto liderado pela Embrapa, que visa estabelecer uma rede interativa entre os membros da cadeia produtiva. Através dessa rede serão realizados repasses de tecnologia, treinamentos e capacitações em diversos estados, e haverá constante difusão de informações, permitindo uma maior integração entre os elos que compõem a ranicultura brasileira.

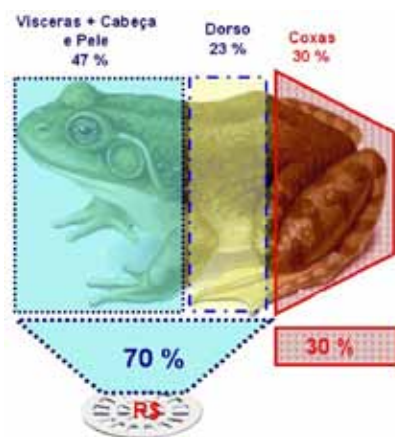
Espera-se que, com todas as iniciativas apresentadas, a criação de rãs no Brasil possa se desenvolver de forma sólida, em consonância com a legislação vigente e com as normas e os padrões que o mercado consumidor exige, transformando-se em atividade socioeconômica e ambientalmente responsável. 

* **Andre Muniz Afonso** é professor da Universidade Federal do Paraná (Campus Palotina) (andremunizafonso@gmail.com).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTAMAN, R. A.; TOMAZ, T. F.; SCHNEIDER, T. L. et al. Avaliação mercadológica e aceitabilidade do consumidor à carne de rã no município de Palotina: comportamento no varejo, bares e restaurantes. Encontro de Iniciação Científica, 19, e Encontro de Iniciação Tecnológica, 4, 2011, Curitiba. Livro de Resumos... Curitiba: UFPR, 2011. p. 409.
- TEIXEIRA, R. D. Os desafios da ranicultura brasileira. In: Workshop: Pesquisa e Organização Tecnológica da ranicultura, 1, 2005, São Paulo. Anais... São Paulo: CNPq, 2005. p. 15-17.
- TEIXEIRA, R. D.; MELLO, S. C. R. P.; SANTOS, C. A. M. L. The world Market for frog legs. Globefish Research Programme, Rome, v. 68, jun., 2001.
- TOMAZ, T. F.; CASTAMAN, R. A.; SCHNEIDER, T. L. et al. Avaliação mercadológica e aceitabilidade do consumidor à carne de rã no município de Palotina. Encontro de Iniciação Científica, 19, e Encontro de Iniciação Tecnológica, 4, 2011, Curitiba. Livro de Resumos... Curitiba: UFPR, 2011. p. 409.
- WEICHERT, M. A.; MELLO, S. R. P.; ESPINDOLA, L. M. O consumo de tilápias e rãs nas cidades do Rio de Janeiro e Niterói. Revista Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, v. 17, nº 102, p. 37-41, jul./ago. 2007.

FIGURA 2 | ILUSTRAÇÃO REPRESENTANDO A QUANTIDADE APROVEITADA DA CARNE DE RÃ E AS PERDAS DO ANIMAL VIVO; 2005



Fonte: R. D. Teixeira.

Adequação

Boas práticas aquícolas (BPA) em viveiros garantem sucesso da produção

Júlio Ferraz de Queiroz*

As boas práticas aquícolas (BPA) são fundamentais para garantir o sucesso da produção de peixes em viveiros. Problemas relacionados à qualidade do solo – tais como acidez, alta concentração de matéria orgânica e porosidade excessiva – podem ser evitados para se diminuir o estresse dos peixes, a ocorrência de doenças, o desperdício de ração e a bai-

xa produtividade. O manejo adequado dos sedimentos pode contribuir para o aumento do oxigênio dissolvido, assim como para reduzir as concentrações de nutrientes, de matérias orgânicas e de sólidos em suspensão (Boyd; Queiroz, 2004). As boas práticas de produção aquícola serão abordadas, bem como seus procedimentos e características.



Piscicultura em tanques-redes; Rio Paraná; Santa Fé do Sul, SP, 2012

TABELA 1 | EXIGÊNCIAS DA CALAGEM PARA SOLO DE VIVEIROS, BASEADAS NO PH E NA TEXTURA DA LAMA

EXIGÊNCIAS DE CALAGEM (KG/HA DE CaCO ₃)			
PH DA LAMA	ARGILOSO	FRANCO AEROSO 15 A 20% ARGILA 50 A 70% AREIA	ARENOSO 80 A 100% AREIA
< 4,0	14.320	7.160	4.475
4,0 - 4,5	10.740	5.370	4.475
4,6 - 5,0	8.950	4.475	3.580
5,1 - 5,5	5.370	3.580	1.790
5,6 - 6,0	3.580	1.790	895
6,1 - 6,5	1.790	1.790	0
> 6,5	0	0	0

Fonte: Boyd & Queiroz, 2004.

CALAGEM

O método da calagem objetiva neutralizar a acidez do solo e aumentar a alcalinidade e a dureza da água. Deve ser realizada quando a alcalinidade total estiver entre 40 e 50 mg/L, ou quando o pH do solo for menor que 7 (Boyd; Tucker, 1998). Determina-se a quantidade de

calcário pela análise do sedimento do fundo dos viveiros, do pH e da textura do solo do local (Boyd, 1990), como mostra a Tabela I. Para tanto, é preciso (I) espalhar o calcário sobre o fundo dos viveiros vazios ou sobre a superfície da água antes do povoamento dos viveiros; (II) aplicar o calcário no início do cultivo e

pelo menos uma semana antes de iniciar a fertilização, para evitar a precipitação do fósforo no fundo dos viveiros; e (III) aplicar calcário apenas se o fundo do viveiro estiver úmido, porque o calcário agrícola não reage com o solo seco.

SECAGEM

Deverá ser feita entre diferentes ciclos de cultivo para melhorar a aeração e a mineralização da matéria orgânica acumulada no fundo dos viveiros. O tempo necessário depende diretamente da textura dos sedimentos, da temperatura do ar, da intensidade do vento no local, de chuvas, infiltração da água ao redor dos viveiros e da água subterrânea no fundo destes (Figura 1). Pode perdurar por um período de duas a três semanas. Deve-se evitar a secagem por várias semanas, porque a taxa de decomposição da matéria orgânica irá aumentar até que o solo atinja seu conteúdo ótimo de umidade, e, a partir desse ponto, irá declinar se os sedimentos continuarem a secar.

FIGURA 1 | FUNDO DE VIVEIRO DE PRODUÇÃO DE CATFISH, APÓS DUAS SEMANAS EXPOSTO AO SOL; ALABAMA, EUA, 2001



JULIO F. QUEIROZ

Será preciso observar o conteúdo ótimo de umidade para cada tipo de solo, a saber: 30 a 40% para argilosos, 20 a 30% para franco arenosos (15 a 20% argila e 50 a 70% areia) e 10 a 20% para arenosos (90 a 100% areia). A secagem prolongada dos solos que contêm alto conteúdo de argila ou camadas de silte precisa ser evitada, bem como nos viveiros onde os sedimentos secos apresentarem uma coloração escura e camadas mais profundas úmidas. Por fim, os sedimentos do fundo dos viveiros, constituídos de solos argilosos, devem ser arados para quebrar os blocos de sedimentos e facilitar a secagem.

ARAÇÃO

A aração, ou revolvimento do fundo dos viveiros, pode favorecer a secagem, aumentar a aeração e acelerar a decomposição da matéria orgânica. O calcário agrícola (ou cal virgem) pode ser diretamente misturado aos sedimentos do fundo dos viveiros com um arado. Para tanto, em toda a superfície do fundo dos viveiros, a matéria orgânica ou outras substâncias devem ser espalhadas uniformemente nos primeiros 5 cm. Evitar que os sulcos causados pelo maquinário utilizado para a aração sejam preenchidos com sedimento fino e se tornem locais com condições anaeróbias. É necessário manter a profundidade da aração entre 5 a 10 cm – para que um arado de disco possa ser utilizado – e evitar arar viveiros onde é utilizada aeração muito forte. Isso porque os aeradores dispersam as partículas do sedimento e, assim, causam grande erosão no fundo deles. Recomenda-se compactar o fundo dos viveiros com um rolo compressor antes do início de cada cultivo.

REMOÇÃO DOS SEDIMENTOS

O acúmulo de sedimentos no fundo dos viveiros é causado pela entrada de material proveniente de fora destes, pelo escoamento superficial ou pelo abastecimento de água com grande

quantidade de sólidos em suspensão. A ação dos ventos e dos aeradores também pode provocar o acúmulo de sedimentos no fundo dos viveiros. Nos viveiros mantidos vazios entre os cultivos, a precipitação da chuva poderá causar a erosão das paredes internas dos diques e de seus cantos mais rasos, causando a sedimentação do material erodido nas partes mais profundas.

O acúmulo de sedimentos finos nos viveiros é indesejável, porque eles tendem a se concentrar nas áreas profundas e causar uma redução não só na profundidade média, como também no volume dos viveiros. Podem contribuir para agregar os *pellets* de ração e os grânulos dos fertilizantes, fazendo com que zonas anaeróbias se situem nas áreas com maior predominância destes sedimentos. Os sedimentos finos não são um bom *habitat* para os organismos bentônicos, o que indiretamente provoca uma redução na disponibilidade de alimento natural nos viveiros, afetando diretamente a produtividade. Com relação à qualidade da água, pode-se afirmar que as concentrações de oxigênio dissolvido, frequentemente, são mais baixas nos viveiros mais antigos, onde existe uma camada mais espessa de sedimentos. A despesca também é dificultada pelos sedimentos finos, pois estes podem impedir o uso de redes e outros artefatos de pesca (Figura 2). Os sedimentos finos devem ser removidos dos viveiros, periodicamente, antes que eles atinjam uma espessura problemática.

Ao se adotarem as BPAs, deve-se escavar e retirar os sedimentos com uma pá ou mesmo com trator de terraplanagem. É necessário evitar o depósito de sedimentos fora dos viveiros, para fins de agricultura, porque eles não contêm tanta matéria orgânica, como os piscicultores frequentemente imaginam. Os sedimentos precisam ser recolocados nas áreas dos viveiros de onde foram erodidos. Aqueles que forem recolocados no interior dos viveiros devem ser

FIGURA 2 | DESPESCA EM VIVEIRO DE TAMBACUI, NO QUAL HÁ GRANDE CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO; IQUITOS, PERU, 1999



JULIO F. QUINEROZ

compactados ou protegidos da erosão, por meio do recobrimento dessas áreas com vegetação, pedras ou outras barreiras. Por fim, o acúmulo de sedimentos em montes muito altos e disformes deve ser evitado, para reduzir a degradação ecológica decorrente do acúmulo de sedimentos deteriorados.

FERTILIZAÇÃO

Este método objetiva aumentar a disponibilidade de nutrientes na água dos viveiros e, conseqüentemente, a quantidade de alimento natural. A aplicação de calcário agrícola e o uso de fertilizantes com nitrogênio inorgânico irá aumentar a degradação da matéria orgânica nos sedimentos dos viveiros durante os períodos de seca, e entre os cultivos. Para que sejam adotadas boas práticas de produção aquícola, é necessário usar nitrato de sódio para oxidar solos úmidos que não podem ser totalmente secos e espalhar ureia sobre o fundo dos viveiros numa concentração entre 200 e 400 kg/ha, entre os cultivos, para acelerar a decomposição do solo orgânico. Evitar utilizar calcário agrícola pelo menos 2 a 3 dias após a aplicação da ureia, para prevenir elevação acentuada do pH e arar o fundo dos viveiros para incorporar o calcário agrícola e a ureia no solo, além de evitar a volatilização da amônia. A ureia é hidrolisada em amônia, e se o pH estiver acima de 8, grande parte da amônia irá se difundir para a atmosfera.

Deve-se aplicar nitrato de sódio ou de potássio diretamente no solo úmido, para facilitar a decomposição da matéria orgânica pela ação das bactérias denitrificantes. Aplicar entre 20 e 40 g/m² de nitrato de sódio ou de potássio nas áreas úmidas do fundo dos viveiros. Evitar a aplicação de fertilizantes que contêm nitrato em locais onde os solos não podem ser secos adequadamente. Aplicar fertilizantes orgânicos nos viveiros com concentrações de carbono orgânico abaixo de 0,5 a 1% é importante para aumentar a concentração de matéria orgânica e a produtividade dos organismos bentônicos. É necessário utilizar cama de aviário peneirada, para retirar o excesso de maravalha, ou, ainda, outros tipos de esterco de animais numa taxa de 1.000 a 2.000 kg/ha, entre o final e o início dos cultivos.

Devem-se utilizar farelos vegetais, farelo de arroz, de soja e milho triturado, ou uma ração animal com baixo conteúdo de proteína em uma concentração de 500 a 1.000 kg/ha. Abastecer os viveiros com 10 a 20 cm de água para efetuar a fertilização orgânica e permitir o crescimento de plâncton, desde que a concentração deste não se torne excessiva e prejudique a qualidade da água, conforme observado na Figura 3. Por fim, o nível da água deve ser aumentado para permitir o desenvolvimento da comuni-

dade bentônica. Então, basta esperar de uma a duas semanas antes de povoar os viveiros.

REVOLVIMENTO DO FUNDO

A redução da superfície oxidada dos sedimentos do fundo dos viveiros é o problema mais comum que ocorre durante o ciclo de produção. A solução mais prática é revolver a superfície dos sedimentos do fundo dos viveiros para aumentar o contato com a água e ajudar na manutenção da camada de oxigênio. Para tanto, os métodos são: revolvimento manual dos sedimentos do fundo com um ancinho em viveiros pequenos e araste de uma corrente através do fundo, no caso de viveiros maiores.

Para adotar as BPA, é necessário usar uma corrente com elos de metal, que seja suficientemente pesada para revolver o fundo dos viveiros. Evitar revolver o fundo de viveiros de produção de tilápia, pois esses peixes têm o hábito de revolver o fundo à procura de organismos bentônicos, provocando a mistura dos sedimentos do fundo e prejudicando a oxigenação da água. É preciso observar se nos cantos dos viveiros opostos à direção do vento predominante existe um acúmulo de matéria orgânica constituída por algas mortas e ração não consumida. Esse material deve ser removido com redes ou outras ferramentas manuais.

DESINFECÇÃO

Os sedimentos do fundo dos viveiros podem abrigar uma variedade de organismos patógenos e também vários vetores para a propagação de doenças entre cultivos sucessivos. A combinação da secagem com a desinfecção do fundo dos viveiros é a maneira mais prática e eficiente para evitar a mortalidade de peixes causada por doenças. Práticas para a desinfecção: aplicação de hipoclorito de cálcio a fim de matar os organismos patógenos pelo contato com o cloro; cal virgem (óxido de cálcio) ou cal hidratada (hidróxido de cálcio).

Para uma prática bem-sucedida, é preciso usar cal virgem ou calcário agrícola. É mais barato, prático e adequado em relação ao hipoclorito de cálcio. Aplicar pelo menos 1.000 kg/ha de calcário agrícola. Porém, quantidades maiores podem ser utilizadas para garantir uma boa desinfecção – para tanto, deve-se usar entre 1.500 e 2.000 kg/há. O calcário agrícola não pode ser aplicado depois que o fundo dos viveiros estiver muito seco, porque ele não irá dissolver-se completamente e, portanto, não aumentará o pH na camada superficial dos sedimentos. Toda a superfície do fundo do viveiro deve ser coberta com calcário agrícola; alguns centímetros de água devem ser adicionados a ela. Isso facilita a distribuição e a penetração do calcário nos sedimentos do fundo.


Evitar aplicar calcário agrícola em locais onde o solo dos viveiros é ácido, porque essa prática não irá aumentar a atividade bacteriana. É necessário esperar alguns dias até o pH atingir entre 8 e 8,5 para aplicar calcário agrícola. Esse período é suficiente para recuperar as condições favoráveis ao restabelecimento das comunidades de micro-organismos benéficos ao solo. Os viveiros devem ser secos de duas a três semanas para garantir a completa degradação da matéria orgânica resultante dos cultivos anteriores. 

FIGURA 3 | VIVEIRO DE PISCICULTURA COM GRANDE CONCENTRAÇÃO DE ALGAS; OESTE DE SANTA CATARINA, BRASIL, 1999



* **Júlio Ferraz de Queiroz** é pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, em Jaguariúna, SP (jqueiroz@cnpma.embrapa.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOYD, C. E. Water quality in ponds for aquaculture. Auburn: Auburn University, Alabama Agricultural Experiment Station, 1990. 482p.
- BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F. Manejo das condições do sedimento do fundo. In: URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M. et al. (Org.). Tópicos especiais em piscicultura tropical intensiva. 1. ed. Jaboticabal: Associação Brasileira de Aquicultura e Biologia (Aquabio), 2004, v. 1. p. 25-43.
- BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. Pond aquaculture water quality management. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998. 700p.

Confiabilidade

Certificação e selos de qualidade asseguram requisitos na produção

Fernanda Garcia Sampaio e Mirella de Souza Nogueira Costa*



RODRIGO ESTEVAN MINHOZ DE ALMEIDA

Tanques rede de engorda de tilápias; Zacarias, SP. 2012

TABELA 1 | PRINCÍPIOS RELEVANTES ADOTADOS NA CERTIFICAÇÃO AQUÍCOLA PELOS PROTOCOLOS DE CERTIFICAÇÃO AVALIADOS

	PROTOCOLOS				
	A	B	C	D	E
Saúde e bem-estar animal	✓	✓	ind	✓	✓
Segurança e qualidade alimentar	✓	✓	✓	ind	ind
Integridade ambiental	✓	✓	✓	✓	✓
Responsabilidade social	✓	✓	✓	✓	✓
Aspectos econômicos	X	X	X	X	X
Certificação de pequena escala	✓	✓	✓	✓	✓
Rastreabilidade da cadeia de custódia	✓	✓	✓	✓	✓
Frequência da recertificação	anual	anual	anual	3-5 anos	anual
ISO 65	✓	✓	✓	✓	✓

Legenda: ind = indiretamente; X = não contempla; ✓ = contempla

Fonte: Fernanda Garcia Sampaio.

A fim de atender à demanda de mercados cada vez mais exigentes e agregar valor ao produto ou serviço, surgem no país os certificados ou selos de qualidade desenvolvidos por iniciativa do Estado ou pela iniciativa privada (Peretti & Araújo, 2010). A certificação ou o uso de selos de identificação são meios de atestar que o produto foi produzido conforme requisitos. Nas últimas décadas, proliferaram os sistemas de certificação destinados a fornecer aos consumidores informações sobre as unidades populacionais de peixes e da gestão das atividades de pesca e da aquicultura. Os sistemas de certificação privados definem seus próprios protocolos de avaliação; se os critérios exigidos forem cumpridos, o produto recebe o direito de usar o logotipo do protocolo.

Nos Estados Unidos, o Conselho Nacional de Padrões Orgânicos (Nosb) aprovou, em 2008, as normas para certificação da aquicultura orgânica; em 2009, o novo Regulamento da União Europeia de número, 834/2007, que trata especificamente dos processos de certificação orgânica, incluiu os produtos da aquicultura.

Estas ações obrigaram readequações no mercado certificador. A primeira lei brasileira de normatização da agricultura orgânica foi a de número 10.831/03 e a informação da qualidade passou a ser dada por meio do selo oficial do Governo Federal, com ou sem o selo da certificadora privada (Medaets & Fonseca, 2005).

NORMAS TÉCNICAS

O Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), em conjunto com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), publicou a INI 28, de 8 de junho 2011, que estabelece normas técnicas para os Sistemas Orgânicos de Produção Aquícola a serem seguidos pela pessoa física ou jurídica responsável por unidades orgânicas de produção. A base normativa para a certificação da aquicultura orgânica possibilita aos produtores das diferentes cadeias aquícolas a regularização de sua produção orgânica e assegura que os critérios exigidos pelos Organismos Certificadores (OC), devidamente acreditados, sejam passíveis de ser cumpridos nas condições brasileiras.

Em 2011, o Committee on Fisheries (Cofi) da **Food and Agriculture Organization** (FAO) – comitê de pesca da FAO, órgão da Organização das Nações Unidas (ONU) – aprovou o documento que contém as Diretrizes Técnicas para Certificação da Aquicultura, visando ao desenvolvimento, à organização e à implementação de regimes confiáveis de certificação de aquicultura. Os países signatários deverão internalizá-lo e usá-lo como base para adaptar ou criar as normas relacionadas ao tema. O documento abrange questões de saúde e bem-estar animal, segurança alimentar, integridade ambiental e aspectos socioeconômicos.

PROTOCOLOS PRIVADOS

A Tabela 1 apresenta as principais características dos protocolos selecionados para serem avaliados e os mais relevantes princípios contemplados, com base nos quais verifica-se que todos possuem algum critério relacionado à saúde e ao bem-estar animal, embora em graus diferentes, considerando os sistemas e as espécies. Constata-se que apenas o protocolo C verifica esse critério de forma indireta e, apesar de todos os protocolos incluírem questões de integridade ambiental, os protocolos D e E apresentam critérios específicos para as questões de meio ambiente. Os protocolos A e B exigem que os potenciais impactos ambientais sejam identificados e que as mitigações sejam realizadas com base no monitoramento ambiental. O protocolo B não menciona especificamente qualquer exigência para mitigar os impactos e nenhum dos protocolos exige o Estudo de Impacto Ambiental (EIA).

Todos os protocolos avaliados possuem critérios sociais de algum tipo, sendo que abordam questões de direitos laborais dos trabalhadores, em conformidade com as convenções da Organização Internacional do Trabalho (OIT). Todos possuem disposições destinadas a facilitar a participação de pequenos produtores. O protocolo D tem um baixo

FIGURA 1 | TANQUES-REDE UTILIZADOS EM PISCICULTURAS; MUNICÍPIO DE JATOBÁ, PE, FEV. 2011



MIRELLA DE S. N. COSTA

custo de certificação, o que facilita o acesso ao regime para as cooperativas ou os pequenos produtores. Os aspectos econômicos não são abordados em nenhum dos protocolos analisados, o que é preocupante. Os protocolos analisados possuem procedimentos para certificar a cadeia de custódia dos produtos e, exceto o protocolo D, no qual a certificação é realizada a cada três a cinco anos, os demais certificam anualmente. Todos os protocolos exigem que organismos certificadores sejam acreditados de acordo com as normas ISO 65.

CERTIFICADORES NO BRASIL

Realizou-se um levantamento dos atuais OC de produtos aquícolas, com base em análise documental de informações publicamente disponíveis, em particular, a partir das páginas eletrônicas das empresas certificadoras. Em 2010 foram identifi-

cados dez OC aptos a oferecer serviços de certificação para produtos aquícolas no Brasil. Foi verificado que as certificadoras adotam, em sua maioria, protocolos internacionais para certificação. Esse fato isolado não impede que os produtos brasileiros sejam certificados, porém, torna-se evidente a ausência de marcos reguladores para o mercado de certificação.

Somente um OC é empresa 100% brasileira, sendo as demais estrangeiras com escritórios no Brasil. Todos os OC avaliados, exceto um, certificam Boas Práticas de Manejo (BPM) exclusivamente com o protocolo B ou o B somado a outros protocolos, e o protocolo E certifica produção orgânica; os demais utilizam protocolos não avaliados nesse estudo. Até 2010 somente duas empresas possuíam clientes do ramo aquícola certificados no Brasil. As demais empresas aptas a certificar empreendimentos aquícolas, quando con-

tatadas, relataram a ausência de demanda por parte do setor.

Existiam no Brasil, em 2010, apenas três empreendimentos aquícolas certificados, todos produtores de camarão do tipo orgânico, localizados na região Nordeste. Não foram encontradas certificações para outras atividades aquícolas que não a carcinicultura, sendo preocupante a ausência de empreendimentos de piscicultura certificados no país. Foi feito um questionário teste (*checklist*) compilando as principais exigências dos protocolos; essa ferramenta foi utilizada para avaliar a situação de alguns produtores diante das exigências do mercado certificador. O *checklist* foi composto pelos princípios: (I) cumprimento das leis nacionais e regulamentações locais; (II) gerenciamento da fazenda para conservação dos habitats naturais e da

biodiversidade local; (III) conservação dos recursos hídricos; (IV) conservação da biodiversidade de espécies e populações selvagens; (V) uso responsável dos recursos hídricos; (VI) manejo da saúde e bem-estar animal e responsabilidade social.

Em 2010, foram realizadas visitas a produtores de diferentes organismos da cadeia aquícola, para aplicação do *checklist*, sendo 15 localizados em Pernambuco e 3 no Rio Grande do Norte. O objetivo central foi o de verificar a possibilidade de certificação de produtores de pequeno porte, perante os esquemas de certificação disponíveis e o quanto isto implicaria a busca de adequações mais exigentes. Verificou-se que os produtores de Pernambuco necessitam implantar um efetivo sistema de monitoramento da qualidade da água, bem como capacitar os

FIGURA 2 | TANQUES-REDE UTILIZADOS EM PISCICULTURAS; PETROLÂNDIA, PE, FEV. 2011



NIRELLA DE S. COSTA

FIGURA 3. TANQUE ESCAVADO UTILIZADO EM PISCICULTURAS; PETROLÂNDIA, PE, FEV. 2011

MIRELLA DE S. N. COSTA



envolvidos em temas como gestão, segurança no trabalho, uso de equipamentos de proteção individual (EPI), técnicas de produção e meio ambiente.

Todas as obrigações legais para o desenvolvimento da atividade eram cumpridas adequadamente. A relação entre os associados, e destes com a comunidade, era satisfatória. Em algumas associações de Pernambuco é necessária a adequação das instalações sanitárias e um trabalho efetivo sobre deposição de resíduos sólidos. Controles efetivos relacionados às atividades produtivas são utilizados satisfatoriamente. Considerou-se viável a certificação das propriedades visitadas em Pernambuco, uma vez que as adequações, diante das exigências não cumpridas, seriam passíveis de adequação em curto prazo. As Figuras 1 e 2 ilustram algumas áreas visitadas em Pernambuco.

No Rio Grande do Norte, a aplicação do *checklist* mostrou que há necessidade de monitoramento da qualidade da água de efluentes e capacitação dos envolvidos em temas como gestão, segurança do trabalho, EPI, técnicas de produção e meio ambiente. As obrigações legais para o desenvolvimento da atividade foram cumpridas adequadamente e a relação com a comunidade, e entre os próprios associados, foi considerada satisfatória. Em apenas duas comunidades verificou-se a necessidade da elaboração de estatuto


para a associação e a construção de instalações sanitárias para os trabalhadores. Os projetos visitados foram considerados como passíveis de certificação, uma vez que as adequações não exigiriam maiores esforços e seriam realizadas ao longo do processo de adequação. A Figura 3 ilustra uma área visitada no Rio Grande do Norte.

PRINCIPAIS OBSTÁCULOS

Conclui-se que os principais obstáculos ou dificuldades encontrados para certificação dos produtores visitados são: I) acesso à informação; II) obtenção das licenças ambientais junto aos órgãos ambientais competentes; III) realização do monitoramento ambiental; e IV) gestão e adequação do empreendimento. Foi possível identificar que o monitoramento ambiental dos recursos hídricos não é realizado de maneira efetiva devido à ausência dos equipamentos necessários e aos altos custos das análises. Capacitações em diversas áreas, tais como gestão, meio ambiente, manejo dos resíduos sólidos, mostram-se necessárias. Em suma, as operações das áreas produtivas estão muito próximas de cumprir os requisitos exigidos pelos protocolos de certificação, o que possibilitaria a certificação dos produtos com base nas normas dos protocolos avaliados.

A certificação pode ser considerada uma ferramenta eficiente de gestão do empreendimento aquícola, já que requer auditorias frequentes e a melhora contínua do processo produtivo. A inexistência de documentos internacionais que estabeleçam diretrizes e protocolos a serem seguidos pelos países produtores deu margem ao surgimento de certificadoras independentes que estabelecem e adotam seus próprios critérios. Nesse caso, o papel do Estado é fundamental para a padronização dos diversos mecanismos de certificação e para a regulamentação dos OC, visando normatizar o mercado certificador e estabelecer exigências que possam ser cumpridas pelo setor produtivo.

A normatização dos processos de certificação pelo Governo Federal deve

garantir que os protocolos de certificação dos produtos da aquicultura assegurem a sua aplicabilidade aos produtores de pequena escala e que não exijam critérios em desacordo com as leis nacionais. Os protocolos não devem criar barreiras não tarifárias aos produtos brasileiros, garantindo assim o contínuo desenvolvimento da cadeia aquícola. 

* **Fernanda Garcia Sampaio** é pesquisadora da Embrapa Pesca e Aquicultura (fesampaio@cnpmembrapa.br); **Mirella de Souza Nogueira Costa** é assessora da Secretaria de Planejamento e Ordenamento da Aquicultura, do Ministério da Pesca e Aquicultura (mirella.costa@mpa.gov.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MEDAETS, J. P.; FONSECA, M. F. A. C. Produção orgânica: regulamentação nacional e internacional. Ministério do Desenvolvimento Agrário: Nead. Brasília: 104 p. 2005.
- PERETTI, A. P. R.; ARAÚJO, W. M. C. Abrangência do requisito segurança em certificados de qualidade da cadeia produtiva de alimentos no Brasil. Gest. Prod., São Carlos, 2010. v. 17, n. 1, 35-49p.

Prós e contras da aplicação de pesticidas na aquicultura

Rafael Grossi Botelho, Paulo Alexandre de Toledo Alves, Lucineide Aparecida Maranhão, Sérgio Henrique Monteiro, Bruno Inácio Abdon de Sousa, Debora da Silva Avelar e Valdemar Luiz Tornisielo*

SÉRGIO HENRIQUE MONTEIRO



Piscicultura em tanques-redes; Rio Paraná; Santa Fé do Sul, SP, 2012

FIGURA 1 | SISTEMAS DE TANQUES-REDES PARA CRIAÇÃO DE PEIXES NO RIO PARANÁ; SANTA FÉ DO SUL, SP, ABRIL DE 2012



SÉRGIO HENRIQUE MONTEIRO

Aquicultura é a produção de organismos cujos ciclos de vida naturais se dão, total ou parcialmente, em meio aquático, para fins de consumo humano. As várias atividades que ela abrange podem ser subdivididas nas seguintes especialidades: piscicultura (criação de peixes), malacocultura (criação de moluscos, como lulas, ostras e mexilhões), carnicultura (criação de camarões, caranguejos e siris), algicultura (cultivo de micro ou macroalgas), ranicultura (criação de rãs) e criação de jacarés. As Figuras 1 e 2 mostram sistemas de tanques-rede para criação de peixes no Rio Paraná. Assim como na agricultura, na aquicultura também são utilizados produtos com a finalidade de se obter aumentos na produtividade e a boa qualidade dos alimentos.

A aquicultura está presente em três tipos de ambiente aquático, quais sejam: de água doce, marinho e estuarino. Assim, são cultivados diferentes tipos de organismo no mundo, porém peixes, crustáceos e moluscos merecem destaque (Lopes, 2005). A liderança da produção aquícola mundial encontra-se na Ásia, especialmente na China. No continente asiático, destaca-se a produção de pescado, como a carpa; já em países com concentração de capital e renda, os investimentos maiores se concentram na produção de peixes carnívoros, como a truta e o salmão (Lopes, 2005).

No Brasil, a aquicultura é um setor com grande potencial; o cultivo de organismos (principalmente peixes, crustáceos, moluscos e anfíbios) é realizado em todos os estados do país. A atividade

aquacultural brasileira apresenta uma característica importante: o grande número de espécies – atualmente, cerca de 30 espécies com diferentes hábitos e comportamentos (Lopes, 2005).

De acordo com o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), o setor emprega aproximadamente 20 mil trabalhadores, com maior concentração na região Nordeste (Lopes, 2005), a maior produtora de pescado, com 411 mil toneladas por ano. A região Sul fica em segundo lugar, com 316 mil/ano, seguida da região Norte, com 263 mil toneladas, Sudeste, com 177 mil e, por último, Centro-Oeste, com 72 mil (Ministério da Pesca e Agricultura, 2010). Segundo o MPA (2010), a aquicultura no Brasil está em constante expansão. Somente nos anos de 2008 e 2009, a piscicultura cresceu 60,2% comparada a

TABELA 1 | PRINCIPAIS PRODUTOS UTILIZADOS NO CONTROLE SANITÁRIO EM AQUICULTURA E ORGANISMO-ALVO

PRODUTO	ORGANISMO-ALVO
Cloreto de sódio	Parasitas e bactérias
Permanganato de sódio	Parasitas, bactérias e fungos
Azul de metileno	Parasitas, bactérias e fungos
Formaldeído	Fungos e parasitas
Verde malaquita	Parasitas, bactérias e fungos
Sulfato de cobre	Algas e parasitas
Triclorfon	Parasitas
Paration metílico	Parasitas
Teflubenzuron	Parasitas
Diflubenzuron	Parasitas
Tetraciclina	Bactérias
Eritromicina	Bactérias
Oxitetraclina	Bactérias

Fonte: Maximiano et al, 2005.

FIGURA 2 | CULTIVO DE PEIXES EM SISTEMA DE TANQUES-REDES NO RIO PARANÁ; SANTA FÉ DO SUL, SP, ABRIL DE 2012



SÉRGIO HENRIQUE MONTENARI

2007, sendo que a criação da tilápia foi a espécie em maior evidência, representando 39% do pescado cultivado.

BENEFÍCIOS X MALEFÍCIOS

Como em qualquer outro ambiente, na água os animais estão em contato com organismos que podem provocar patologias. No caso de um cultivo visando à produtividade, se as doenças não forem tratadas, podem implicar queda na produção. A Tabela I mostra os principais produtos utilizados no controle de doenças comuns na aquicultura, assim como seus mecanismos de ação. Os inseticidas – classe da qual fazem parte o paration metílico, o triclorfon, o teflubenzuron e o diflubenzuron – estão entre os pesticidas mais utilizados na aquicultura para o combate de parasitas. Enquanto os dois primeiros agem inibindo a enzima acetilcolinesterase, provocando assim a morte do hospedeiro, os dois últimos são reguladores de crescimento inibindo a formação de quitina.


Diferentemente do que ocorre em outros países, produtos utilizados como quimioterápicos na aquicultura brasileira não são desenvolvidos especificamente para combater as enfermidades aquáticas. Apesar da semelhança entre os ingredientes ativos, no Brasil, a maioria dos produtos empregados é de uso agrícola e/ou veterinário (Winkaler, 2008).

Não se pode negar que a aquicultura tem um futuro promissor graças ao uso desses produtos para controlar doenças que podem comprometer a qualidade dos organismos cultivados. O problema é que, quando aplicadas na água, essas substâncias são disseminadas por todo o curso hídrico, entrando em contato com outros organismos.

Os ambientes marinhos e os rios, onde a aquicultura é praticada, são ambientes abertos com a presença de outros animais, além daqueles da criação de interesse. Em muitos casos, os produtos são aplicados intensivamente, ou seja, em um curto período de tempo, causando assim

danos à comunidade aquática, inclusive podendo este produto ser biomagnificado (aumento da concentração do produto a cada nível da cadeia alimentar). O problema ainda pode ser maior quando os ambientes onde são cultivados os organismos se encontram próximos a rios e riachos, pois, dependendo do regime de chuvas, pode ocorrer transbordamento disseminando, assim, os agentes controladores de doenças.

No Brasil, não há legislações específicas para uso de drogas na aquicultura (Maximiniano *et al.* 2005). Além disso, diferentemente dos pesticidas e afins, tais produtos são avaliados apenas pelo órgão registrador, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), sem envolvimento dos setores de saúde e meio ambiente.

A falta de produtos regulamentados para este fim aumenta o potencial a abusos e usos incorretos, levando os criadores a utilizarem drogas ilegais, em geral aprovadas para outros usos (Benbrook, 2002). Também a falta de dados e as leis fragmentadas tornam difícil o estabelecimento de critérios quantitativos para o uso dessas drogas em ambientes hídricos e de seus perigos potenciais. A produção de animais oriundos da aquicultura deve ser feita por meio de boas práticas de cultivo, quando a produtividade e a saúde do ambiente aquático devem estar equilibrados. Ainda não há uma legislação para uso de produtos na aquicultura, e cabe aos aquaculturistas ter a iniciativa de cobrança do governo para que seu uso seja regulamentado. Por outro lado, medidas de boas práticas, como seguir as informações contidas no rótulo (dosagem, utilização adequada), podem minimizar os efeitos nocivos aos organismos aquáticos e também aos seres humanos, reduzindo os perigos para todos os seres vivos da cadeia alimentar. 

* **Rafael Grossi Botelho** é doutorando em Ciências, atua no Laboratório de Ecotoxicologia Aquática do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (Cena)/USP (rbotelho@cena.usp.br); **Paulo Alexandre de Toledo Alves** é doutorando em Ciências; atua no Laboratório de Ecotoxicologia Aquática do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (Cena)/USP (atpaulo@yahoo.com.br); **Lucieneide Aparecida Maranhão** é doutora em Ciências; atua no Laboratório de Ecotoxicologia Aquática do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (Cena)/USP (lumaranho@usp.br); **Sérgio Henrique Monteiro** é doutorando em Ciências, atua no Laboratório de Ecotoxicologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (Cena)/USP (shmonteiro@cena.usp.br); **Bruno Inacio Abdon de Sousa** é mestrando em Ciências e atua no Laboratório de Ecotoxicologia Aquática do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (Cena)/USP (bsousa@cena.usp.br); **Debora da Silva Avelar** é graduanda em Engenharia Ambiental EEP (dhezinha@gmail.com); **Valdemar Luiz Tornisielo** é professor doutor do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (Cena)/USP (vltornis@cena.usp.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benbrook, C.M., 2002, Antibiotic drug use in U.S.aquaculture. Disponível em: <http://www.iatp.org> (20 de agosto de 2012).
- BOTELHO, R. G.; CURY, J. P.; TORNISIELO, V. L. *et al.* Herbicides and the Aquatic Environments. In: *Herbicides, Properties, Synthesis and Control of Weeds*. Mohammed Naguib Abd El-Ghany Hasaneen (Org.). 2012, 149-164p.
- MAXIMINIANO, A. A.; FERNANDES, R. O.; NUNES, F. P. *et al.* Utilização de drogas veterinárias, agrotóxicos e afins em ambientes hídricos: demandas, regulamentação e considerações sobre riscos à saúde humana e ambiental. *Ciência e Saúde Coletiva*, 2005, v. 10, 483-491p.
- LOPES, R. B. *Análise ecotoxicológica dos xenobióticos Triclorfon e Diflubenzuron empregados na aquicultura continental*. 104p. Tese (Doutorado em Ciências). Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba: São Paulo, 2005.
- WINKALER, E. U. *Aspectos ecotóxicológicos dos inseticidas diflubenzuron e teflubenzuron para o pacu (Piaractus mesopotamicus)*. 67p. Tese (Doutorado em Aquicultura de águas continentais). Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal: São Paulo, 2008.

Off-flavour em peixes cultivados é, ainda, dificuldade para produção nacional

Alexandre Matthiensen, Juliana Antunes Galvão e Jair Sebastião da Silva Pinto*



LUCIANA KRIBE SAMPAIO DA SILVA

Tilápia cultivada; Laboratório de Pescado, USP/ESALQ, Piracicaba, SP, 2010

Todos nós sentimos um cheiro diferente no ar após uma chuva, considerado prazeroso, principalmente quando a chuva cai após um período longo de estiagem. Esse cheiro é causado principalmente pelas bactérias presentes no solo e na água. As actinobactérias (ou actinomicetos) compõem um grupo de bactérias filamentosas que cresce na água ou em solos úmidos, responsável pela decomposição da matéria orgânica, como a celulose e a quitina, que reabastecem a terra e são importantes na formação do húmus. Porém, quando os solos secam, essas bactérias produzem esporos de resistência. O impacto da água da chuva na terra faz esses minúsculos esporos serem lançados ao ar. Esses esporos possuem o cheiro característico de terra molhada, associado à chuva. Uma vez que essas bactérias crescem em solos úmidos, mas liberam seus esporos quando os solos secam, o cheiro é mais acentuado, depois de um longo período de seca.

FIGURA 1 | VIVEIRO DE TAMBAQUI; RORAIMA



ALEXANDRE MATTHEIENSEN

As cianobactérias (bactérias fotossintéticas), junto com as demais microalgas, são os principais produtores de oxigênio em águas naturais e em cultivos de peixes. As bactérias autotróficas e microalgas beneficiam a produção, pois o oxigênio é o principal fator que limita a densidade de estocagem dos peixes em um viveiro. Uma boa eficiência de produção requer uma taxa de densidade de estocagem elevada, além de taxas elevadas de alimentação, na forma de ração que, adicionadas diariamente aos viveiros de cultivo, contribuem para o aumento de nutrientes com consequente crescimento e adensamento dessas bactérias e algas.

Porém algumas bactérias e microalgas produzem compostos que podem causar problemas a outros organismos

aquáticos, ou se tornar indesejáveis no produto final. Peixes criados em viveiros podem adquirir gosto e odor passíveis de objeção, denominados *off-flavour*, ao absorverem os compostos produzidos por esses microrganismos e que ocorrem naturalmente no ambiente do viveiro. Em uma pesquisa de opinião sobre consumo de peixes em várias cidades brasileiras, Kubitza e Lopes (2002) observaram que cerca de 9% das pessoas entrevistadas disseram não comer peixe porque eles têm gosto de barro ou de terra. Quando foram excluídas as cidades litorâneas, onde o consumo de peixe marinho é maior, o percentual de não consumidores de peixe por este motivo, subiu para 16%.

É importante ressaltar que a palavra *off-flavour* não possui uma tradução li-

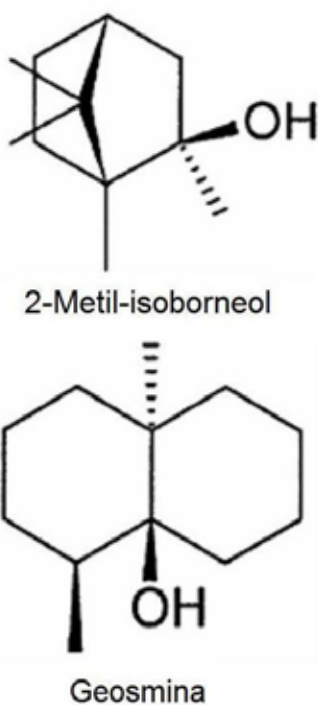
teral aceitável para o português, por isso é mantida no original em inglês; traduzir como cheiro ou gosto é muito simplista.

Flavour significa, basicamente, um conceito de análise sensorial que engloba, pelo menos, dois fenômenos sensitivos: o gosto e o aroma. Por aroma se entende a percepção via retronasal, diferenciando-se do cheiro, que resulta na mesma sensação, porém via fossas nasais. E o sabor, uma sensação mais complexa, requer a estimulação das células receptoras gustativas e olfativas, além dos elementos táteis e térmicos da língua e de toda a cavidade oral. O *off-flavour* nem sempre é desagradável ao paladar, olfato ou textura, mas sempre passível de objeção, de contestação.

EQUIVOCOS SOBRE OFF-FLAVOUR

Como faz parte de nossa natureza tentar encontrar explicações para nossas percepções sensoriais, várias ideias equivocadas e mitos surgiram a respeito do gosto ou cheiro de terra/barro para os peixes continentais, principalmente os provenientes de cultivo. O primeiro equívoco é a afirmação de que “todo peixe de água doce possui gosto de terra/barro”. As pessoas tendem a generalizar

FIGURA 2 | MOLÉCULA DE GEOSMINA E 2-METIL-ISOBORNEOL



Fonte: Alexandre Matthiensen, 2011.

equivocadamente uma experiência,, principalmente quando ela se repete, mesmo ao intercalá-la com outras experiências não marcantes. O gosto ou cheiro de terra/barro não faz parte do gosto ou cheiro do peixe, nem marinho nem de água doce. Porém, a maioria das ocorrências dos episódios de off-flavour ocorre em ambientes de água doce.

Outra afirmação comum é a de que “os peixes adquirem o gosto de barro

porque comem o lodo do fundo do viveiro”. Essa afirmação vem acompanhada da crença de que “peixes cultivados em tanques-rede, que ficam longe do contato com o fundo do viveiro, não apresentam *off-flavour*”. Ambas as afirmações são falsas. Mesmo os peixes bentônicos (que vivem e se alimentam no fundo dos viveiros) podem não apresentar gosto ou cheiro de barro se o viveiro onde eles são criados não tiver a presença dos microrganismos que produzem os compostos de *off-flavour*. Da mesma forma, existem relatos de peixes cultivados em tanques-rede que apresentam forte *off-flavour*, resultante da presença de cianobactérias aderidas à malha da rede do tanque-rede. Portanto, o isolamento do fundo de um viveiro não é garantia de extinção de episódios de *off-flavour*.

Outra ideia comum é a de que “o peixe adquire gosto de terra/barro da ração administrada aos cultivos”. As pessoas que acreditam nisso geralmente comparam os sabores dos peixes de cultivo com os peixes provenientes da pesca. Existe, realmente, uma diferença no sabor e na textura dos peixes provenientes de cultivo e dos peixes de ambiente natural, e isso é reflexo da dieta do peixe. O que acontece na piscicultura é que se tem a padronização do sabor e da textura do peixe, pois a oferta do alimento provém sempre da mesma fonte. Um peixe em seu ambiente natural encontrará fontes diversas de alimento, as quais variarão sazonalmente. Ainda, no ambiente natural o peixe está sempre em busca do alimento, diferentemente da piscicultura, em que eles normalmente são condicionados a se alimentar nos mesmos locais e horários; os peixes de cultivo se movimentam menos, resultando em uma textura diferente. Uma ração com composição balanceada, de qualidade e feita para suprir todas as necessidades do crescimento do peixe não conferirá gosto de terra/barro à sua carne (Figura 1).

A afirmação de que “peixes de viveiros com água de coloração verde sempre têm *off-flavour*” é, em parte, verdadeira. A coloração esverdeada é devida à presença de quantidades acima do ideal de microalgas ou cianobactérias produtoras de clorofila, pigmento responsável pela fotossíntese. Se esses microrganismos também produzirem compostos de *off-flavour*, e se essa coloração aparecer próximo à época da despesca, a possibilidade de o peixe apresentar gosto de terra/barro é grande. Porém é importante saber que nem todos os microrganismos que produzem clorofila e que resultam em coloração esverdeada na água são produtores de compostos de *off-flavour*.

Por fim, a ideia de que “aplicar sal no viveiro elimina o gosto de barro” também tem uma parcela de verdade. O sal pode auxiliar na diminuição da concentração das microalgas e cianobactérias presentes no viveiro, diminuindo assim a produção dos compostos de *off-flavour*. Porém a concentração tolerável de salinidade de algumas espécies de microrganismos pode ser superior à concentração da regulação osmótica do próprio peixe do cultivo.

COMPOSTOS DE OFF-FLAVOUR

Os compostos de *off-flavour* mais comuns na aquicultura são os que conferem gosto de terra/barro ou mofo, causados principalmente pela geosmina e pelo metil-isoborneol (MIB). Os limites sensoriais de odor em humanos para o MIB e geosmina variam de 2 - 20 ng/L e 6 - 10 ng/L, respectivamente. Porém não há valores precisos em função da falta de padronização experimental em questões como coleta, avaliação sensorial, escalas utilizadas e cálculo dos limites de detecção. Ainda, parâmetros como tamanho do peixe, estágio de maturação, temperatura da água e concentração de lipídeos na carne influenciam os níveis limites; porém nem sempre são levados em consideração (Figura 2).

FIGURA 3 | DESPESCA DE TAMBAQUI; RORAIMA, 2011

ALEXANDRE MATTIENSEN



Durante muito tempo se perguntou qual seria a função biológica da geosmina e/ou do MIB. Recentemente uma resposta consistente foi encontrada: o aroma característico da geosmina normalmente ocorre quando existe umidade envolvida, e verificou-se que os camelos do Deserto de Gobi podem detectar o cheiro desse metabólito a quilômetros de distância e são capazes de encontrar um oásis a mais de 80 km. No deserto, a bactéria *Streptomyces*, um gênero das actinobactérias, libera geosmina no ar em terreno úmido, e esta pode ser detectada pelos receptores olfativos dos camelos, direcionando-os para a água. A sobrevivência desses camelos pode ter implicação na existência da molécula de geosmina, e essa parece ser a estratégia adotada pela bactéria para dispersar

seus esporos, com a contrapartida dos camelos, que os carregam consigo para onde quer que sigam após saciarem sua sede. Portanto, a existência de moléculas de *off-flavour* pode ser uma estratégia evolutiva de alguns microrganismos.

ORIGEM DO OFF-FLAVOUR

A captação pelos peixes, da geosmina e do MIB presentes na água, é um processo passivo, ocorrendo através das brânquias, do trato digestivo e da pele. A absorção pela pele, principalmente em peixes de escamas, é extremamente baixa quando comparada às outras vias. Então, para fins de simplificação, pode ser considerada nula. A importância relativa da absorção da geosmina/MIB pelas brânquias ou pelo trato digestivo está relacionada ao Coeficiente de Partição

Octanol/Água (Kow). O Kow é calculado de acordo com a solubilidade de uma molécula num meio hidrofóbico (tendo como padrão o octanol) em relação a um meio hidrofílico (a própria água). Em termos práticos, este coeficiente busca fazer uma analogia direta com a afinidade da molécula em relação à membrana lipofílica (meio hidrofóbico) e ao citosol (meio hidrofílico) de uma célula, e com isso estimar o transporte e a difusão dessa molécula no corpo de um organismo.

Através de estudos de transporte de membrana com moléculas de diferentes Kow, sabe-se que, para os peixes, a captação pelas brânquias é dominante quando o composto apresenta Kow menor que 6,0. Acima desse valor, a captação passiva se torna mais importante pelo trato digestivo.

A geosmina e o MIB apresentam Kow abaixo de 6,0 (ambas em torno de 3,0); portanto, sua via de entrada no organismo do peixe ocorre quase exclusivamente pelas brânquias. Assim, um modelo simplificado da cinética de captação (entrada da molécula no organismo) e depuração (saída da molécula) considera o peixe como um único compartimento, contendo uma mistura de 3 fases: sólida (e.g. músculos e ossos), líquida (água) e lipídica (gordura). Assumindo-se que a fase sólida não absorve a geosmina/MIB, a presença desses compostos no peixe é resultado da proporção de água e lipídeos que ele possui.


Quando um peixe é exposto à água contendo geosmina/MIB por tempo suficiente, a concentração desses compostos na fase aquosa do peixe entra em equilíbrio com o ambiente. No entanto, a concentração na fase lipídica do peixe será o resultado da concentração na água multiplicado pelo Kow do composto. Assim, a concentração de geosmina/MIB nos tecidos que contêm lipídeos será maior do que a da água que o circunda. Ou seja, sob condições ambientais similares, peixes “gordos” (teor de gordura corporal > 8%) terão maior concentração de geosmina que peixes “magros”. Variações na absorção de geosmina/MIB em uma mesma espécie também são possíveis, pois existem diferenças nas concentrações de lipídeos em função de tamanho, etapas de vida ou mesmo em diferentes partes de um mesmo filé (Figura 3).

O QUE FAZER?

Quando ocorre um episódio de *off-flavour* os produtores têm poucas opções para lidar com os peixes contaminados. Uma delas é esperar um tempo indeterminado até o cheiro/gosto indesejável se dissipar, e o peixe se tornar aceitável para consumo. É consenso que os episódios de *off-flavour* resultam de problemas de manejo da piscicultura durante um período que precede a despesca. A depuração (troca de água para eliminação

passiva dos compostos) aplicada neste caso é lenta e custosa. O conhecimento dos microrganismos que produzem esses compostos pode ser usado como uma ferramenta para seu controle prévio. Por isso, o monitoramento quali-quantitativo microbiológico dos locais de produção e o isolamento em cultura desses microrganismos produtores de compostos de *off-flavour* são importantes para direcionar ações de manejo, buscando reduzir a ocorrência desse problema em pisciculturas de água doce.

Apesar de episódios de *off-flavour* em diversas espécies de peixes ser de ocorrência comum, e esse fato ser uma das principais causas que dificultam o aumento do consumo de peixes de água doce, principalmente provenientes de cultivo, pouco se conhece a respeito da identificação e do controle desse problema no Brasil. Na matriz água, os procedimentos de preparo das amostras, extração, identificação e quantificação dos compostos de *off-flavour* estão estabelecidos em literatura, podendo ser reproduzidos com sucesso. Porém, em matrizes cárneas isso não é possível, pois as metodologias ainda não se encontram padronizadas e otimizadas, provavelmente devido às dificuldades decorrentes da grande afinidade dos compostos de *off-flavour* com a fração lipídica da carne do pescado.

As análises laboratoriais são complexas, trabalhosas e de alto custo, necessitando de equipamentos sofisticados de alta sensibilidade, materiais importados e mão de obra especializada. Por envolver análise sensorial, a avaliação sem metodologia e equipamentos específicos e padronizados torna-se subjetiva. 

* **Alexandre Matthiensen** é pesquisador da Embrapa Suínos e Aves (matthiensen@lcyos.com); **Juliana Antunes Galvão** é pesquisadora especialista do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição USP/ESALQ (jugalvao@usp.br); **Jair Sebastião da Silva Pinto** é pesquisador do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da USP/ESALQ.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACTINOBACTERIA. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2011. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Actinobacteria&oldid=27415552>>. Acesso em: 15 out. 2011.
- What causes the smell after rain? Disponível em: <<http://science.howstuffworks.com/nature/climate-weather/atmospheric/question479.htm>>. Acesso em: 10 out. 2011.
- KUBITZA, F.; LOPES, T. G. G. Com a palavra os consumidores. Panorama da Aquicultura, jan/fev, 2002.
- O que o camelo, a beterraba e o tambaqui têm em comum? Disponível em: <<http://www.portaldoaqronegocio.com.br/conteudo.php?id=31566>>. Acesso em: 31 ago. 2010.
- HOWGATE, P. Tainting of farmed fish by geosmins 2-methyl-iso-borneol: a review of sensory aspects and of uptake/depuration. Aquaculture, 234: 155-181, 2004.

Cultivo aquático sustentável implica monitoramento de cianobactérias

Juliana Antunes Galvão, Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira, Marília Oetterer *

A poluição das bacias hidrográficas, decorrente de fontes antropogênicas, tem restringido a qualidade e, conseqüentemente, a utilização das águas para o abastecimento das populações humanas e atividades agropecuárias. Por conta disso, há sérios problemas ao meio ambiente e à saúde pública, além de prejuízo à aquicultura e ao lazer. O desafio é manter o equilíbrio entre água, peixe e organismos microscópicos, nos sistemas de cultivo de espécies aquáticas, por intermédio da adoção das boas práticas de manejo na produção.

Cianobactérias são microrganismos procarióticos fotossintetizantes presentes nos ambientes aquáticos e terrestres; as “florações de cianobactérias” são associadas à poluição e ao aporte de matéria orgânica, cujo crescimento populacional massivo e descontrolado decorre de alterações am-

bientais por ação antrópica (Figura 1). As cianobactérias podem viver aderidas aos diversos substratos ou suspensas na coluna d’água, fazendo parte do plâncton. Este é composto por microrganismos fotossintetizantes (fitoplâncton), não fotossintetizantes (zooplâncton) e bacterioplâncton (bactérias planctônicas). O fitoplâncton é formado por cianobactérias e microalgas (algas verdes, diatomáceas, dinoflagelados) que conferem uma coloração esverdeada à água dos tanques e viveiros.

Algumas cianobactérias possuem estruturas no interior da célula (aerótopos) que as permitem armazenar gases facilitando sua permanência nas camadas superiores da coluna de água. Isso impede o crescimento de microalgas nas camadas inferiores, pela redução da penetração da luz. O aumento expressivo das cianobactérias

também pode reduzir drasticamente a concentração de oxigênio dissolvido na água, desencadeando mortandades dos organismos aquáticos e alterando o equilíbrio ecológico do ecossistema aquático.

A presença dominante de cianobactérias pode conferir sabor e odor desagradáveis à água devido à produção de compostos causadores de *off flavour*, promovendo alterações organolépticas nos peixes. Contudo, o maior problema está no fato de as cianobactérias serem potenciais produtoras de cianotoxinas altamente danosas, que atingem um conjunto de organismos muito além daqueles presentes nas comunidades aquáticas.

As cianotoxinas podem se acumular na rede trófica, ocasionando intoxicação e efeitos crônicos ao homem, à biota aquática e aos animais que se utilizam da água

FIGURA 1 | CIANOBACTÉRIAS EM TANQUE DE CULTIVO



M.C. BITTENCOURT-OLIVEIRA


ou de alimentos contaminados. A maioria das cianobactérias, porém, não produz essas toxinas. Alguns gêneros possuem ampla distribuição no planeta, tais como *Microcystis*, *Anabaena*, *Anabaenopsis*, *Aphanizomenon*, *Cylindrospermopsis*, *Lynghya*, *Oscillatoria* e *Planktothrix*. (Figura 2).

De forma geral, as cianotoxinas podem ser hepato e neurotóxicas, dependendo da dose, desencadeando efeitos agudos e crônicos em mamíferos e podendo causar a morte. As neurotoxinas são divididas em anatoxina-a, anatoxina-a(s) e saxitoxinas, agem paralisando a atividade muscular e levando o animal à morte por parada respiratória, após poucos minutos de exposição. Já as hepatoxinas (*microcistina*, *cilindrospermopsina* e *nodularina*) têm efeito lento, porém são as mais frequentes nos casos de intoxicação. Há registros da ocorrência de microcistina, saxitoxinas e cilindrospermopsina nos corpos d'água brasileiros, principalmente em reservatórios destinados ao abastecimento público (Bittencourt-Oliveira et al., 2011).

Peixes podem estar expostos a essas toxinas durante sua alimentação, especialmente as espécies fitoplanctívoras ou omnívoros, ou passivamente quando a toxina dissolvida na água passa através de suas brânquias, ou via epitélio. Pode ocorrer bioacumulação de microcistinas, saxitoxinas, nodularinas e cilindrospermopsina em peixes, moluscos e crustáceos. As maiores concentrações têm sido encontradas no fígado ou hepatopâncreas, mas há relatos de acúmulo também na musculatura (Magalhães et al., 2001; Galvão et al., 2009).

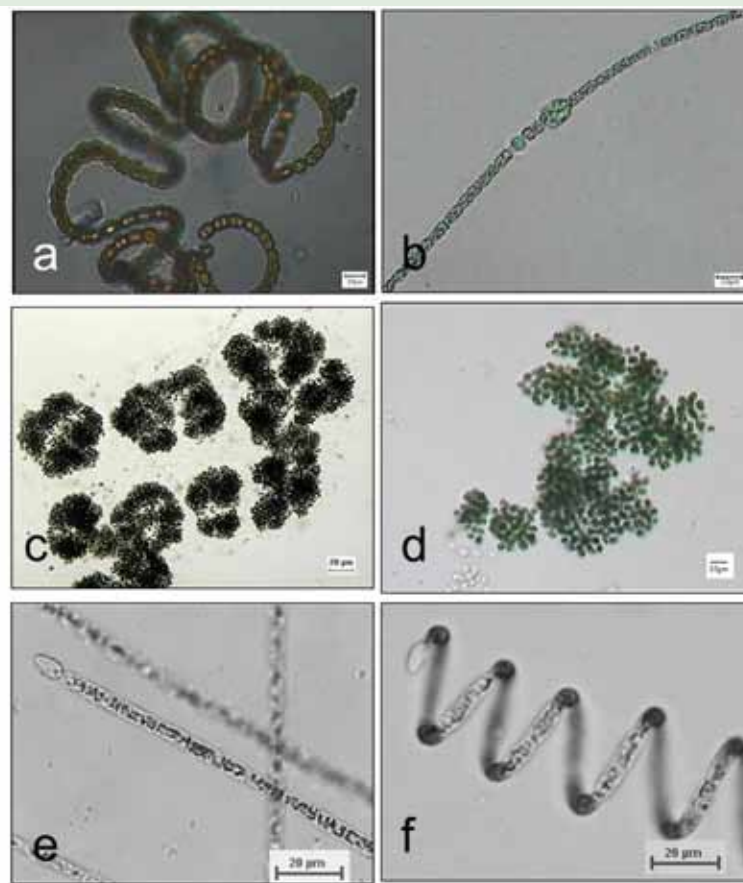
A partir do episódio que ocasionou a morte de dezenas de pacientes em uma clínica de hemodiálise em Caruaru, no estado de Pernambuco (Jochimsen et al, 1998), as cianobactérias passaram a ser tratadas como um problema de saúde pública. A legislação brasileira estabeleceu limites máximos para microcistinas e saxitoxinas nos corpos d'água destinados ao abastecimento público (Brasil, 2011). Para águas utilizadas na aquicultura apenas há referência para

a densidade de células de cianobactérias, de $50.10^3 \text{cel. mL}^{-1}$, conforme a Resolução Conama 375/05.

As cianobactérias podem exercer efeitos adversos em peixes, causando efeitos deletérios em sua produtividade, bem como mortandade, além de bioacúmulo e transferência das cianotoxinas na cadeia alimentar. Há necessidade, portanto, de monitoramento das espécies de cianobactérias potencialmente produtoras de toxinas, para que seja alcançado o desenvolvimento sustentável do setor aquícola. 

***Juliana Antunes Galvão** é pesquisadora especialista do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição USP/ESALQ (jugalvao@usp.br); **Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira** é professora livre-docente do Departamento de Ciências Biológicas da USP/ESALQ (mbitt@usp.br); **Marília Oetterer** é professora titular do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da USP/ESALQ (mariliaoetterer@usp.br).

FIGURA 2 | CIANOBACTÉRIAS POTENCIALMENTE TÓXICAS*



*a) *Dolichospermum* sp.; b) *Sphaerospermopsis aphanizomenoides*; c) *Microcystis novaeceekii*; d) *Microcystis panniformis*; e-f) *Cylindrospermopsis raciborskii*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BITTENCOURT-OLIVEIRA M. C., PICCIN-SANTOS V.; KUJBIDA P. et al. Cylindrospermopsin in Water Supply Reservoirs in Brazil Determined by Immunochemical and Molecular Methods. *Journal of Water Resource and Protection*. 3, 349-355. 2011.
- BRASIL. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Portaria MS N. 2914, de 12/12/2011.
- GALVÃO, J. A.; OETTERER, M.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C. et al. Saxitoxins accumulation by freshwater tilapia (*Oreochromis niloticus*) for human consumption. *Toxicon*, Oxford, 2009, v. 54, 891-894p.
- JOCHIMSEN, E. M.; CARMICHAEL, W. W.; AN, J. et al. Liver failure and death after exposure to microcystins at a haemodialysis center in Brazil. *New England Journal of Medicine*. Waltham, 1998, v. 338, n. 13, 873-878p.
- MAGALHÃES, V. F.; SOARES, R. M.; AZEVEDO, S. M. F. O. Microcystin contamination in fish from the Jacarepaguá Lagoon (Rio de Janeiro, Brazil): ecological implication and human health risk. *Toxicon*, Oxford, 2001, v. 39, 1077-1085p.

Wetlands

Ambiente e biorremediação de efluentes da aquicultura

Antonio Fernando Monteiro Camargo e Matheus Nicolino Peixoto Henares*



MATHEUS N. PEIXOTO HENARES

Tanque com aguapé (*Eichhornia crassipes*); Setor de Carcinicultura do Centro de Aquicultura da Unesp (Caunesp), Jaboticabal, SP, 2009

Além de ser uma atividade relevante na produção de alimentos, o cultivo de organismos aquáticos propicia benefícios econômicos e sociais ao país. A instalação de uma fazenda aquícola implica a construção de viveiros e edificações para armazenamento de ração, redes e outros equipamentos, bem como captação de água de um ambiente aquático para abastecimento dos viveiros. Naturalmente, tais ações provocam alterações ambientais inevitáveis, mas que são regulamentadas por leis e portarias. Os organismos aquáticos são alimentados e produzem excretas e fezes que são lançados na água dos viveiros de cultivo. Parte do alimento fornecido normalmente não é ingerida pelos animais e, também, fica na água.

Assim, o cultivo de organismos aquáticos tem despertado a preocupação de órgãos governamentais, organizações não governamentais e pesquisadores quanto aos impactos ambientais relacionados à atividade, especialmente a geração e o lançamento dos efluentes sem tratamento, em ambientes aquáticos. Os efluentes são gerados devido à renovação da água dos viveiros e quando são drenados. São ricos em substâncias químicas, contendo nitrogênio, fósforo, matéria orgânica e material particulado em suspensão. Contudo, o lançamento de efluentes sem tratamento em ambientes aquáticos pode resultar em uma acumulação crônica de nutrientes, principalmente de fósforo e nitrogênio, levando ao processo de eutrofização artificial. Este processo provoca mudanças nas condições físicas e químicas dos ambientes aquáticos, alterações qualitativas e quantitativas em comunidades aquáticas e propiciam incremento do nível de produção do ambiente aquático (Esteves & Meirelle-Pereira, 2011).

As características físicas e químicas da água de abastecimento e do efluente de cultivo de camarão da Amazônia e de tilápia do Nilo podem ser observadas na Tabela 1. Pode-se observar que as concentrações de oxigênio são menores no efluente, provavelmente devido ao consumo deste pelos organismos cultivados. Observam-se, também, as maiores concentrações das diferentes formas de nitrogênio e fósforo no efluente, em comparação com a água de abastecimento. O processo de eutrofização artificial é indesejável, pois provoca o crescimento do plâncton, aumenta a quantidade de detritos, pode levar ao crescimento de cianobactérias e, de um modo geral, reduz a qualidade da água de cultivo. Esta piora da qualidade da água pode prejudicar a própria aquicultura, além de limitar o uso da água para outros fins, tais como abastecimento humano, recreação, dentre outros. As medidas para reduzir os impactos ambientais provocados pelo



Tanque com taboa (*Typha domingensis*): Setor de Carcinicultura do Centro de Aquicultura da Unesp (Caunesp), Jaboticabal, SP, 2009

TABELA 1 | VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO E DO EFLUENTE DE CRIAÇÃO DO CAMARÃO DA AMAZÔNIA E DA TILÁPIA DO NILO

VARIÁVEL	CAMARÃO DA AMAZÔNIA		TILÁPIA DO NILO	
	ORGANISMO-ALVO	EFLUENTE	ABST	EFLUENTE
pH	7,5 ± 0,3	8,1 ± 0,5	7,6 ± 1,2	7,5 ± 0,8
O ₂ (mg/L)	6,5 ± 0,9	5,1 ± 0,6	5,9 ± 1,2	4,4 ± 1,3
Cond (µS/cm)	58 ± 8	68 ± 6	-	-
Turb (NTU)	30 ± 7,0	61 ± 21	10 ± 4	13 ± 12
P-total (µg/L)	128 ± 27,9	229 ± 69,7	22,1 ± 10,4	74,9 ± 18,4
P-dissolvido (µg/L)	15,6 ± 5,4	33,1 ± 7,1	11,6 ± 4,1	28,1 ± 8,4
N-total (mg/L)	0,30 ± 0,03	0,47 ± 0,15	0,20 ± 0,003	0,34 ± 0,06
N-dissolvido (mg/L)	-	-	0,16 ± 0,03	0,25 ± 0,05
N-nitrato (µg/L)	99,1 ± 12,3	158,3 ± 23,4	44,0 ± 29,7	48,7 ± 22,8
N-nitrito (µg/L)	10,0 ± 1,1	14,8 ± 2,2	6,7 ± 1,8	9,1 ± 2,3
N-amoniaco (µg/L)	11,3 ± 0,9	17,0 ± 1,4	4,2 ± 1,9	10,3 ± 4,7

Legendas: Abast - água de abastecimento viveiro; Temp= temperatura da água, O₂ = oxigênio dissolvido; Cond = condutividade elétrica; Turb = turbidez; P = fósforo; N = nitrogênio (valores médios e desvio-padrão).

Fonte: Monteiro Camargo e Henares, adaptado de Henry-Silva e Camargo, 2006 e 2008.

lançamento de efluentes de aquicultura nos ambientes aquáticos podem ser divididas em soluções anteriores e posteriores à geração dos efluentes.

As soluções anteriores envolvem medidas que reduzem as concentrações de nitrogênio, fósforo e sólidos suspensos com adoção de boas práticas de manejo (BPMs), tais como: (I) uso de fertilizantes em quantidades adequadas; (II) densidades de estocagem compatíveis com o sistema de produção adotado pelo produtor e com a capacidade dos viveiros ou tanques; (III) fornecimento de ração de boa qualidade, com maior digestibilidade e em quantidades adequadas; (IV) redução do volume de efluente gerado com a redução ou ausência de renovação de água; (V) e, quando possível, realizar despesas sem drenagem parcial ou total dos viveiros. As soluções posteriores à geração dos efluentes, ou a biorremediação, referem-se ao tratamento do efluente visando à remoção da carga de nitrogênio, fósforo e sólidos suspensos. Neste caso, é possível a utilização de

tanques de sedimentação ou de alagados artificiais, construídos com macrófitas aquáticas (*wetlands* construídas).

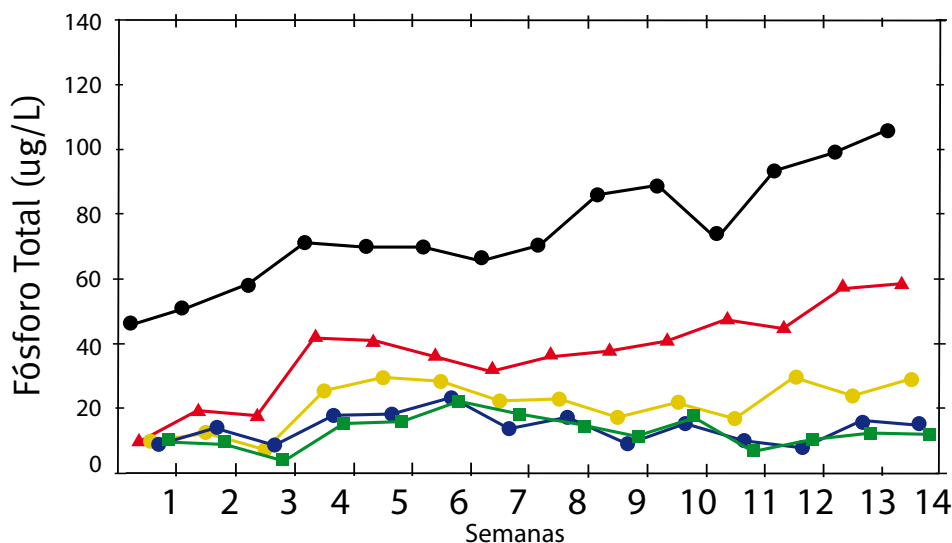
O uso de sistemas contendo macrófitas aquáticas é uma alternativa viável para o tratamento do efluente de aquicultura. As *wetlands* construídas possuem baixo custo, pois utilizam processos naturais na remoção de poluentes do efluente. Os principais processos biológicos que regulam as remoções de nitrogênio e fósforo do efluente são a absorção direta pela macrófita, mineralização microbológica e transformações, tais como desnitrificação e amonificação. Os principais processos abióticos que atuam nas remoções de nitrogênio e fósforo do efluente são sedimentação, precipitação química e adsorção. Nas *wetlands* construídas as espécies de macrófitas emergentes, como a taboa, e flutuantes, como o aguapé, são as mais utilizadas. As *wetlands* construídas povoadas com macrófitas emergentes necessitam de substrato para a fixação da planta. O substrato é formado por camadas de

brita, cascalho, areia fina e areia grossa e que estão abaixo do solo.

Por sua vez, as *wetlands* construídas povoadas com macrófitas flutuantes não necessitam de solo para a fixação, pois são espécies que flutuam na superfície da água. Para que a biorremediação com uma *wetland* seja eficiente a macrófita deve ter características como: (I) rápido estabelecimento e alta taxa de crescimento; (II) grande capacidade de absorção de nutrientes; (III) capacidade de estocar grande quantidade de nutrientes na biomassa; (IV) ser tolerante às características físicas e químicas do efluente; e (V) estar adaptada às condições climáticas locais.

Os estudos mostram que a eficiência das *wetlands* pode variar em função da espécie de macrófita utilizada. Henry-Silva & Camargo (2006) relataram que *wetlands* povoadas com aguapé (*Eichhornia crassipes*) e alface-d'água (*Pistia stratiotes*) removem mais nitrogênio e fósforo do efluente do que uma *wetland* povoadada com marrequinha (*Salvinia*

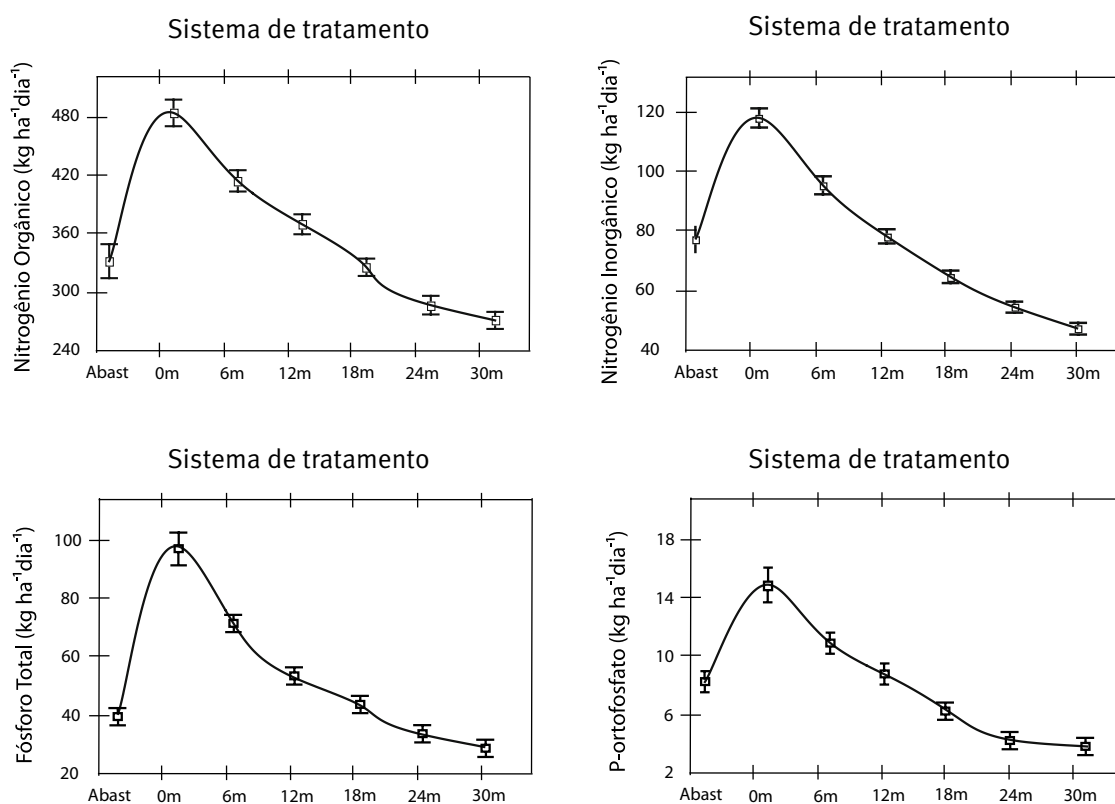
FIGURA 1 | FÓSFORO TOTAL NA ÁGUA DO EFLUENTE DE CULTIVO DE TILÁPIA DO NILO



Legendas: Efluente do viveiro de tilápia do Nilo (●); efluente após tanque de tratamento sem macrófita (▲); efluente após tanque com marrequinha (●); efluente após tanque com aguapé (●); e efluente após tanque com alface-d'água (■).

Fonte: Henry-Silva e Camargo, 2006.

FIGURA 2 | NITROGÊNIO ORGÂNICO TOTAL, NITROGÊNIO INORGÂNICO TOTAL, FÓSFORO TOTAL E ORTOFOSFATO NA ÁGUA DE ABASTECIMENTO (ABAST) DE VIVEIRO DE REPRODUTORES DE CAMARÃO DA MALÁSIA, DO EFLUENTE DO VIVEIRO (0 M) E EM DIFERENTES DISTÂNCIAS DENTRO DE UMA WETLAND COM AGUAPÉ



Fonte: Biudes, 2007.

molesta), que possui menor porte e menor capacidade de estocar nutrientes removidos do efluente. Na Figura 1 observa-se que os valores de fósforo total do efluente de um cultivo de tilápia do Nilo tendem a aumentar ao longo das semanas, devido ao aumento da biomassa dos peixes e da quantidade de ração oferecida. Porém, após passar por sistemas de tratamento com macrófitas aquáticas, as concentrações de fósforo total diminuíram, sendo os sistemas mais eficientes aqueles povoados com aguapé e alface-d'água.

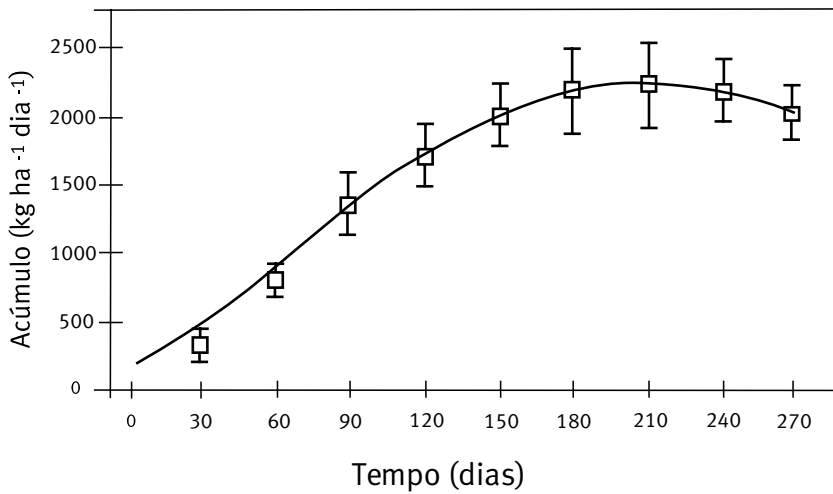
Os sistemas de tratamento de efluentes de aquicultura com plantas aquáticas, assim como qualquer sistema de tratamento de esgotos, necessitam ocupar uma determinada área. Qual o tamanho

que uma *wetland* deve ter para remover os nutrientes acrescentados pelo cultivo? O dimensionamento das *wetlands* construídas é um tema pouco estudado, mas é fundamental para o planejamento e a determinação da viabilidade do uso desta tecnologia. É desejável que as *wetlands* ocupem pequenas áreas para não reduzir o espaço de outra atividade. Um estudo sobre este aspecto foi realizado por Biudes (2007) e os resultados mostraram que um sistema de tratamento contendo o aguapé necessita de, aproximadamente, 9% da área do cultivo. Os resultados deste estudo são apresentados na Figura 2. Pode-se observar que os 18 metros de comprimento da *wetland* são suficientes para que os valores das variáveis se igualem

aos da água de abastecimento do viveiro de reprodutores do camarão da Malásia (*Macrobrachium rosenbergii*). O viveiro de reprodutores possui 200 m² de área e a *wetland* 1 m de largura (18 m²).

Outro ponto importante sobre *wetlands* construídas refere-se ao manejo das macrófitas aquáticas. Ou seja, há necessidade de se retirar parte das plantas de tempos em tempos? Quando uma planta aquática é colocada em um tanque que recebe efluentes de aquicultura a tendência é que ela cresça. No entanto, devido à limitação por espaço ou outro recurso, após certo tempo a planta para de crescer. A curva de crescimento (valores de biomassa ao longo do tempo) do aguapé em uma *wetland* construída é mostrada na Figura 3. Pode-

FIGURA 3 | BIOMASSA (G DE MASSA SECA M²) DO AGUAPÉ EM WETLAND CONSTRUÍDA

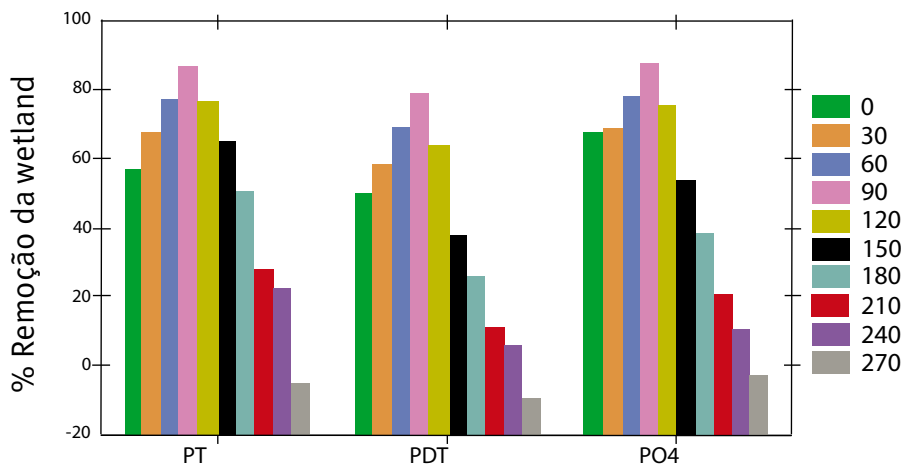


Fonte: Biudes, 2007.

-se observar um crescimento mais intenso no início, a diminuição do crescimento após 90 dias, estabilização e redução da biomassa no final do estudo. A taxa de crescimento do vegetal está diretamente relacionada com a taxa de remoção de nutrientes e com a eficiência do tratamento. As porcentagens de remoção de fósforo total, fósforo dissolvido e ortofosfato em diferentes intervalos de tempo estão apresentadas na Figura 4.

Comparando-se os resultados apresentados na Figura 4 observa-se que a maior porcentagem de remoção ocorre quando o aguapé teve a sua maior taxa de crescimento; quando a planta para de crescer, a remoção é muito pequena ou ausente. Portanto, o manejo da macrófita em sistemas de tratamento é essencial e deve-se manter uma quantidade de planta que permita seu crescimento intenso, pois é nesta fase que se observa a maior eficiência de remoção e tratamento do efluente. Considerando a necessidade de retiradas periódicas de parte da massa vegetal, os sistemas de tratamento com macrófitas flutuantes têm vantagens em relação àqueles com macrófitas emergentes, pois a retirada de biomassa dos vegetais flutuantes é muito mais fácil. [🌐](#)

FIGURA 4 | PORCENTAGEM DE REMOÇÃO DE FÓSFORO TOTAL (PT), FÓSFORO DISSOLVIDO TOTAL (PDT) E ORTOFOSFATO (PO₄) EM DIFERENTES INTERVALOS DE TEMPO, EM WETLAND COM AGUAPÉ



Fonte: Monteiro Camargo e Henares, 2012.

* **Antonio Fernando Monteiro Camargo** é professor adjunto do Instituto de Biociências da Unesp de Rio Claro, no Departamento de Ecologia (afmc@rc.unesp.br) e **Matheus Nicolino Peixoto Henares** é professor doutor do Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos (henaresmp@yahoo.com.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIUDES J. F. V. 2007. Uso de Wetlands construídas no tratamento de efluentes de carcinicultura. Jaboticabal. Tese (doutorado) Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 103f.
- Esteves F. A.; MEIRELLES-PEREIRA, F. Eutrofização Artificial. In: ESTEVES, F. A. (coord.). Fundamentos de limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 826p.
- HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Efficiency of aquatic macrophyte to treat Nile tilapia pond effluents. Scientia Agricola, Piracicaba, 2006, 63, 433-438p.

Evolução

Tilápias do Nilo têm programa de melhoramento genético em curso

Ricardo Pereira Ribeiro, Carlos Antonio Lopes de Oliveira, Emiko Kawakami de Resende, Lauro Vargas, Luiz Alexandre Filho e Angela Puchnick Legat*

Os programas de melhoramento genético de tilápias e carpas são considerados, em se tratando de espécies tropicais, referência no mundo. É o caso dos métodos de seleção da tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) conduzidos, desde 1990, pelo World Fish Center. No Brasil, os programas estão em fase de implantação; para camarões, a iniciativa privada seleciona e utiliza linhagens melhoradas. Ações do poder público, como as do projeto Aquabrazil da Embrapa, em parceria com diversas universidades brasileiras, estabeleceram programas de melhoramento genético das espécies tambaqui (*Colossoma macropomun*), cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*), camarão-branco (*Litopenaeus vannamei*), além do fortalecimento do Programa de Melhoramento Genético de Tilápias do Nilo, implantado na Universidade Estadual de Maringá (UEM).

PREMISSAS

Para o desenvolvimento de programas de melhoramento genético, sugerem-se as seguintes premissas (Ponzoni, 2005):

- Descrição ou desenvolvimento do sistema de produção. O programa de melhoramento deve ser conduzido em condições ambientais semelhantes às do sistema de produção em que os peixes serão cultivados. No Brasil, as tilápias são produzidas em sistema inten-



RODRIGO ESTEVAM MINHOZ DE ALMEIDA

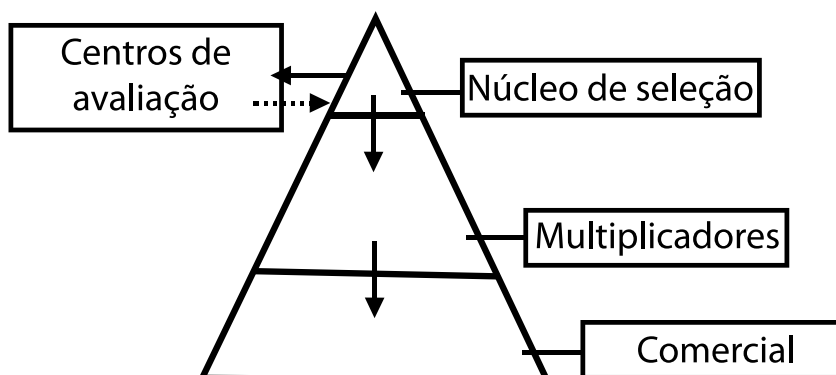
Manejo de tilápias do Nilo; Zacarias, SP, 2012

FIGURA 1 | AS TRÊS LINHAGENS DE TILÁPIAS DO NILO CULTIVADAS NO BRASIL



Fonte: Universidade Estadual de Maringá (UEM); Maringá, PR.

FIGURA 2 | FLUXO GÊNICO EM PROGRAMAS DE MELHORAMENTO GENÉTICO



Núcleo de seleção: local de avaliação, controle de acasalamento e seleção dos animais.

Multiplicadores: alevinocultores que multiplicam os animais selecionados pelo núcleo.

Comercial: produtores de peixes.

Centros de avaliação: locais para avaliação de desempenho, em condições ambientais diferentes ao núcleo de seleção.

Fonte: Universidade Estadual de Maringá (UEM); Maringá, PR.

sivo, em que se usam tanques escavados e tanques-rede, em diversas condições climáticas. Tais peculiaridades devem ser consideradas para o sucesso de programas de seleção, de maneira que eles sejam realizados em situações distintas de cultivo, explorando a interação genótipo/ambiente.

– Escolha da espécie, variedades e sistemas de cruzamentos. Neste ponto é

importante levar em conta a viabilidade da produção das espécies escolhidas.

– Formulação do objetivo de seleção. Consiste em definir o que se deseja melhorar no sentido de atender às demandas do mercado consumidor. Os objetivos de seleção podem variar para cada mercado consumidor, conduzindo o programa de melhoramento genético a caminhos distintos.

– Definição dos critérios de seleção. Este tópico aponta para a eleição das características que serão usadas a fim de definir a qualidade genética dos animais, de acordo com o objetivo de seleção preestabelecido. Devem ser de fácil mensuração, apresentar resposta à seleção e estar relacionadas com o objetivo da seleção. No programa de melhoramento genético de tilápias, o critério de seleção é o ganho de peso diário, no menor tempo.

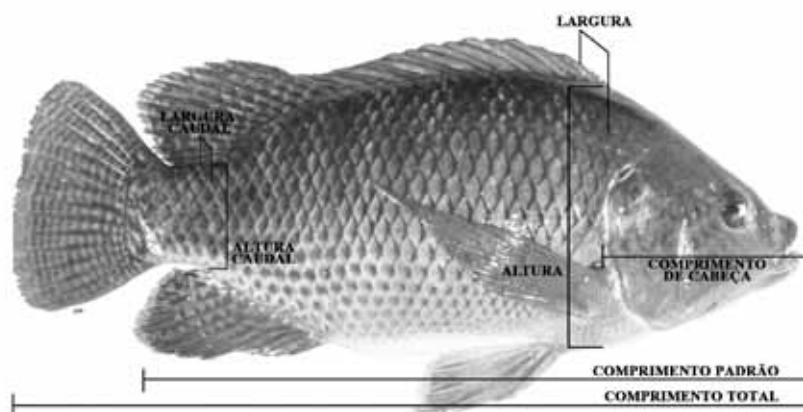
– Delineamento do sistema de avaliação genética. Trata da definição da metodologia empregada na determinação do valor genético dos animais a partir dos dados coletados; é utilizada a metodologia Equações dos Modelos Mistos.

– Seleção dos animais e definição do sistema de acasalamento. Refere-se à escolha daqueles que serão utilizados como reprodutores.

– Desenho do sistema para expansão e disseminação dos estoques melhorados. Tais ações permitem a chegada dos animais geneticamente superiores de forma rápida ao setor produtivo, intensificando o fluxo de genes entre os diferentes componentes do setor produtivo: Núcleo, Multiplicadores e Produtores (Figura 2).

– Monitoramento e comparação de programas alternativos. Estabelecem-se um sistema de avaliação do programa que permita a checagem dos resultados e mudança de rumo, se necessário. Comparam-se o desempenho das pro-

FIGURA 3 | MEDIDAS CORPORAIS UTILIZADAS NO PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DE TILÁPIAS DO NILO



Fonte: Universidade Estadual de Maringá (UEM); Maringá, PR.

gênes dos animais selecionados com a progênie de animais que apresentam desempenho médio, utilizados como população controle.

Para tilápias do Nilo existem mercados consumidores com preferências distintas. No estado do Ceará, por exemplo, os consumidores preferem o peixe inteiro, enquanto nas regiões Sul e Sudeste o filé de tilápias é o mais visado. Estas diferenças influenciam na escolha dos objetivos e critérios de seleção, estabelecendo a necessidade de genótipos específicos para cada região/mercado consumidor/sistema de produção.

TILÁPIA NILÓTICA

Na introdução da tilápia nilótica foram trazidos animais provenientes de Bouaké, na Costa do Marfim (continente africano), e introduzidos em Pentecostes, no estado do Ceará, pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (Dnocs). Em 1996, foi realizada a segunda importação oficial, quando foram levados para o estado do Paraná 20.800 alevinos de tilápias do Nilo, procedentes da Tailândia. Nos anos de 2002 e 2005, foram introduzidas duas linhagens resultantes de programas de melhoramento. São elas: a GenoMar Supreme Tilápia (GST), produzida pela em-

presa Norueguesa Genomar e trazida ao Brasil pela piscicultura Aquabel (Rolândia, PR); e a linhagem Genetically Improved Farmed Tilapia – Gift–, originária da Malásia e desenvolvida inicialmente pelo International Center for Living Aquatic Resources Management (Iclarm), atual WorldFishCenter. Esta última é cultivada e selecionada no Brasil por pesquisadores do grupo PeixeGen da UEM (Figura 1).

Apesar de a tilápia do Nilo ser a espécie mais cultivada no Brasil, o primeiro programa de melhoramento genético teve início em março de 2005, na UEM, baseado na informação individualizada e no uso de avaliação genética a partir de metodologias estatísticas já aplicadas em outras espécies domésticas. Nesse programa, o objetivo da seleção é aumentar a taxa de crescimento; para isso, o ganho em peso médio diário é utilizado como critério de seleção. Porém, outras características, como medidas corporais e mortalidade à idade comercial, têm sido coletadas para incrementar o número de informações por animal (Figura 3).

As informações individuais de desempenho e da forma dos animais em tanques-rede são obtidas por meio de *microchips* implantados na cavidade visceral. Esses animais são acompanhados individual-

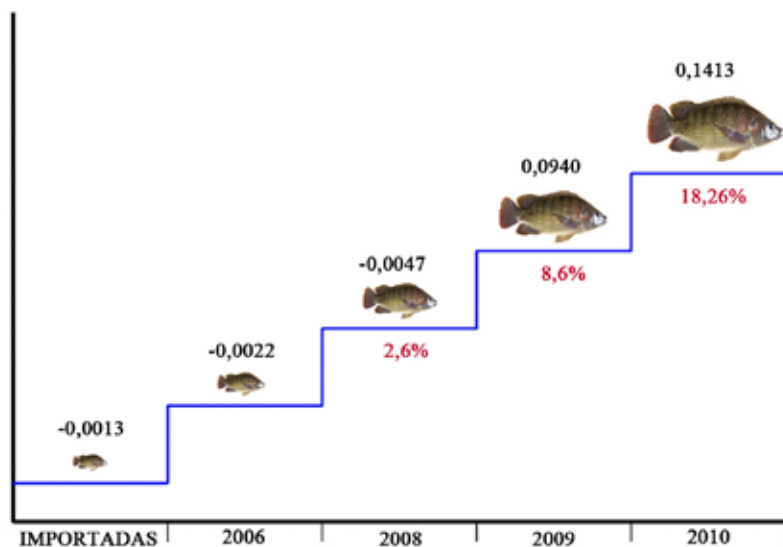
mente, com biometrias mensais, cujas informações de desempenho de todas as gerações do programa de melhoramento, desde a sua implantação em 2006, são armazenadas em um banco de dados. Com base em tais informações e com o uso da metodologia das equações dos Modelos Mistos de Henderson, podem ser preditos os valores genéticos aditivos para ganho em peso diário. Por meio dos componentes de (co)variâncias e parâmetros genéticos utilizados na seleção anual dos animais (machos e fêmeas), pode-se promover a substituição total do plantel de reprodução em atividade (geração discreta).

RESULTADOS EXPRESSIVOS

Após cinco anos de acasalamentos, o programa de melhoramento apresenta resultados expressivos para as características de interesse econômico, como peso à despesca, rendimento de filé e velocidade de crescimento. A avaliação do valor genético médio dos animais de cada geração demonstrou uma elevação da média do ganho de peso diário, e do ganho genético, medido em relação à média do valor observado no teste de desempenho em campo (Figura 4). O retorno de informações de campo obtidas a partir de parceiros do programa indica uma redução do período de cultivo de até 21 dias, pelo uso de animais da linhagem Gift, uma redução expressiva no tempo e custos de produção. Ao realizar uma avaliação para rendimento de filé com irmãos dos animais avaliados na estação de produção de 2010, foi estimada uma média de 38% do rendimento de filé. A partir dessas informações identificam-se famílias que apresentam maior potencial para rendimento de filé.

O impacto da seleção em características de carcaça é evidente pela evolução do tamanho do corpo do animal, sem alterações nas proporções dos comprimentos da cabeça e da cauda no comprimento total – ou seja, da parte comestível do animal.

FIGURA 4 | EVOLUÇÃO GENÉTICA DA LINHAGEM GIFT NO PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DE TILÁPIAS, DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ (UEM)



Fonte: Universidade Estadual de Maringá (UEM); Maringá, PR.

A tendência genética para comprimento do corpo do peixe, descontados a cauda e cabeça, é positiva. Isso significa incremento nos valores genéticos para esta característica ao longo das gerações. O que se espera de um programa de melhoramento genético é que o produto gerado seja distribuído aos produtores. Desde os primeiros resultados do melhoramento de tilápias do Nilo é feita a comercialização de reprodutores para alevinocultores de diversas regiões do país (Recife, PE; Santana do Acaranguá e Santa Fé do Sul, SP; Sorriso, MT; Camboriú, SC) e países como Cuba (novembro de 2007) e Uruguai (novembro de 2009). Após sete anos de introdução da linhagem Gift, 58% dos alevinocultores do estado do Paraná utilizam essa linhagem e destes, mais de 80% estão satisfeitos com o material disponibilizado.

PERSPECTIVAS

As demandas específicas de mercado e as diferentes condições de produção poderão levar ao desenvolvimento de linhagens melhoradas de tilápias do Nilo – em que a velocidade de ganho de peso esteja associada ao rendimento de corte e qualidade de carne –, à mortalidade,

à resistência a doenças e à tolerância a condições adversas de cultivo, e, também, aos aspectos reprodutivos, como a maturidade sexual. Em função do curto ciclo de produção, do rápido crescimento, da precocidade sexual e da facilidade de reprodução em cativeiro, os investimentos em melhoramento genético de tilápias poderão apresentar resultados em curto prazo. Podem gerar informações técnico-científicas que auxiliarão a tomada de decisões pelos interessados levando a incrementos de produtividade, como aqueles observados nas cadeias produtivas de gado de corte e leite, suínos e aves.

O trabalho conjunto dos vários elos da cadeia produtiva de tilápias do Nilo no Brasil permitirá o desenvolvimento de estruturas capazes de produzir, reproduzir e distribuir o material genético. É importante que as cadeias produtivas se organizem para que o fluxo gênico seja eficiente, distribuindo rapidamente os animais superiores do núcleo de seleção para os produtores, trazendo os progressos para perto do produtor e do consumidor. O fornecimento de animais superiores envolve elevado custo para produção e avaliação, multiplicação e distribuição ao

setor produtivo. Tais custos refletem no valor do material comercializado.

* **Ricardo Pereira Ribeiro** é Prof. Dr do Departamento de Zootecnia - Universidade Estadual de Maringá – PR (rpribeiro@uem.br); **Carlos Antonio Lopes de Oliveira** é Prof. Dr do Departamento de Zootecnia - Universidade Estadual de Maringá – PR (caloliveira@uem.br); **Emiko Kawakami de Resende** é pesquisadora da Embrapa Pantanal – Corumbá – MS. (emiko@cpap.embrapa.br); **Lauro Vargas** é Prof. Dr do Departamento de Zootecnia – Universidade Estadual de Maringá – PR (lvargas@uem.br); **Luiz Alexandre Filho** é pesquisador do Departamento de Zootecnia – Universidade Estadual de Maringá – PR (lafilho@uem.br); **Angela Puchnick Legat** é pesquisadora da Embrapa Meio-Norte - Teresina – PI (ap_legat@yahoo.com.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHARO-KALISA, H.; KOMEN, H.; RESK, M. A. et al. Heritability estimates and response to selection for growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in low-input earthen ponds. *Aquaculture* 261: 479-486, 2006.
- GODINHO, H. P. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*. 31 (3): 351-360, 2007.
- PONZONI, R. W.; HAMZAHB, T. A.; TANA, S. et al. Genetic parameters and response to selection for live weight in the GIFT strain of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) *Aquaculture*, 246:203-210, 2005.
- RIBEIRO, R. P.; LEGAT, A. P. Delineamento de programas de melhoramento genético de espécies aquícolas no Brasil. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008. 25p.
- SANTOS, A. I. Interação genótipo-ambiente e estimativas de parâmetros genéticos em Tilápias (*Oreochromis niloticus*), 2009. 85p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia/Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

Produtividade depende da conjugação de fatores diversos

Alexandre Wagner Silva Hilsdorf e Laura Helena Órfão*



DANILLO PEDRO STREET JR.

Tambaquis em frigorífico; Pimenta Bueno, RO, 2011

A expansão populacional e as pressões ambientais conduzem à necessidade, cada vez maior, de diversificação da oferta e aumento da produtividade de alimentos. Neste contexto, o melhoramento genético tem sido uma ferramenta tecnológica eficaz, utilizada no incremento da produtividade dos alimentos. No caso da criação de peixes, o sistema de produção apresenta fortes semelhanças com o setor avícola, um dos mais produtivos no segmento de produção de carnes. Se imaginarmos um sistema de criação de peixes em tanques escavados de terra ou revestidos podemos compará-lo com galpões para criação

de frangos, nos quais a produtividade depende de variáveis como temperatura e circulação de ar. O mesmo ocorre nos tanques de criação de peixes, nos quais são necessários temperatura e teor de oxigênio dissolvido adequados, de modo a se promover aumento na densidade de estocagem. Outra semelhança seria a qualidade dos alevinos adquiridos, tão importante como a dos pintinhos de um dia, que tornam o processo de engorda dependente de núcleos de reprodução.

Para se aumentar a produção de peixes, pode-se ampliar a extensão da área de produção ou a produção por área. Maximizar e melhorar a utilização da

água, utilizar peixes com altos potenciais genéticos, controlar o ambiente e promover o manejo eficazes são, igualmente, alternativas que devem ser priorizadas. A ausência de programas de melhoramento genético voltados a espécies de peixes nativos constitui-se em um entrave para a piscicultura nacional. No entanto, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) vem coordenando o projeto Aquabrazil, que tem como um de seus objetivos estabelecer programas de melhoramento genético para o desenvolvimento de quatro espécies de interesse para aquicultura nacional: tilápia (*O. niloticus*), tambaqui (*C. macropomum*),

pintado (*P. corruscan*) e camarão marinho (*L. vannamei*) (Resende, 2009). Os resultados que estão sendo gerados podem servir de base para o melhoramento genético de outras espécies nativas importantes.

O conhecimento do valor da herdabilidade da característica, que será melhorada, pode parcialmente explicar os resultados positivos e negativos de melhoramento. A herdabilidade (h^2) pode ser entendida como o grau de contribuição do componente genético para um dado fenótipo que se deseja selecionar (Toledo-Filho et al., 1998). A herdabilidade a ser calculada é específica para uma espécie, para as condições de manejo e de ambiente da produção. Uma maneira prática de se calcular a herdabilidade é pela seleção massal, usando o Diferencial de Seleção (D), que é a diferença entre a média dos reprodutores (P1) escolhidos menos a média do estoque a que estes reprodutores pertenciam, e o ganho de seleção, que é a diferença entre a média da progênie e a média dos parentais (Tabela 1).

Variabilidade genética é a variação genética entre indivíduos do estoque. O número inicial do plantel de reprodutores tem de ser suficientemente grande para apresentar altos índices de variabilidade genética. Se o estoque inicial tiver baixa variabilidade genética, quando forem selecionados e cruzados indivíduos desse estoque, essa progênie terá altos índices de endogamia (con-

sanguinidade). A endogamia acontece quando animais de parentesco muito próximos são cruzados, aumentando o número de indivíduos recessivos. Estes muitas vezes carregam genes deletérios para a população e os resultados são o aparecimento de deformidades nos alevinos, susceptibilidade a doenças e diminuição média da produção. O valor de endogamia deve permanecer abaixo de 1% por geração. Isto dependerá de como o produtor manejará seus reprodutores. Como exemplo, utilizando-se 50 machos e 50 fêmeas e assumindo que todas as fêmeas contribuam na produção de alevinos, o nível de endogamia será de 1% por geração, o que significa que, após 10 gerações, a taxa acumulada de endogamia poderá atingir níveis que provavelmente afetarão a produtividade.

MÉDIOS PRODUTORES

Dois são os principais programas utilizados no melhoramento genético: a seleção e a hibridação. A hibridação é um programa em que duas espécies (interespecífica) ou variedades (intraespecífica) diferentes são cruzadas buscando produzir progênie que apresente vigor híbrido, ou seja, indivíduos que apresentem superioridade fenotípica em relação aos genitores. A hibridização interespecífica, embora seja um programa que apresenta resultado rápido, apresenta riscos ecológicos em relação ao escape destes híbridos na natureza e sua competição e introgressão genética com os estoques nativos (Prado

et al., 2012). A hibridação é muito utilizada em tilápias para produzir populações monosséxuo. No Brasil, alguns híbridos vêm se destacando no mercado, tais como o tambacu (tambaqui X pacu) e a pincachara (pintado X cachara).

Os programas de seleção utilizam cruzamentos entre os melhores indivíduos para uma determinada característica. Supondo que a característica apresente alta herdabilidade, os reprodutores selecionados transmitirão tais características a sua progênie. Dessa forma, a próxima geração será superior à geração parental para aquela característica.

Outros programas de melhoramento genético envolvem manipulações cromossômicas (produção de triploides) e/ou engenharia genética (produção de transgênicos com incorporação do gene para hormônio de crescimento). Contudo, essas técnicas são muito dispendiosas, requerem equipamentos e instalações apropriadas e estão em fase de testes. As características fenotípicas utilizadas nos programas de melhoramento genético são qualitativas e quantitativas. As qualitativas têm menos importância à produção para o abate, porém são características como coloração, presença ou ausência de escamas, as quais podem aumentar o valor agregado do produto final. As quantitativas têm grande importância produtiva, tais como peso, comprimento e conversão alimentar, que precisam ser medidas para obtenção dos valores – diferentemente das qualitativas, que são descritivas.

TABELA 1 | CÁLCULO DA HERDABILIDADE UTILIZANDO-SE DIFERENCIAL E GANHO DE SELEÇÃO

Média do ganho de peso dos reprodutores (P1) = 500g
Média do ganho de peso do estoque onde os reprodutores se encontravam (P2) = 400g
Diferencial de Seleção (D) = Média dos reprodutores (P1) – Média do estoque (P2)
D = 500 – 400 = 100 g de ganho de seleção, logo:
Ganho de seleção (G) = Média da progênie (F1) – média dos reprodutores (P1)
G = 500 – 400 = 100 g de ganho de seleção, logo:
$h^2 = (G/D) \times 100 = (100/100) \times 100 = 100\%$ de herdabilidade

Fonte: Adaptado de Toledo-Filho, 1998.

TABELA 2 | DETERMINAÇÃO DO VALOR DE CORTE DO COMPRIMENTO-PADRÃO PARA SELEÇÃO*

COMPRIMENTO (MM)	Nº DE PEIXES	COMPRIMENTO (MM)	Nº DE PEIXES
60	5	67	5
61	5	68	8
62	5	69	8
63	5	70	10
64	8	71	10
65	8	72	10
66	8	73	5

* O indivíduo marcado em vermelho é o 20º a partir do maior valor; assim o valor de corte para o comprimento-padrão deve ser 71 mm; peixes com comprimento-padrão maior ou igual a 71 mm devem ser selecionados e peixes com comprimento-padrão menor que 71 mm devem ser eliminados.

Fonte: Adaptado de Taves, 1995.

SELEÇÃO

As características relacionadas ao crescimento, como comprimento e peso, são difíceis de ser mensuradas em peixes, devido ao estresse causado pela medição ou pesagem. Além disso, erros de pesagem acontecem devido à presença de água nos animais, ou ainda pelo trato digestivo que pode estar cheio. Na medição do comprimento, a utilização do comprimento total, do início da boca ao final da cauda, pode fornecer uma medida errada e prejudicar a seleção dos indivíduos. Como as medidas de peso e comprimento são positivamente correlacionadas, é possível selecionar animais pelo comprimento; porém, utilizando-se o comprimento padrão, que é definido como o comprimento da cabeça ao início da nadadeira caudal. O produtor deve seguir padrões de pesagem ou medição.



Tilápias em frigorífico; Pimenta Bueno, RO, 2011

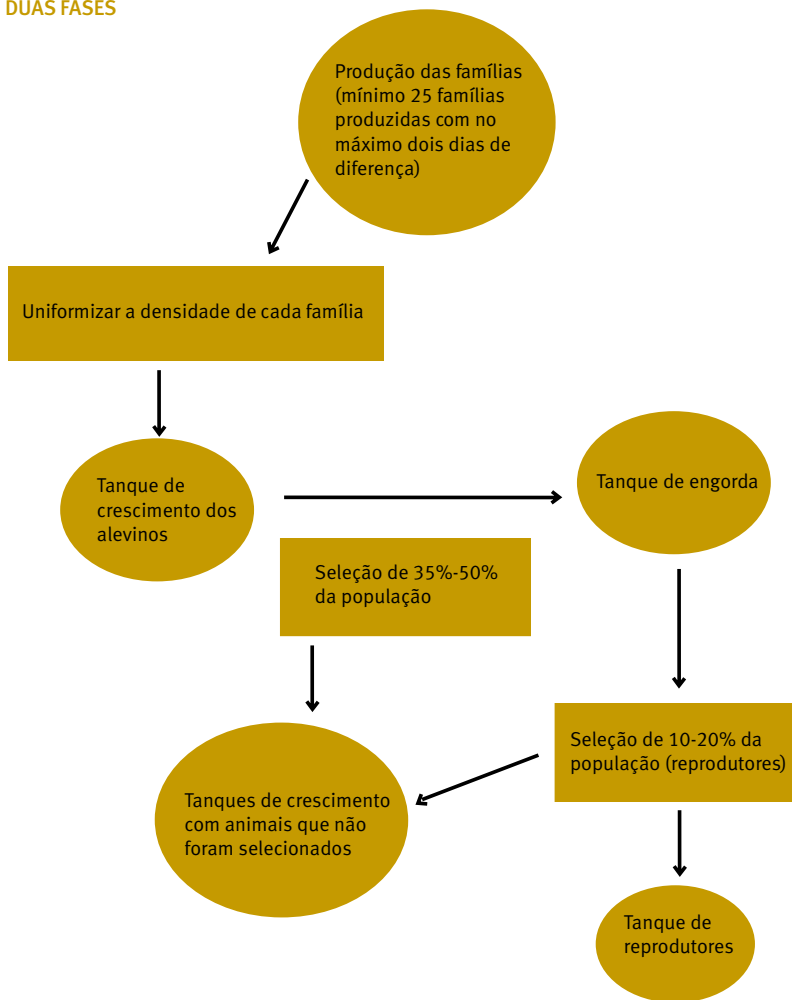
Para iniciar um programa de melhoramento genético de uma espécie nativa, é fundamental formar o plantel de reprodutores que apresentem variabilidade genética. A avaliação dessa variabilidade pode ser medida por marcadores moleculares, técnica muitas vezes não acessível ao produtor rural. Assim, de forma prática, na formação do plantel, o produtor deve adquirir indivíduos de locais diferentes ou de outros produtores para garantir um plantel com um mínimo de variabilidade genética para o início do programa de seleção.

Se a opção do produtor for selecionar os melhores peixes com base no comprimento padrão ou peso, deve-se primeiramente escolher a idade ideal para fazer a medição. Em espécies que possuam dimorfismos sexuais, ou seja, características que diferem machos e fêmeas – como o tamanho –, a idade da seleção é fundamental para evitar a seleção de apenas um sexo. Portanto a seleção deve ser feita antes que a diferença de tamanho seja evidente.

Os programas utilizam a seleção individual (ou massal) e a seleção por famílias. No caso da seleção individual ou massal, os indivíduos são ordenados e os melhores, selecionados para a reprodução. Na seleção por famílias, a comparação é feita entre as médias das famílias e as melhores são selecionadas, ou ainda, uma seleção individual é feita dentro das famílias selecionadas. Como a seleção individual é menos dispendiosa e gera menos dados para serem analisados, é a mais recomendada para médios produtores de peixes.

Em uma amostra aleatória de 100 a 200 indivíduos de uma população parental (PI), os peixes devem ser medidos com um ictiômetro (régua para medir peixes) e organizados segundo o comprimento padrão. O valor que corresponde ao percentil desejado deve ser o valor de corte. Indivíduos com comprimento padrão abaixo do valor de corte não serão selecionados. Por exemplo, se o objetivo é selecionar 20% de 100 animais que foram medidos, o valor de corte é o 80º percentil. Para achar esse valor deve-se contar a partir da maior medida

FIGURA 1 | MELHORAMENTO GENÉTICO ESQUEMATIZADO PARA CRIAÇÃO DO PEIXE EM DUAS FASES



Fonte: Adaptado de Taves, 1995.

até o 20º valor maior (20% de 100 animais) e este valor vai ser o de corte (Taves, 1995 – Tabela 2).

A partir da seleção desses indivíduos, eles são alocados em tanques para crescimento e reprodução. A reprodução dos parentais irá gerar a progênie F1 que passará novamente por seleção que irão reproduzir gerando a geração F2, e assim sucessivamente. A elaboração de um programa de melhoramento genético para pequenos e médios produtores deve ser planejada de forma a utilizar um número mínimo de tanques. Se a propriedade já produz os alevinos para crescimento, na época reprodutiva, devem ser selecionados entre 100 a 200 reprodutores (pelo menos 50 machos e 50

fêmeas), para que se reproduzam na proporção de 1 : 1 em um mesmo período. Isto é importante para que a futura seleção não seja influenciada pela idade. Após a produção, os alevinos devem ser uniformizados quanto à quantidade e ao tamanho e devem ser estocados em um tanque para crescimento. Se a opção for por seleção massal, todos os alevinos devem ser colocados em um mesmo tanque, sem divisão.

Se o produtor utiliza um sistema de produção com o crescimento dos animais em uma única fase, ou seja, os animais são colocados no tanque para crescimento e de lá saem somente para o abate, pode-se optar por fazer somente uma seleção, no momento do abate dos animais. Se o produtor

faz o crescimento em duas fases, ou seja, os animais são colocados em um tanque para o crescimento dos alevinos e, ao atingirem determinado tamanho, transfere-se para outro tanque, onde permaneceram até o abate, é possível fazer duas seleções, como exemplificado na Figura 1. Ainda na mesma Figura, considera-se a seleção de 35-50% e uma posterior de 10-20%. Essas porcentagens de seleção devem ser decididas pelo produtor, lembrando que a seleção de poucos animais pode acelerar o melhoramento; porém, pode também levar à depressão por endogamia. Todos os animais que não foram selecionados podem ser terminados e comercializados sem prejuízo algum para o proprietário. Uma vez iniciado o programa de seleção, deve ser evitada a introdução de material genético selvagem, a não ser os reprodutores de outros programas de melhoramento (Figura 1).³³

* **Alexandre Wagner Silva Hilsdorf** é professor da Universidade de Mogi das Cruzes, no Laboratório de Genética de Organismos Aquáticos e Aquicultura de Mogi das Cruzes, São Paulo (wagner@umc.br); **Laura Helena Órfão** é professora da Universidade José Rosário Velano Alfenas/MG (Unifenas) (lauraorfao@yahoo.com.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RESENDE, E.K. Pesquisa em rede em aquicultura: bases tecnológicas para o desenvolvimento sustentável da aquicultura no Brasil. *AquaBrasil. Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, 2009, 52-57p.

TAVES, D. Selective breeding programmes for medium-sized fish farms. FAO Fisheries Technical Paper. No. 352. Rome, FAO. 1995. 122 p.

TOLEDO-FILHO, S. A; ALMEIDA-TOLEDO, L. F.; FORESTI, F. et al. Programas genéticos de seleção, hibridação e endocruzamento aplicados à piscicultura. *Caderno de Ictiogenética*, nº 4. Editora USP, 1998.

PRADO, F. D.; HASHIMOTO, D. T.; SENHORINI, J. A. et al. Híbridos Interspecíficos de Peixes em Ambientes Naturais. *Panorama da Aquicultura*, 21(128): 30-41, 2012.

Manejos de gametas e embriões exigem programação hormonal

Danilo P. Streit Jr., Jayme A. Povh e Darci C. Fornari*

A cadeia de produção de qualquer espécie zootécnica começa, necessariamente, pela oferta das “sementes”; no caso da cadeia produtiva do pescado, dos alevinos. Logo, a importância deste setor é crucial ao estabelecimento de todo o processo. Explanamos a seguir sobre o manejo de gametas e embriões de peixes que necessitam de indução hormonal para a sua propagação. Embora a descoberta da indução hormonal remonte os anos 1930, por meio do pesquisador Rodolph von Ihering, o desenvolvimento

de protocolos de indução hormonal foi fundamental para que hoje mais de 30% da produção zootécnica de peixes seja de origem nativa. Este fato ocorreu no início dos anos 1980, quando foi repassado ao Brasil o modelo de produção de alevinos para as espécies silvestres, baseado no pacote de reprodução, desenvolvido para a carpa comum (*Cyprinus carpio*).

Naquele momento, houve a formação de recursos humanos (técnicos de diferentes níveis de formação) para a replicação da

técnica e posterior produção em massa, especialmente às espécies: tambaqui (*Collossoma macropomum*); pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e curimba (*Prochilodus lineatus*). Ao longo das duas décadas seguintes houve pouca evolução quanto ao manejo de gametas e embriões das espécies nativas, inclusive não sendo desenvolvidas metodologias que considerassem a diferença de comportamento reprodutivo da carpa comum com as espécies sul-americanas de piracema.

FIGURA 1 | EXTRUSÃO DE FÊMEA TAMBAQUI COM BOA FLUIDEZ, COLORAÇÃO E BRILHO DE OÓCITOS; PISCICULTURA BOA ESPERANÇA, PIMENTA BUENO, RO, 2012



SIMONE FORNARI OLIVEIRA

Somente a partir do início dos anos 2000 foram retomadas as pesquisas sobre manejo reprodutivo, especialmente pelos seguintes fatos: demanda de alevinos em grande quantidade pelo setor de crescimento/engorda; estímulo governamental, a partir do Ministério da Pesca e Aquicultura; grande número de alevinos utilizados no repovoamento de rios e lagos, em diferentes regiões do Brasil. Todavia, a retomada das pesquisas com reproduções de peixes teve como foco os processos mais elaborados – a criopreservação para bancos de germoplasma –, e não o desenvolvimento e aprimoramento de protocolos do manejo para a obtenção de gametas e embriões, por exemplo.

OBTENÇÃO DE GAMETAS

As espécies nativas reofílicas precisam de indução hormonal para a liberação de gametas. Assim, no Brasil é amplamente difundida a extrusão dos gametas obtidos para a utilização reprodutiva, através do extrato de hipófise. Todavia, a partir dos anos 1990 iniciou-se a difusão do GnRH-a (Gonadotropin-releasing hormone agonist) que, no país, é comercializado com o nome de Ovopel, como uma alternativa econômica eficiente e menos agressiva fisiologicamente para o peixe, embora algumas espécies nativas ainda apresentem um comportamento reprodutivo refratário a este produto.

A qualidade dos gametas é fundamental para o desenvolvimento das técnicas *in vitro*. Pesquisas têm relatado que o estresse sofrido pelos reprodutores durante o manejo para a liberação dos gametas afeta sua qualidade, especialmente as fêmeas. Em um estudo recente com tambaquis, foi possível constatar que a boa qualidade do gameta feminino (oócitos) (Figura 1) é crucial para a fertilização, relegando a um segundo plano a importância dos espermatozoides.

FIGURA 2 | PAILLETES DE 0,25 ML SENDO ENVASADOS COM SÊMEN + SOLUÇÃO CRIOPROTETORA À BASE DE GEMA DE OVO E GLICOSE E DMSO, COMO CRIOPROTETOR; DUKE ENERGY, SALTO GRANDE, SP, 2005



DANILO PEDRO STREET JR.

FIGURA 3 | BOCA DE UM BOTIJÃO TIPO DRY SHIPPER COM RACKS ALOCADAS EM UM ÚNICO CANECO PARA O RESFRIAMENTO DO SÊMEN, CARACTERIZANDO A PRÉ-CRIOPRESERVAÇÃO; DUKE ENERGY, SALTO GRANDE, SP, 2005



DANILO PEDRO STREET JR.

FIGURA 4 | BOTIJÃO DE ESTOCAGEM DE SÊMEN CRIOPRESERVADO A -196 °C EM NITROGÊNIO LÍQUIDO; DUKE ENERGY, SALTO GRANDE, SP, 2005



DANILO PEDRO STREET JR.

CRIOPRESERVAÇÃO

Os espermatozoides de peixes, quando liberados, estão imóveis no líquido seminal. Ao entrar em contato com a água, imediatamente inicia-se uma intensa movimentação atingindo o seu máximo de motilidade já em poucos segundos. Em geral, nos peixes de escamas sul-americanos, de água doce, este processo dura em torno de 60 segundos, podendo, no entanto, superar os 120 segundos nos siluriformes (bagres). Logo, quando se pretende manter este sêmen resfriado e/ou criopreservado por um maior período para poder utilizá-lo quando for necessário, deve-se diluí-lo em um meio aquoso, mas que o mantenha imóvel. Para tanto, utilizam-se substâncias que possuam a mesma osmolaridade do sêmen.

Para compor este diluente são necessários um crioprotetor intracelular e outro extracelular, pois o sêmen vai ser submetido a temperaturas inferiores a zero grau Celsius; além de um componente que contribua para a manutenção energética dos espermatozoides, pois, mesmo resfriados, eles mantêm a atividade basal de gasto energético. No Brasil, o meio diluente mais utilizado é composto por gema de ovo + glicose + crioprotetor interno, que pode ser o DMSO (dimetil-sulfóxido) ou o metanol, dependendo da espécie. Tem sido utilizado, com sucesso, o meio diluente desenvolvido para suínos, que substitui o tradicional ovo + glicose, conhecido como BTS (Beltsville Thawing Solution), adicionado de um crioprotetor interno.

Em geral, quando o destino é a criopreservação para banco genético, dilui-se na relação 1 : 3 ou 1 : 4 sêmen : solução crioprotetora em pailletes de 0,25 ou 0,5 mL (Figura 2). Em seguida, o *paillet* é fixado na *rack* e submergido em um botijão conhecido como *dry shipper* (Figura 3); após 24 horas o material é transferido para um botijão de estocagem com nitrogênio líquido a -196 °C (Figura 4).

Os resultados alcançados atualmente com aplicação destas técnicas variam em função da espécie do peixe, da técnica (resfriamento ou criopreservação) e da composição da solução crioprotetora. Utilizando o sêmen diluído com uma solução fisiologicamente ajustada e resfriado, é possível manter os espermatozoides ativos por pelo menos quatro dias

FIGURA 5 | EMBRIÃO DE PACU EM ESTÁDIO DE BLASTOPÓRO, MOMENTO IDEAL PARA O RESFRIAMENTO; DUKE ENERGY, SALTO GRANDE, SP, 2005

DANILO PEDRO STREIT JR.



– como ocorre para o pacu e o curimba –, ou por mais de dez dias, no caso da piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). Uma vez criopreservado, o material pode ser mantido por tempo indefinido.

RESFRIAMENTO DE EMBRIÕES

Como alternativa à criopreservação de embriões de peixes, é viável a utilização do resfriamento que foi desenvolvido a partir de protocolos utilizados com espermatozoides. Do ponto de vista prático, utilizar embriões resfriados seguramente é mais restrito do que criopreservados em função do curto período de viabilidade. Todavia, possibilita um manejo emergencial, quando não há um número suficiente de incubadoras para serem utilizadas, pois é possível deixar os embriões na geladeira e proceder ao transporte refrigerado rápido (de até seis horas) sem perdas na taxa de eclosão. Um exemplo prático desse manejo é a obtenção de embriões em locais remotos e seu transporte até o laboratório onde serão produzidas as larvas.

O protocolo de resfriamento para embriões de espécies sul-americanas é composto por um crioprotetor externo (sacarose) e um crioprotetor interno (metanol), ambos diluídos em água, sempre utilizando o embrião em estádio pré-fechamento do blastopóro (Figura 5). Em estudos realizados com curimba, dourado (*Salminus maxillosus*) e cascudo (*Rhinelepis aspera*), foi possível obter um percentual elevado de larvas eclodidas submetidas ao resfriamento a -8 °C, após seis horas, e com pacu por até 12 horas. Ocorreram registros de sobrevivência com embriões de pacu por até 24 horas, sugerindo que é possível manter os embriões vivos por um período maior que o tempo que este levaria para se desenvolver, entre 16 a 19 horas, em temperatura adequada, 26 a 29 °C, respectivamente.

Atualmente, os trabalhos que estão sendo desenvolvidos com gametas femininos convergem para a criopreservação de tecido ovariano. Este material


é criopreservado e, depois de descongelado, reimplantado em outro animal. Os resultados têm sido animadores e abrem uma nova frente de aplicação no setor produtivo. Enquanto os programas de melhoramento genético têm avançado com as espécies, como o tambaqui e a cachara, os reprodutores melhorados passaram a apresentar valores individuais elevados, em função do seu potencial de retransmissão de carga genética para os descendentes. Logo, a garantia de manutenção das características genéticas, mesmo após a morte do reprodutor, é extremamente valiosa.

BANCO DE SÊMEN

Tem sido dada prioridade à composição do banco de germoplasma, que considera a origem genética – no caso, o grau de consanguinidade – dos animais que serão utilizados como doadores de sêmen. O primeiro passo é realizar uma avaliação genética dos possíveis doadores por PCR (polymerase chain reaction), através de microsátélites. Em seguida, é elaborado o mapeamento do grau de consanguinidade, sinalizando o distanciamento genético entre os doadores de sêmen. Se neste mapa for identificada a presença de irmãos, não há necessidade de criopreservar o sêmen de mais de um desses indivíduos, pois eles terão a mesma carga genética.

Diferentemente do que o ocorre em outras espécies zootécnicas, os bancos de germoplasma em peixes desenvolveram-se com a intenção básica de preservação ambiental. Nos últimos quatro anos, os bancos de sêmen foram aplicados de forma intensiva para o desenvolvimento de dois projetos de produção exclusivamente zootécnica; um público (Projeto Aquabrasil) e outro privado. No projeto público, a utilização do sêmen congelado foi a alternativa escolhida quanto a custos para transporte de material genético, visando à execução do programa de melhoramento genético do tambaqui e da cachara. Neste caso, foi necessário transportar

sêmen de Mato Grosso para Rondônia, e vice-versa, assim como para Amazonas e Tocantins. O programa foi construído sobre um cruzamento entre uma fêmea e dois machos; logo, o sêmen utilizado era transportado de um local para outro, e não os reprodutores.

No programa privado, a utilização do banco foi a alternativa encontrada para a produção de alevinos do híbrido de cachara e jundiá amazônico (*Leiarius marmoratus*). Neste caso, a empresa importou sêmen de animais do estado de Rondônia e produziu o híbrido no estado de Mato Grosso, para a engorda em tanques escavados. No ano de 2010/2011 foram utilizadas mais de 5 mil doses de sêmen do jundiá amazônico e a expectativa é que esse número de doses tenha aumentado na estação reprodutiva de 2011/2012. Quando se pretende manusear (criopreservar ou resfriar) o sêmen ou os oócitos, é preciso trabalhar com o máximo de qualidade deles. Isto implica alimentação prévia dos reprodutores, boa qualidade das soluções a serem empregadas para os processos de manipulação e redução do estresse dos reprodutores, entre outros fatores. 

* **Danilo P. Streit Jr.** é professor do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) (danilo.streit@ufrgs.br); **Jayme A. Povh** é professor do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Mato Grosso/Rondonópolis (UFMT) (jayme.peixegen@gmail.com); **Darci C. Fornari** é doutor pela UEM, responsável técnico pela empresa Delicious Fish (darci.peixegen@gmail.com).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LOPES, T. S.; ROMAGOSA, E.; STREIT JR., D. P. et al. Cooling of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) embryos at various stages of development for 6 or 10 hours. *Theriogenology*, v. 75, 2011, 570-576p.
- STREIT JR., D. P.; DIGMAYER, M.; RIBEIRO, R. P. et al. Embriões de pacu submetidos a diferentes protocolos de resfriamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 8, 2007, 1199-1202p.
- VIVEIROS, A. T. M.; GODINHO, H. P. Sperm quality and cryopreservation of Brazilian fresh water fish species: a review. *Fish Physiology and Biochemistry*, v. 35, 2009, 137-150p.

Estratégia

Manejo alimentar eficaz viabiliza aquacultura lucrativa e sustentável

José Eurico Possebon Cyrino*



RODRIGO ESTEVAN MOURÃO DE ALMEIDA

Manejo alimentar em tanques de cultivo; Luís Eduardo Magalhães, BA, 2012

Sistemas de piscicultura intensivos com baixos impactos, ambientalmente corretos e, também, altamente produtivos – ou seja, sustentáveis e lucrativos –, demandam a adoção de estratégias de produção e manejo alimentar e de emissão de efluentes. O manejo de resíduos exige a redução das fontes primárias de impacto ambiental: potenciais sobras alimentares – em especial, nitrogênio, fósforo e material fecal dissolvido (por exemplo, carboidratos indigeríveis), bem como agentes profiláticos e, eventualmente, terapêuticos. O uso de rações e ingredientes de alta digestibilidade minimiza tais problemas, desde que o balanceamento das rações seja feito com critérios adequados,

considerando inclusive mecanismos de compensação fisiológica específico para cada espécie. A ciência da nutrição de peixes está longe de estabelecer um padrão geral de exigências nutricionais, especialmente porque peixes são animais pecilotérmicos, com dependência direta e indireta do ambiente, afetados pelas variações de condições ambientais mais intensas e diretamente quando comparados a animais terrestres. Os hábitos alimentares e as dietas dos peixes não só influenciam seu comportamento, sua integridade estrutural, sua saúde, suas funções fisiológicas, sua reprodução e seu crescimento, como também alteram a qualidade da água dos sistemas de produção (Figura 1).

A otimização do crescimento dos peixes só pode ser alcançada através do manejo concomitante da qualidade de água, nutrição e alimentação – a alimentação excessiva ou o uso de rações não balanceadas que reduzem a absorção de nutrientes pelos peixes resultam em excesso de matéria orgânica nos sistemas de produção que, em condições tropicais, seria mineralizada rapidamente, disponibilizando nutrientes regenerados para o florescimento do fitoplâncton, reduzindo a transparência e alterando a qualidade da água, induzindo estresse respiratório e bioquímico com sérios riscos à saúde dos peixes e possíveis perdas no sistema de produção.

O impacto da piscicultura é quase desprezível em comparação ao impacto ambiental de efluentes domésticos e industriais. No Brasil, o Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) aprovou a resolução n. 357, de 17 de março de 2005, fixando novos limites para parâmetros de qualidade de água em efluentes, incluindo a aquicultura. Torna-se, então, necessário que as agências ambientais, as autoridades e os produtores redobrem a atenção em relação ao conceito frequentemente negligenciado de capacidade de sustentação de sistemas de produção, diretamente relacionado à disponibilidade e concentração de recursos finitos – espaço, oxigênio dissolvido, disponibilidade de alimentos, concentração de metabólitos etc. –, todos, por sua vez, diretamente influenciados pela qualidade dos alimentos, densidade nutricional, densidade de estocagem de peixes, bem como práticas e estratégias de manejo da qualidade de água.

A intensidade do uso e a qualidade de insumos e alimentos definem a severidade do impacto ambiental causado pela piscicultura, em relação direta com a intensificação dos sistemas de produção (Figura 2). Em sistemas intensivos, os alimentos industrializados (as rações) são a fonte exclusiva de nutrientes para os peixes, e podem representar até 70% dos custos de produção. Então, se o aumento da produtividade é a meta principal dos produtores, a formulação de dietas de alta eficiência alimentar e impacto ambiental mínimo deve ser a obsessão dos nutricionistas.

DIETA E AMBIENTE

Como resultado de variação na qualidade da matéria-prima, de armazenamento e técnicas de processamento, a composição química de ingredientes para rações, tanto de origem animal como vegetal, varia principalmente com respeito ao conteúdo de aminoácidos. Co- e subprodutos animais de qualidade normalmente têm conteúdos de aminoácidos essen-

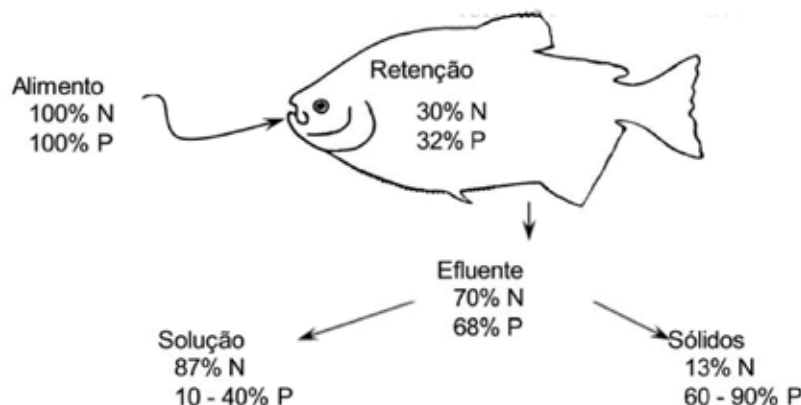
ciais (limitantes) mais altos, e melhor perfil de aminoácidos totais; eles também são boas fontes de energia digestível, ácidos graxos essenciais e vitaminas, e apresentam um efeito atrativo adicional e interessante para os peixes. A farinha de peixe (FP), fonte de proteína mais comumente utilizada em rações para organismos aquáticos – 51 a 72% proteína bruta (PB) e 1,67 a 4,21% P –, é considerada o alimento padrão para a indústria e estudos de nutrição de peixe. Porém, quando acontece o fenômeno “El Niño”, a produção e a oferta de FP diminuem 20%, ou seja, há uma relação direta entre ambas com a captura mundial de pescado.

Por conta do alto custo e da possível escassez temporária no mercado mundial, a procura por sucedâneos adequados para FP, tanto em valor nutricional como relação custo-benefício, continua interessante e necessária. Fontes vegetais de proteína comumente apresentam menor digestibilidade, são deficientes nos aminoácidos metionina e lisina, e podem apresentar fatores antinutricionais que: (I) afetam o uso e digestão da proteína – por exemplo, inibidores de protease, taninos e lecitina –; (II) afetam o uso de minerais – por exemplo, fitatos (ácido fítico), gossipol, oxalatos e glucosi-

nolatos –; (III) afetam o aproveitamento das vitaminas (antivitaminas); ou (IV) afetam a sanidade dos animais, como micotoxinas, alcaloides, saponinas, nitrato e fito-estrógenos. Substituir ingredientes de origem animal por ingredientes de origem vegetal é uma prática completamente consolidada. Porém, porque os resultados são espécie-específicos, variam com condições ambientais e sistema de produção, e nem sempre a redução de efeitos poluentes (possível resultado da menor excreção de metabólitos) é acompanhada do melhor desempenho; padrões e níveis de substituição ideais ainda não estão bem estabelecidos.

A adaptação e o uso do conceito de “proteína ideal” – formulação de dietas com níveis e proporções de aminoácidos iguais ao perfil de aminoácidos do corpo para suprir as exigências nutricionais – em estudos de alimentação e nutrição de peixes, além da suplementação das rações com aminoácidos sintéticos, seria a prática mais adequada para otimizar a absorção de aminoácidos dietéticos e minorar a excreção de amônia pelos peixes. Porém, o uso desta técnica eleva as taxas de absorção intestinal de aminoácidos, que alcançam picos plasmáticos rapidamente, acelerando o catabolismo e excreção de

FIGURA 1 | TAXAS ESPERADAS DE RETENÇÃO E EXCREÇÃO DE NITROGÊNIO E FÓSFORO INGERIDOS COMO ALIMENTO POR PEIXES, NAS FORMAS SÓLIDA OU SOLÚVEL



Fonte: RAMSEYER, I.; GARLING, D. 1997. Fish nutrition and aquaculture waste management. Illinois-Indiana Sea Grant Program, Publication CES-305

metabolitos de nitrogênio no ambiente, potencializando os problemas ambientais.

Um exemplo do resultado prático do conhecimento deste fenômeno biológico: em 1985, as rações utilizadas em salmicultura no Chile continham 60% PB e apenas 6,8% de lipídios. Porém, em 2005, passaram a conter, em média, 35% de cada um destes nutrientes, os lipídios sendo então utilizados como “fontes alternativas de energia” aos aminoácidos, com consequente redução dos níveis de excreção de metabolitos nitrogenados pelos peixes. Entretanto, esta substituição foi feita à custa do aumento do consumo de óleo de peixe, que tem o perfil nutricional que mais se aproxima das exigências dietéticas dos salmões.

Esta prática, então, reduziu a concentração de nitrogênio nos efluentes, mas não teve efeito significativo na redução do consumo de produtos originados da pesca – no caso, o óleo de peixe – e, conseqüentemente, não reduziu o impacto da salmicultura no suprimento de pescado, um “custo ambiental” ainda relativamente alto da atividade. Entretanto, duas antigas questões persistem: (I) O que pode, efetivamente, substituir a farinha de peixe nas rações para organismos aquáticos? (II) Deve-se continuar pesquisando a substituição da farinha de peixe em rações para organismos aquáticos ou é mais relevante avaliar possíveis sucedâneos como alimentos suplementares à farinha de peixe?

RAÇÕES CORRETAS

Não existe uma tradução literal para os termos *environmentally-friendly feeds* ou *low-pollution diets*, utilizados em língua inglesa para designar, classificar ou conceituar rações que produzam quantidades reduzidas de metabolitos ou fezes. Uma das poucas referências em língua portuguesa encontradas oscila entre as denominações rações: “favoráveis ao meio ambiente” ou “menos poluentes” (Lawrence et al., 2003). Certo está que a preservação ambiental é não só uma

atitude correta, saudável, como uma necessidade premente. Desta forma, para fins de contextualização e padronização, fica estabelecido o uso do termo “alimentos ambientalmente corretos” para designar os alimentos formulados para organismos aquáticos com as características conceituais universalmente aceitas.

A partir de tal conceituação, pode-se então discutir estratégias de formulação e de alimentação que têm como alvo reduzir a taxa de excreção de metabolitos e fezes, bem como as perdas alimentares em piscicultura. As estratégias de formulação de alimentos ambientalmente corretos visam, em primeiro lugar, substituir a fonte padrão de proteína das dietas de peixe, a farinha de peixe, por menos impactantes ao meio, na medida em que reduzem o esforço de pesca para produção da farinha de peixe, e que contenham menores teores de fósforo. Vários produtos à base de farinha de peixe foram testados com diferentes graus de sucesso na formulação de dietas para peixes: por exemplo, silagem de peixe composta, concentrado proteico de soja, farelo de glúten de trigo e de milho, farelo de canola, farinhas de carne, de sangue e de penas, farinha de abatedouro avícola. Os esforços constantes de pesquisa vêm gerando resultados ao mesmo tempo bons e contraditórios.

Novos padrões de alimentação têm sido desenvolvidos com base em princípios de bioenergética nutricional que levam em consideração o conteúdo de energia digestível da dieta, a relação proteína–energia digestível e a quantidade de energia digestível exigida por unidade de ganho de peso vivo. O ganho expresso como energia retida na carcaça mais a energia usada para manutenção a diferentes temperaturas da água são o principal critério para alocação de energia e alimento. Com base nesses princípios, têm sido então desenvolvidos modelos bioenergéticos e aplicativos destinados a facilitar a computação desses modelos, permitindo ainda predizer taxas de

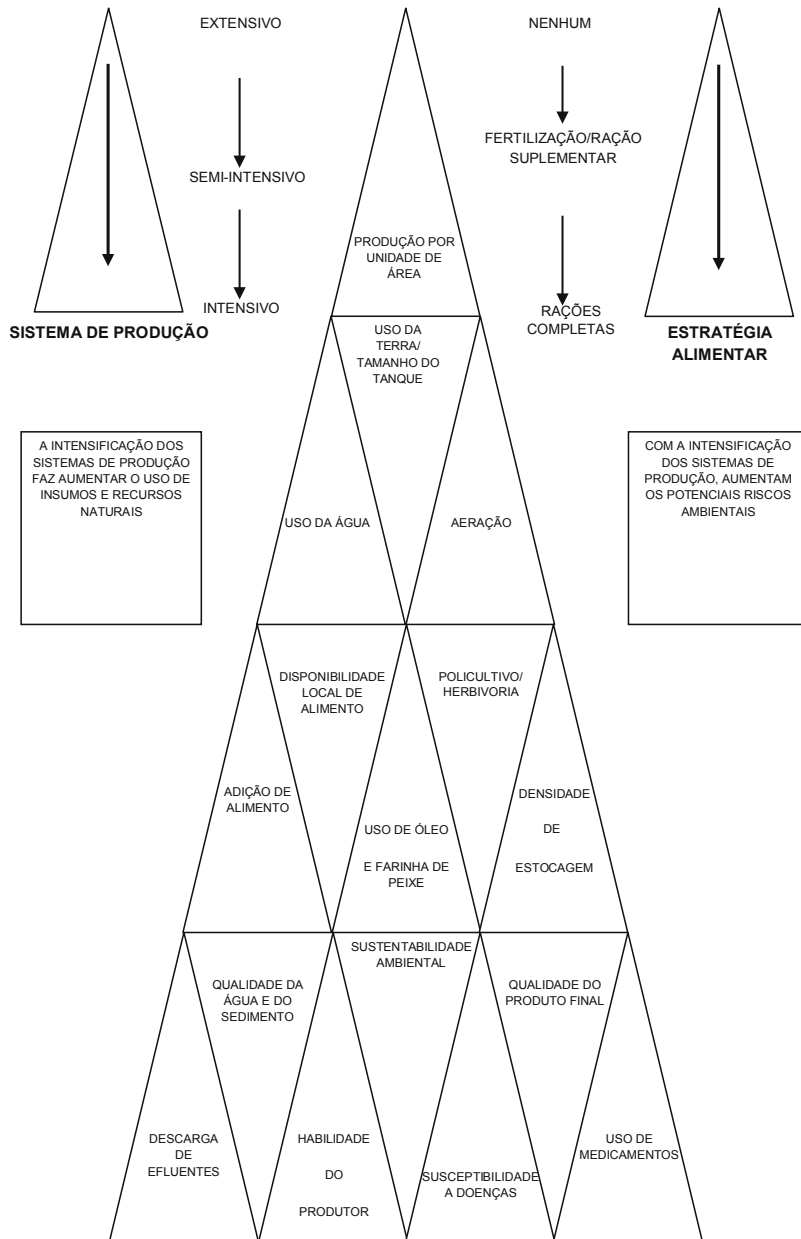
crescimento e de retenção de energia, nitrogênio e fósforo, exigências e taxas de excreção para determinar padrões alimentares, bem como quantificar perdas alimentares e qualidade do efluente com base em uma metodologia biológica.

A computação dos modelos exige dados de peso inicial e final dos peixes, temperatura da água, taxa de crescimento, conteúdo de energia na carcaça e coeficientes de perdas alimentares para estimar taxas de absorção e excreção. É ainda essencial dispor de determinações precisas de coeficientes de crescimento em unidades térmicas, digestibilidade aparente das dietas e eficiência de retenção de nutrientes, que devem ser determinados em ensaios biológicos a campo e no laboratório. O controle ambiental do sistema de produção deve ser auxiliado pelo conhecimento das exigências em oxigênio dos peixes. Um dos aplicativos disponíveis, o Fish-PrFEQ (Cho; Bureau, 1998), contém ainda módulos para registro de índices de produção, cálculos de desempenho e base de dados para manejo de entrada e saída de dados que podem ser exportados para manipulações e tratamentos gráficos.

Para as condições de piscicultura tropical, deveria ser adotada uma estratégia pragmática para a formulação e o uso de alimentos e práticas alimentares de baixo impacto ambiental e poluente, a exemplo do que é feito por secretarias e ministérios da agricultura de países com sistemas funcionais de fomento, treinamento e divulgação de conhecimento. Esta estratégia seria baseada no trabalho conjunto de todos os agentes atuantes na agroindústria da piscicultura para, inicialmente, construir uma rede de coleta de informações e uma base de dados (desempenho e qualidade da água) de livre acesso a produtores, técnicos, indústrias de alimento, instituições de pesquisa e respectivas agências de fomento e financiamento à pesquisa.

A esta base de dados seria acoplada uma ferramenta computacional de auxílio ao cálculo de rações. Fórmulas de dietas

FIGURA 2 | DIFERENÇA ENTRE SISTEMAS DE PRODUÇÃO EXTENSIVO, SEMI-INTENSIVO E INTENSIVO CONVENCIONAL, EM RELAÇÃO A USO DE INSUMOS, RECURSOS E RISCO AMBIENTAL POTENCIAL



Fonte: Adaptado de Tacon; Foster, 2003.

poderiam ser periodicamente divulgadas e assumiriam domínio público, permitindo assim avaliações biológicas, coleta de dados e realimentação da base. A abordagem de avaliação biológica – avaliação concomitante do desempenho nutricional e zootécnico de várias espécies de peixes

produzidos sob as mais diversas condições e alimentados com dietas contendo vários níveis de um “pacote de nutrientes” –, a mais eficiente estratégia de avaliação das exigências nutricionais e desempenho dos peixes, poderia ser inicialmente baseada em recomendações internacionalmente

aceitas e permitiria a construção de uma base de dados nutricionais para formulação das dietas ambientalmente corretas ao uso em todo território nacional.

Somente a ação coordenada e positiva de piscicultores, fábricas de rações, agências regulatórias e instituições de ensino e pesquisa poderia definir códigos de conduta e práticas de manejo ambientalmente responsáveis e disciplinar o uso sustentável dos recursos hídricos para a produção de alimento ao consumo humano. Este desafio deve contemplar um futuro, senão imediato, pelo menos de curto prazo. Seria salutar que todos os envolvidos no processo de busca por soluções menos impactantes ao meio para o aumento de produtividade e da produção em piscicultura buscassem, com espírito desarmado, retidão de propósitos, honestidade e pragmatismo, o bem comum. (3)

* José Eurico Possebon Cyrino é professor livre-docente do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ (jepcyrino@usp.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHO, C. Y.; BUREAU, D. 1998. Development of bio-energetic models and the Fish-PrFEQ software to estimate production, feeding ration, and waste output in aquaculture. *Aquatic Living Resources*. 11:199-210.
- CYRINO, J. E. P.; BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y. et al. 2010. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 39: 68-87.
- LAWRENCE, A.; CASTILLE, F.; VELASCO, M. et al. 2003. Programa de rações “favoráveis ao meio ambiente” ou “menos poluentes” para fazendas de camarão marinho. *Revista da Associação Brasileira dos Criadores de Camarão (ABCC)*. 5: 88-94.
- TACON, A. G. J.; FORSTER, I. P. 2003. Aquafeeds and the environment: policy implications. *Aquaculture*. 226:181-189.

Desempenho

Nutrição adequada a cada espécie é desafio para pesquisa e produção

Álvaro José de Almeida Bicudo e Eduardo Gianini Abimorad*



RODRIGO E MINHOZ DE ALMEIDA

Técnico alimenta peixes em criatório; Luís Eduardo Magalhães, BA, 2012

Os estudos nutricionais em peixes tiveram origem nos Estados Unidos, em 1950, com a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*). No Brasil, as pesquisas com nutrição de peixes iniciaram-se em 1970, no atual Centro de Aquicultura da Unesp de Jaboticabal, São Paulo, tendo como espécie-alvo o tambaqui (*Colossoma macropomum*). Diferentemente de outros ramos da produção animal – como a avicultura e a suinocultura –, os estudos nutricionais na piscicultura não têm como alvo, na maior parte das vezes, uma única espécie animal, mas várias espécies de peixes que, por sua vez,

possuem diferentes hábitos alimentares e características fisiológicas, biológicas e ambientais, fatores que influenciam nas exigências nutricionais e nas suas formas de aproveitamento dos alimentos. Devido à grande diversidade de espécies de peixes no Brasil – somente a região Amazônica possui mais espécies de peixes de água doce que todo o continente europeu –, torna-se quase impossível tornar todas elas alvos de estudos sobre sua nutrição.

Quando pensamos na produção de peixes em cativeiro, é muito comum também a utilização de híbridos – por exemplo,

tambacu, cachapinta –, que, devido ao vigor híbrido, apresentam desempenho zootécnico superior às espécies puras, influenciando diretamente nas exigências nutricionais desses animais. Além disso, os sistemas de criação podem influenciar na necessidade nutricional do peixe, tendo uma relação direta com a intensificação; quanto mais intensivo, maior terá de ser a concentração de nutrientes na dieta, pois menor será a disponibilidade de alimento natural.

Os gastos com alimentação de peixes cultivados podem corresponder por até 70% dos custos de produção em

sistemas intensivos. Adicionalmente, a qualidade das rações é fator importante para manutenção da qualidade da água de cultivo, influenciando diretamente o desempenho zootécnico e o impacto ambiental da piscicultura. Por isso, os pesquisadores têm focado principalmente os seguintes pontos na nutrição dos peixes nativos: (I) a determinação das exigências nutricionais; (II) a avaliação do valor nutricional de ingredientes tradicionais e alternativos para formulação de rações; e (III) a influência da nutrição sobre a saúde dos peixes. Os resultados obtidos permitem a formulação de rações mais completas do ponto de vista nutricional, menos poluentes e mais eficientes do ponto de vista econômico e zootécnico.

Em geral, a determinação da concentração da proteína dietética tem sido o primeiro passo nos estudos de nutrição em peixes nativos, uma vez que a proteína é o nutriente mais oneroso na formulação das rações. A exigência de proteína pelos peixes é influenciada por diversos fatores, entre os quais podemos destacar: o estágio de desenvolvimento, o hábito alimentar e a concentração

de energia na dieta. Peixes jovens exigem níveis de proteína mais elevados que peixes adultos. Peixes onívoros e herbívoros têm a exigência proteica (25-35% PB – proteína bruta) menor que espécies carnívoras (45-50% PB). Excesso de energia na dieta reduz o consumo da ração e, como consequência, a ingestão de nutrientes importantes – proteína, vitaminas e minerais, por exemplo –, diminuindo o crescimento dos peixes, além de aumentar a deposição de gordura nos músculos e vísceras. Rações deficientes em energia, por sua vez, obrigam os peixes a utilizarem a proteína da ração para atender à sua exigência em energia, tornando as rações pouco eficientes do ponto de vista econômico e ambiental. A adequada relação entre energia e proteína possibilita que a proteína dietética seja direcionada para deposição de proteína corporal, o que significa a formação de músculo (carne) na sua quase totalidade. Os resultados de pesquisa obtidos, até o presente momento, demonstraram que a relação energia (proteína adequada para as espécies nativas estudadas) situa-se de 9 a 11 kcal g⁻¹ de energia, por massa de proteína.

A maioria das informações sobre exigência proteica das espécies nativas foi obtida com peixes na fase de alevino. Em geral, a exigência em proteína determinada (Tabela 1) tem sido inferior ao teor de proteína das rações utilizadas pelos produtores nesta fase de desenvolvimento (40-50%). Desse modo, tais resultados nos levam a crer que existe “espaço” para redução do teor de proteína das rações utilizadas atualmente, diminuindo assim o custo com alimentação e o impacto ambiental proporcionado pelas rações. Isso é corroborado pelo fato de a fase inicial dessas espécies ser realizada geralmente em viveiros escavados, onde existe disponibilidade de alimento natural (plânctons).

O conhecimento do valor nutricional dos alimentos utilizados na formulação das rações possibilita a diminuição dos resíduos gerados pela piscicultura. Além disso, a avaliação da digestibilidade dos nutrientes permite determinar o potencial de uso de alimentos alternativos na formulação das rações. De nada adianta um ingrediente alternativo ter a mesma composição química de um ingrediente tradicional, se o aproveitamento dos nutrientes presentes nesse ingrediente for muito inferior se comparado ao tradicional. A formulação de rações com base nos nutrientes digestíveis, ao invés de nutrientes brutos, aumenta a acurácia da ração, aumentando assim a sua eficiência econômica e ambiental.

Em relação às vitaminas, as pesquisas têm sido focadas nas relações desses compostos com a manutenção da saúde dos peixes. Destaque deve ser dado às vitaminas C e E (as que possuem maior número de estudos realizados), cuja ação estimulante do sistema imunológico dos peixes foi comprovada em diferentes espécies. Outros compostos – mananoglicosacarídeos, leveduras, entre outros – também têm sido estudados como imunoestimulantes nos peixes. O uso de rações com imunoestimulantes deve ser feito de forma estratégica, geralmente

TABELA 1 | EXIGÊNCIA EM PROTEÍNA BRUTA (PB) DETERMINADA EXPERIMENTALMENTE PARA DIFERENTES ESPÉCIES NATIVAS DE PEIXES, NA DASA INICIAL*

ESPÉCIE	PESO INICIAL (G)	EXIGÊNCIA EM PB
Lambari <i>Astyanax bimaculatus</i>	1,30	32,0%
Piracanjuba <i>Brycon orbignyanus</i>	5,25	30,0%
Tucunaré <i>Cichla sp.</i>	10,0	37,0%
Pacu <i>Piaractus mesopotamicus</i>	15,5	27,1%
Jundiá <i>Rhamdia quelen</i>	1,52	32,6%
Curimatá <i>Prochilodus affinis</i>	2,72	26,0%

* As referências bibliográficas que originaram os dados da tabela podem ser solicitadas aos autores




Manejo alimentar em tanques de cultivo; Luís Eduardo Magalhães, BA, 2012

antes daqueles períodos em que os peixes são submetidos a maior estresse (transporte, despesca, biometria). A relação da nutrição com a saúde dos peixes é tratada mais detalhadamente no artigo da página 70.

Embora a velocidade com que o meio acadêmico gera informações seja sempre inferior aos anseios do meio produtivo, para a tilápia (uma espécie exótica), muitas das informações geradas na academia já têm sido largamente utilizadas pela indústria. Pode-se ver isso claramente quando observamos indústrias lançando suas rações premium, com aditivos ou suplementação de nutrientes que prometem melhorar o desempenho zootécnico e a saúde dos peixes. Também já é possível encontrar no mercado rações formuladas pelo “conceito de proteína ideal”, o que não seria possível sem as informações geradas pelo meio acadê-

mico sobre exigências e digestibilidade de aminoácidos e proteína. Entretanto, para as espécies nativas, estudos de exigências e digestibilidade de aminoácidos só foram realizados com pacu e jundiá.

Por outro lado, as indústrias de ração não têm como produzir variados produtos referentes às diferentes espécies, fases de crescimento e sistemas de criação. No entanto, uma maior interação entre a academia, os meios de extensão e de produção é de extrema importância e urgência, visando à utilização de rações específicas com melhor qualidade e menor impacto ambiental; não ficando somente as rações mais baratas. Assim, muito ainda precisa ser feito a fim alcançarmos, para as nossas espécies, o mesmo patamar de conhecimento das espécies de peixes de clima temperado. O desafio está lançado. 

* **Álvaro José de Almeida Bicudo** é professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco (alvaro.bicudo@uaq.ufrpe.br) e **Eduardo Gianini Abimorad** é pesquisador da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Polo Regional do Noroeste Paulista (abimorad@apta.sp.gov.br).

Manejo

Prevenção de doenças em peixes tem nutrição como fator determinante

Ricardo Yuji Sado e Álvaro José de Almeida Bicudo*



JOSE EURICO F. CARINO

Alimentação de peixes em viveiro do Setor de Piscicultura da ESALQ, onde são cultivadas as espécies bagre americano (destaque), tambaqui e carpa; Piracicaba, SP, jan. 2013

Peixes são animais ectotérmicos, de “sangue frio”; ou seja, seu metabolismo e fisiologia são afetados pelas condições ambientais (temperatura, por exemplo), quando comparados a animais terrestres endotérmicos (“sangue quente”). As inúmeras espécies existentes no Brasil, com importância e potencial econômico, apresentam diferentes hábitos alimentares, assim como suas exigências nutricionais. Dessa forma, não só o hábito alimentar, mas também a dieta influenciam seu comportamento, saúde, funções fisiológicas, reprodução e crescimento. O manejo alimentar inadequado e o uso de rações de baixa qualidade, ou não balanceadas, provocam redução na absorção dos nutrientes

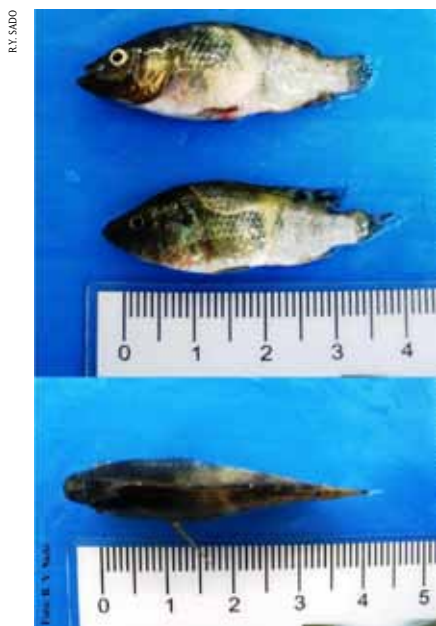
ocasionando acúmulo de matéria orgânica no ambiente de produção.

O excesso de matéria orgânica torna o ambiente propício para o desenvolvimento de organismos com potencial patogênico (bactérias e parasitas), além da disposição de nutriente para o florescimento excessivo de fitoplâncton (*bloom* de algas). Ocorre redução na transparência e alteração nos parâmetros de qualidade da água, especialmente na concentração de oxigênio dissolvido, nos períodos em que não há o processo de fotossíntese (noturno). Este fato induz um fator estressante para os animais, comprometendo seu sistema imunológico e aumentando o risco de um surto de doença no sistema

de produção, com grandes perdas econômicas devido à mortalidade e aos custos com medicamentos, cenário que pode ser resumido pela Figura 1, que mostra a inter-relação entre o hospedeiro-patógeno-ambiente com desenvolvimento da doença (D).

Sistemas intensivos são caracterizados pelo adensamento populacional. Esse adensamento provoca um estado de estresse nos peixes que, somado ao manejo inerente aos sistemas intensivos de produção (manipulação, reprodução artificial e transporte), leva a consequências deletérias o sistema imunológico do peixe. Os peixes tornam-se mais propensos a surtos de doenças

FIGURA 1 | INTER-RELAÇÃO HOSPEDEIRO-PATÓGENO-AMBIENTE COM O DESENVOLVIMENTO DA DOENÇA (D), CAUSADA POR ESTRESSE AMBIENTAL; PIRACICABA, SP, 2008



(parasitas e bactérias), com grande mortalidade, acarretando enormes prejuízos ao produtor (Figuras 2, 3 e 4). Essas doenças podem ser controladas com o uso de quimioterápicos, vacinas ou imunostimulantes. Muitas vezes, o uso indevido de antibióticos pode ocasionar o desenvolvimento de cepas bacterianas com resistência a esses medicamentos e o conseqüente impacto no ambiente de produção, no ambiente aquático e, até mesmo, com relação ao tratamento de enfermidades humanas (saúde pública). O uso de vacinas ainda é incipiente, além de proteger os peixes de apenas alguns patógenos.

O sistema imune dos peixes é não específico, agindo contra quaisquer micro-organismos patogênicos ou corpo estranho, sendo que as brânquias e pele são as linhas primárias de defesa, juntamente com o muco, compondo uma barreira química e física contra agentes patogênicos, imobilizando-os e destruindo-os.

Em muitas espécies animais, a dieta pode influenciar nos parâmetros imunológicos (número de leucócitos e produção de anticorpos), assim como a capacidade do animal de resistir a doenças infecciosas. Com isso, pesquisas com o uso de dietas preparadas artificialmente com alimentos funcionais (os quais têm a capacidade de atuar na saúde do organismo cultivado), resistência ao estresse e agentes causadores de doenças assumem grande importância. Os aditivos ou suplementos alimentares utilizados na aquicultura com o objetivo de melhorar o desempenho e a sanidade dos animais são imunonutrientes (vitaminas e minerais), imunostimulantes, probióticos e prebióticos.

Alguns nutrientes, como as vitaminas E e C, têm maior influência no sistema imune. A vitamina E é um nutriente lipossolúvel, enquanto que a vitamina C é hidrossolúvel. Ambas possuem a mesma função biológica: atuam como antioxidantes protegendo macromoléculas celulares (DNA, proteínas, lipídeos) contra a oxidação por radicais livres durante o metabolismo normal, ou em condições adversas, como doença, estresse e poluição. Imunostimulantes são subs-

tâncias capazes de aumentar a resistência do animal a doenças infecciosas, atuando no sistema imune inespecífico, através do aumento da atividade fagocítica e bactericida das células de defesa, podendo também atuar no sistema imune específico quando administrados como adjuvantes em vacinas. O uso de imunostimulantes é um meio efetivo de aumentar a resistência a infecções causadas por vírus, fungos, bactérias e parasitas. Estudos com levamisole, probióticos, prebióticos e a associação do pré e probiótico (simbióticos) vêm demonstrando resultados promissores na nutrição de peixes.

Probióticos são micro-organismos vivos, com efeitos benéficos ao hospedeiro, modificando a comunidade microbiana associada ao indivíduo ou ao ambiente, promovendo melhor aproveitamento do alimento ou valor nutricional, resistência a doenças ou ambiente em que vive. Já os prebióticos constituem substâncias que não são digeridas pelo animal, mas são seletivamente fermentadas por determinados micro-organismos do trato gastrointestinal, com benefícios ao hospedeiro como melhoras no crescimento, digestão

FIGURA 2 | JUVENIL DE PINTADO HÍBRIDO APRESENTANDO LESÃO NA REGIÃO DA CABEÇA E DO OPÉRCULO DEVIDO A INFECÇÃO PELO PROTOZOÁRIO *EPISTYLIS* SP; PIRACICABA, SP, 2008



FIGURA 3 | JUVENIL DE PINTADO APRESENTANDO LESÃO COM FORMAÇÃO DE PUS NA REGIÃO DA CABEÇA E DO OPÉRCULO, EM DECORRÊNCIA DE INFECÇÃO POR BACTÉRIA; PIRACICABA, SP, 2008



R.Y. SADO

FIGURA 4 | JUVENIL DE PACU COM INFESTAÇÃO MASSIVA PELO PARASITA RESPONSÁVEL PELO “ICTIO” OU DOENÇA DOS PONTOS BRANCOS; PIRACICABA, SP, 2008



R.Y. SADO


dos nutrientes, imunidade e resistência às doenças. Dentre os prebióticos, os derivados de bactérias e leveduras, como glucanas, quitina e quitosana presentes no exoesqueleto de crustáceos e na parede celular de alguns fungos e oligossacarídeos, são utilizados como imunestimulantes na aquicultura.

Estruturas presentes na parede celular de leveduras e fungos, as glucanas, unidades de glicose conjugadas por ligações -1,3 e -1,6, vêm sendo extensamente utilizadas em peixes, possuindo a capacidade de estimular seu sistema imune inespecífico e melhorar o microambiente intestinal.

Os oligossacarídeos, mananoligossacarídeos (MOS), são complexos de carboidratos não digeríveis derivados da parede celular de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) que impedem a adesão de bactérias patogênicas à parede intestinal. Com isso, observa-se aumento da integridade das vilosidades intestinais e melhora da saúde intestinal, bem como um melhor aproveitamento dos nutrientes. Uma nova linha de pesquisa na nutrição e saúde de peixes está se desenvolvendo: o uso de simbioses

na dieta, que consiste na associação de um prebiótico com um probiótico. O princípio dessa associação está no uso do prebiótico, como fonte de nutrientes para o desenvolvimento e colonização do probiótico (bactérias do gênero *Bacillus*, por exemplo), e, por competição, inibir o crescimento da microbiota intestinal indesejada. Dessa forma, há a manutenção da integridade e saúde do epitélio intestinal e melhor aproveitamento dos nutrientes pelo peixe.

Os imunestimulantes são importantes ferramentas com potencial para utilização na aquicultura como forma de minimizar perdas devido às doenças que acometem os peixes e que acarretam prejuízos ao produtor. Mesmo assim, seu uso deve ser ainda parcimonioso, já que ainda são necessários estudos no que diz respeito ao seu mecanismo de ação, na forma, tempo e concentração a administrar, além da necessidade de considerar o estágio de desenvolvimento do animal. Os imunestimulantes podem ser administrados de forma contínua ou em períodos de curta duração, sendo esta última a forma mais aconselhada. A vantagem para o

produtor está na maior flexibilidade no manejo da criação, uma vez que ele pode utilizar o aditivo em períodos de maior risco de haver surtos epizooticos, como na primavera e no outono (maior variação de temperatura); antes de alguma manipulação (transporte ou transferência para outro tanque) e época de reprodução. 

* **Ricardo Juji Sado** é professor adjunto da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (ricardoysado@utfpr.edu.br) e **Álvaro José de Almeida Bicudo** é professor adjunto da Universidade Federal Rural de Pernambuco (alvaro.bicudo@uag.ufrrpe.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SADO, R. Y. Imunestimulantes dietéticos e respostas biológicas, bioquímicas e hematológicas de juvenis de *Piaractus mesopotamicus* (HOLMBERG, 1887). 2008. 136 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- CYRINO, J. E. P.; BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y. et al. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. R. Bras. Zootec., v. 39, 68-87p., 2010. (Supl. especial.)
- CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALLOSSI, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (Ed.). Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São

Alimentação é determinante na cadeia da piscicultura ornamental

Leandro Portz e Welliton Gonçalves de França*

NÚCLEO DE ESTUDOS EM CIÊNCIAS AQUARIOLÓGICAS UFPR



Nanoaquário plantado de 30 litros com biotipos de fauna e flora da Amazônia, montado pelos alunos da UFPR; Campus de Palotina, PR

A criação de peixes ornamentais representa uma importante atividade do ramo da aquicultura, sob os aspectos econômico, social e ambiental. Desde a sua origem, na China, a criação de peixes ornamentais vem sendo aperfeiçoada quanto à descoberta de espécies, linhagens, cruzamentos e tecnologias de criação, culminando em um mercado que movimentava cerca de sete bilhões de dólares, com mais de 330 mi-

lhões de unidades de peixes vendidas por ano, no mundo. Apesar da contribuição da indústria PET, nos últimos 50 anos, para o desenvolvimento do *hobby* da aquariofilia já sedimentada por tradições seculares, os resultados de pesquisas relacionadas à alimentação e nutrição de peixes ornamentais ainda derivam de estudos com peixes de corte, que não possuem as mesmas exigências qualitativas e quantitativas.

No Brasil, a criação de peixes ornamentais iniciou-se na década de 1970, impulsionada pelo extrativismo de peixes em rios da Amazônia. Expandiu-se nas décadas de 1980 e 1990, com o desenvolvimento da atividade em criatórios nos estados de Minas Gerais e São Paulo, gerando receita de pouco mais de três milhões de dólares em 2000. Entretanto, a atividade no país não foi acompanhada de um desenvol-

vimento tecnológico sustentável e ainda depende de avanços em pesquisas, principalmente no contexto da nutrição, em que poucas empresas nacionais desenvolvem alimentos específicos e de boa qualidade para estas espécies. Muitos dos produtores e aquaríofilos utilizam dietas caseiras, alimentos naturais e ração comercial destinada a peixe de corte disponível no mercado, os quais, muitas vezes, não são os mais indicadas para as espécies de peixes ornamentais.

Com o aumento da demanda interna e externa no mercado de peixes ornamentais, observa-se forte pressão dos órgãos governamentais, em relação à captura predatória das espécies nos rios e regiões costeiras do nosso litoral, a exemplo dos países da Europa, Ásia e América do Norte, onde a indústria de alimentação animal, mais precisamente a de produtos da linha PET, possui uma parcela significativa no mercado milionário de criação de animais de estimação.

Pesquisas de nutrição relacionadas a peixes ornamentais tropicais são desenvolvidas em Singapura, em Taiwan, na Alemanha e nos EUA. Segundo Zuanon et al. (2007), apesar da importância econômica da produção de peixes ornamentais, existem poucos estudos sobre as exigências nutricionais de peixes brasileiros, e, conseqüentemente, não há dietas comerciais balanceadas específicas para a produção comercial em larga escala destas espécies. Estudos (Figura 1) são desenvolvidos por algumas instituições, como Unesp, Instituto de Pesca, UFPR, UFPE, UFRPE, UFC e UFSC. Os aquicultores brasileiros que se dedicam à criação de peixes ornamentais, para que possam se tornar mais competitivos e profissionais, necessitam de informações e produtos de qualidade desenvolvidos para essas espécies.

HÁBITOS DIFERENTES

A classe de peixes faz parte do maior grupo de vertebrados da biodiversidade animal, e não é surpresa que tal diversidade reflita diretamente em seus

diferentes hábitos alimentares e exigências nutricionais. A disponibilidade e a grande variedade de alimentos na natureza fazem que esses peixes possam ser capazes de selecionar o alimento que irão consumir de acordo com as suas necessidades e exigências, sazonalidade e disponibilidade. Sabe-se que, para peixes ornamentais, é difícil encontrar no mercado alimentos que atendam às necessidades nutricionais para todas as espécies cultiváveis em todos seus estágios de vida. Por isso, muitos criadores utilizam vários artifícios na fabricação de dietas caseiras à base de alimentos frescos (pastas), com uso de alimentos vivos e de rações comerciais para peixes de corte.

Em Singapura, um dos países mais avançados na produção intensiva de espécies ornamentais, a alimentação é feita através do uso de rações balanceadas associadas a alimentos vivos como *Daphnia* spp. e artemia. Para algumas espécies, como o barbo-rubi (*Puntius nigrofasciatus*), fatores como a voracidade e rejeição por dietas artificiais fazem sua alimentação ser exclusiva, à base de alimentos vivos. Alguns outros alimentos vivos comumente utilizados para peixes ornamentais são tubifex, branchoneta, enchitrea, rotíferos, larvas de mosquito e *blood worms*. Em alguns casos esses alimentos são comercializados na forma liofilizada ou mesmo congelados.

Cistos de artemia desencapsulados foram descritos por Lim et al. (2002) como o alimento mais apropriado para promover o crescimento de alevinos e adultos de guppies (*Poecilia reticulata*), platis (*Xiphophorus maculatus*), espadas, molinésias (*Poecilia sphenops*), tetra-negro (*Hyphessobrycon herbertaxelrodi*) e mato-grosso (*Hyphessobrycon callistus*), pois estes são livres de contaminantes melhorando, assim, a qualidade do alimento vivo e saúde dos peixes. Os discos (*Symphysodon* spp.) e suas espécies cruzadas são os mais belos peixes ornamentais amazônicos tropicais de água doce. São considerados carni-

FIGURA 1 | LABORATÓRIO DE AQUARIOLÓGIA DO NÚCLEO DE ESTUDOS EM CIÊNCIAS AQUARIOLÓGICAS DA UFPR, ONDE SÃO DESENVOLVIDAS PESQUISAS COM ESPÉCIES AQUÁTICAS O ORNAMENTAIS; CAMPUS DE PALOTINA, PR



NÚCLEO DE ESTUDOS EM CIÊNCIAS AQUARIOLÓGICAS UFPR

voros e a alimentação na fase inicial de crescimento consiste no uso de alimentos vivos, tais como tubifex, *blood-worms* e náuplios de artemia. O valor nutricional do rotífero *Brachionus calyciflorus* pode ser comparado ao da gema do ovo e este é utilizado com sucesso no crescimento e sobrevivência de alevinos de discos e colisa (*Colisa lalia*). O uso desses rotíferos na alimentação dos alevinos dos discos pode suprimir a dependência desses animais pelo muco do corpo dos pais nas primeiras duas semanas de alimentação exógena.

No Brasil, as pesquisas estão concentradas nas espécies acará bandeira (*Pterophyllum scalare*), apaiari (*Astronotus ocellatus*), betta (*Betta splendens*), cavalos-marinhos (*Hippocampus* spp.), neon gobi (*Elacatinus figaro*), muitas delas quase extintas na natureza. Nas pesquisas com espécies de água doce são avaliados aspectos nutricionais relacionados à influência do processamento de dietas, exigências nutricionais e frequência alimentar; em espécies marinhas são ainda estudados aspectos da biologia e reprodução. Antes ainda de se tentar elucidar as exigências nutricionais, são necessárias pesquisas sobre a anato-morfo-fisiologia do trato digestivo dessas espécies, para caracterização dos hábitos alimentares e tipos de alimento consumidos na natureza e sua avaliação biológica. Só assim poderemos determinar o melhor manejo nutricional de tais espécies em cativeiro.

FIGURA 2 | AQUÁRIO PLANTADO DE 80 LITROS COM BIOTIPO DE FAUNA E FLORA DA AMAZÔNIA, MONTADO POR ALUNOS DA UFPR; CAMPUS DE PALOTINA, PR

NUCLEO DE ESTUDOS EM CIÊNCIAS AQUARIOLÓGICAS UFPR



COLORAÇÃO

Os carotenoides são um dos principais grupos de pigmentos naturais utilizados pelos peixes ornamentais para pigmentação e são responsáveis pela coloração amarela e vermelha e suas combinações. Alguns ingredientes comerciais em rações, como milho (zeaxantina e luteína), e ingredientes alternativos, como pimenta vermelha (capsaxantina), também são utilizados em rações para peixes ornamentais visando ao melhor desempenho de cores em carpas coloridas. Como os peixes ornamentais em aquários não podem sintetizar esses pigmentos, é necessária a suplementação destes na dieta, tornando-se um importante aspecto a ser explorado pela indústria de rações para peixes ornamentais (Figura 2). A alga spirulina (*Arthrospira máxima*) tem sido foco de estudos com peixes ornamentais (carpas e kinguios), sendo muito utilizada na formulação de rações comerciais para este fim. A spirulina também exerce papel na coloração pela sua capacidade de fixar/acumular carotenoides, promovendo indiretamente a intensificação da coloração vermelha, amarela e preta da pele dos peixes ornamentais.


ORNAMENTAIS EM AQUÁRIO

Um dos maiores problemas na alimentação e nutrição na aquarioria está relacionado à diversidade de espécies mantidas dentro de um aquário, seja ele de pequeno porte (aquário residencial) ou de um grande aquário público. No caso de peixes orna-

mentais de água doce, com exceção dos ciclídeos, carpas coloridas e kinguios, raramente os peixes são mantidos sozinhos sem a presença de outras espécies. É impraticável alimentar espécies individualmente dentro de um aquário; a ração deve satisfazer todos os habitantes, os quais podem ser herbívoros, onívoros e carnívoros. Além disso, as características físicas da dieta e o regime alimentar devem satisfazer os diferentes estilos de vida e hábitos alimentares destes grupos de peixes, tais como alimentação na superfície, meio e fundo, uso de alimentadores e variação diurno/noturna na alimentação. As características físicas – granulometria e forma da ração – também devem ser observadas, pois são de grande importância quando, no aquário, as espécies apresentam diferentes tamanhos em um mesmo grupo e se alimentam da mesma dieta. As partículas do alimento, seja ele granulado ou floculado, devem apresentar tamanho pequeno, suficiente para que os pequenos peixes possam ingerir, mas também suficientemente grandes para serem facilmente visualizados e capturados pelos peixes de maior porte.

A hierarquia natural entre as espécies dentro de um aquário é frequentemente exacerbada durante a alimentação e bastante observada pelos aquarífilos e aquariólogos, sendo este fator resultante da especificidade na forma de cada espécie em capturar o alimento na superfície ou no fundo do aquário. No *habitat* natural, muitas vezes os peixes apresentam o hábito de forragear os alimentos durante o dia e não conseguem se adaptar a uma dieta única fornecida no aquário, não possuem um estômago definido e, conseqüentemente, são incapazes de estocar temporariamente uma grande quantidade de alimento.

Assim sendo, poderíamos dividir a nutrição dos peixes ornamentais em fatores bióticos (hábito alimentar, fisiologia digestiva, fase de vida, comportamento alimentar) e abióticos (temperatura ambiental, qualidade da água do aquário). As combinações dessas principais classificações podem resultar em mais de 18 diferentes grupos

nutricionais, com diferentes preferências alimentares e exigências, os quais são alimentados simultaneamente dentro de um aquário. A melhor aproximação das exigências nutricionais de um grupo de peixes deve ser atendida com uma fina combinação de ingredientes de qualidade e que possam satisfazer o maior número de espécies ao mesmo tempo. Pesquisas relacionadas à nutrição de peixes ornamentais normalmente são dificultadas pelo pouco interesse das agências de fomento e instituições de pesquisa brasileiras, um campo até agora inexplorado que poderia contribuir para a preservação de inúmeras espécies ameaçadas de extinção na fauna aquática brasileira e no desenvolvimento da atividade no panorama da aquicultura nacional. Existe um espaço muito grande para ser explorado no tema relacionado à aquariologia, que exige um esforço coordenado de órgãos governamentais, pesquisadores, fabricantes (indústria), e consumidores (produtores de peixes e aquarífilos). Não se deve esquecer, no entanto, que a alimentação e a nutrição representam apenas um elo na cadeia produtiva da piscicultura ornamental. 

* **Leandro Portz** é professor do Núcleo de Estudos em Ciências Aquariológicas (Neca) da Universidade Federal do Paraná (lportz@ufpr.br) e **Welliton Gonçalves de França** é graduando em Aquicultura da Universidade Federal do Paraná (wellitonnt@gmail.com).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MEYERS, M. The pet industry view. In: CHAO, P., PETRY, P., PRANG, G. et al. Conservation and Management of ornamental fish resources of the Rio Negro Basin, Amazônia, Brasil. Project Piaba. Manaus: Edua, 2001. 87-108p.
- ORNAMENTAL Fish International Journal. 1999. European importer's survey results. Disponível em: <http://www.ornamental_fish_int.org/data.htm>.
- PANNEVIS, M. C. 1993. Nutrition of ornamental fish. In: Burger, I. H. (Ed.). The Waltham Book of Companion Animal Nutrition. Pergamon Press, Oxford, 85-96p.
- ZUANON, J. A. S.; HISANO, H.; FALCON, D. R. et al. Digestibilidade de alimentos proteicos e energéticos para fêmeas de beta. Revista Brasileira de Zootecnia, 2007, v. 36, n. 4, 987-991p.



DARCI CARLOS FORNARI

Despesca automatizada: fazenda da Delicious Fish, Sorriso, MT, 2012

Para atingir seu potencial, setor do pescado deve ser prioridade

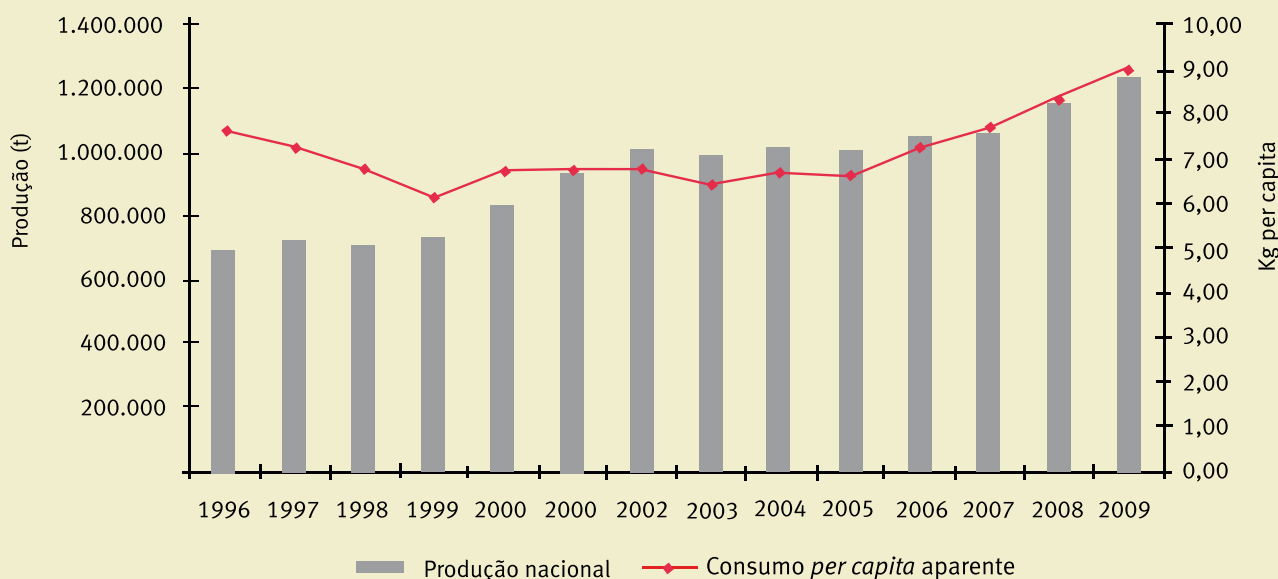
Em três décadas, o Brasil deu saltos significativos no cultivo programado de pescado: em 1980, nossa produção em aquicultura não ia além das 10 mil toneladas/ano; 32 anos depois, alcançamos 479 mil toneladas em 2010, perfazendo 37% do total da produção de pescado do país que, somadas às 785 mil t obtidas pela pesca por captura (62% do total), alcançaram 1.2 milhão de toneladas em 2010. A representatividade do setor levou o governo federal a criar uma pasta específica para seu comando – o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) –, em junho de 2009. Mas também é fato

que, enquanto a aquicultura cresce, a produção por captura se mantém estagnada há mais de uma década. Em 2008, o setor extrativo chegou a produzir 875 mil t, caindo, em 2009, para 775 mil t. Portanto, se nossa produção de pescado tem registrado crescimentos, eles se devem principalmente à aquicultura continental, segmento com potenciais expressivos a serem explorados.

Para pesquisadores, empresários e dirigentes do setor, a aquicultura e a pesca brasileiras carecem, ainda, de políticas de incentivo capazes de elevá-las a patamares equivalentes aos de países de

ponta, como a China (60,5 milhões de t/ano, maior produtora), a Indonésia (9,8 milhões de t/ano), a Índia (7,9 milhões de t/ano) e mesmo nosso vizinho Peru (7 milhões de t/ano), segundo dados do MPA (2009). O Brasil ocupava o 18º lugar no *ranking* dos produtores mundiais de pescado em 2009, perfazendo 0,86% da produção mundial, posição acanhada, ainda que representasse um salto de quatro casas em relação a 2008. Nossa produção aquícola, isoladamente, fica em 17º lugar neste *ranking*, com 415.649 t, equivalentes a 0,75% do total mundial; na pesca extrativa, caímos dras-

FIGURA 1 | CONSUMO PER CAPITA APARENTE COMPARADO À PRODUÇÃO DE PESCADO NACIONAL ENTRE 1996 E 2009



ticamente para o 23º lugar, com 825.164 t produzidas (0,92% do total), sempre tomando dados de 2009.

Para se ter ideia do que representam os negócios com exportações de pescado no mundo, basta dizer que atingiram a cifra de U\$ 55 bilhões em 2009, montante duas vezes superior ao gerado pelo complexo exportador da soja, sete vezes maior que as exportações de carne bovina e nove vezes em relação às de carne de frango, segundo dados do Sebrae. “O problema é que o setor extrativo do pescado, no Brasil, não sai da faixa em que se encontra há muito tempo, por conta das condições de nossa frota e da tecnologia disponível para a captura. Então, o cultivo passou a ser nosso melhor caminho, porque a popula-

ção está exigindo mais pescado (...)”, avalia o biólogo e editor da revista *Panorama da Aquicultura* Jomar Carvalho Filho.

Por isso mesmo, a aquicultura brasileira não pode se acomodar aos bons resultados recentes, na opinião do jornalista: “Pelo contrário; nosso país está inserido em um território com clima favorável para a produção de pescado e dispõe de um vasto litoral. Temos 12% da água doce disponível do planeta, 8% delas na região da Amazônia Legal, abrangendo sete estados. Uma região onde a temperatura média anual é extremamente estável e favorável à engorda de peixes tropicais, que o Brasil se dedica a cultivar. Quando falamos que o Brasil pode crescer, significa que temos condições de

dar um grande salto de produção, dentro de um conceito de sustentabilidade, que enxergo como meta. Os tipos de culturas que nossa aquicultura vem procurando fazer são, cada vez mais, sustentáveis”, ele comenta. “A produção oriunda de nossa aquicultura atinge volume razoável; mas pequeno diante da potencialidade de nosso país, com recursos naturais e clima favoráveis”, concorda Eric Arthur Bastos Routledge, coordenador geral de Pesquisa e Geração de Novas Tecnologias da Pesca e Aquicultura, da Secretaria de Infraestrutura e Fomento, Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA).

Mas se tivemos sempre tanto potencial, por que nossa produção de pescado ainda é baixa? Uma explicação comum é que o



Tambaquis em frigorífico; Pimenta Bueno, RO, 2011

brasileiro, por questões culturais, prefere as carnes bovinas, suínas e de frango. Pesquisas sobre comportamento de consumo de carnes¹ indicam que, enquanto na média mundial o pescado atinge 35% do conjunto das carnes (o que quase equivale ao consumo das carnes bovina e de frango juntas), no Brasil a situação é inversa: o pescado equivale a apenas 5% do conjunto das carnes preferidas pelo consumidor (dados de 2009, tabelas 1 e 2): “Podemos afirmar, então, que o brasileiro não é mesmo um bom consumidor de peixe. Mas isso está mudando, porque existem campanhas, nos principais meios de comunicação, indicando os benefícios do pescado na dieta, e seu preço está em queda, na medida em que a aquicultura cresce. O consumo tende, então, a aumentar”, aposta Jomar Filho.

Enquanto a média mundial de consumo *per capita* gira em torno dos 17,8 kg/ano, no Brasil não ultrapassamos a 7,8 kg *per capita/ano*. Para Eric Routledge, do MPA, a justificativa está mais no custo do que em uma suposta rejeição cultural do brasi-

¹ Carvalho, R. A. P. L. F.; Lemos, D. E. L.. Fatos e Figuras: Aquicultura e consumo de carnes no Brasil e no Mundo. Panorama da Aquicultura, v. 19, p. 46-49, 2009.

TABELA 1 | COMERCIALIZAÇÃO DE PESCADO NO BRASIL

COMERCIALIZAÇÃO NO BRASIL						
	QUANTIDADE TON		TAXA MÉDIA DE CRESCIMENTO (%)	VALORES EM US\$ (MIL)		TAXA MÉDIA DE CRESCIMENTO (%)
	2009	2010	2009-2010	2009	2010	2009-2010
IMPORTAÇÃO	230.173	263.976	14,7%	688.585	965.544	38,9%
EXPORTAÇÃO	30.080	28.454	-5,4%	169.338	199.374	17,7%

Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (Mdic).

TABELA 2 | PRODUÇÃO DE PESCADO NO BRASIL

	PRODUÇÃO NO BRASIL		
	QUANTIDADE TON	PARTICIPAÇÃO NO TOTAL	TAXA MÉDIA DE CRESCIMENTO (%)
	2009	2009	2007-2009
PESCA	1.240.813	100%	15,7%
CONTINENTAL	415.649	33,50%	43,8%
MARINHA	825.146	66,50%	5,4%

Fonte: Conepe. Obs.: Balança comercial brasileira é deficitária para pescado em -247.387 t (ou US\$ 748 milhões, em 2010), segundo o MPA.

leiro ao sabor do pescado: “O desenvolvimento do consumo ocorrido nos últimos anos desmistifica essa rejeição. As vendas de pescado têm aumentado, porque o brasileiro começou a ter condições de comprá-lo. Então, começamos a perceber que um fator importante para o consumo é o custo do pescado, que era caro compa-

rativamente às outras carnes. O hábito de consumir pescado tem se intensificado, e o consumo *per capita* anual já está em torno de nove quilos por habitante/ano, quando, cinco anos atrás, era de seis quilos. Em relação à carne bovina, frango e suína, o consumo é muito maior. Proporcionalmente, o incremento no consumo de pescado tem sido bem superior ao das outras carnes, até porque tem sido cada vez mais associado à nutrição saudável, por que apresenta Ômega-3, entre outros nutrientes recomendados para uma boa saúde”, acrescenta Routledge, do MPA.

De fato, o aumento expressivo do consumo interno tem obrigado nosso país, inclusive, a importar pescado para suprir o mercado: “É fato que nosso consumo de pescado está mais focado na importação, o que é complicado. O mercado mundial apresenta alguns dados curiosos. Por exemplo, todo o salmão consumido no Brasil é importado. Nosso atum é em parte importado, mas também pescado aqui, sem cultivo. No mundo, poucos países começaram a cultivar atum; nosso país nunca trabalhou com este peixe em

SIMONE YOKOYAMA



Juvenis híbridos de cachara com jundiá amazônico; Pimenta Bueno, RO, 2010

cultivo. Então, importamos, em 2010, um montante de 285,5 mil toneladas no total de pescado e derivados, ao custo de 1 bilhão de dólares. Já nossa produção por captura patina próximo das 800 mil toneladas/ano, e temos peixes nobres, como o badejo e a garoupa, encontrados da região Sudeste para o Nordeste. Já peixes de cardume, que tendem a ser mais baratos e acessíveis à população, são encontrados do Sul até o Sudeste”, descreve Jomar Filho.

CONSUMO DE IMPORTADOS

“É claro que importamos o pescado que nunca poderá ser produzido no Brasil, pela aquicultura ou pela pesca, devido às nossas condições climáticas”, enfatiza Routledge, do MPA, citando como exemplos o bacalhau e o salmão: “Boa parte dessas importações, porém, pode ser compensada com o incremento da produção interna de outras variedades de peixes, e isso está acontecendo principalmente com a tilápia, que já conta com tecnologia de produção desenvolvida e bem adaptada ao nosso clima. A tilápia tem sido o carro-chefe da aquicultura brasileira. Em termos de produção por captura, é certo que não temos muito como crescer, em quantidade. O que podemos fazer é pescar melhor e diminuir os desperdícios, ao longo da cadeia produtiva. Mas na aquicultura podemos, além de trabalhar para diminuir perdas na cadeia produtiva, fazer o melhoramento genético das espécies, buscar rações mais adequadas e reduzir as doenças, entre outras ações que vão aumentar nossa produtividade”.

“A aquicultura se iniciou no Brasil com pouca tecnificação. O peixe de cultivo deve ter qualidade organoléptica para agradar a todos. O fato de o peixe ter um distanciamento (no processo de cultivo) em relação ao produtor fez, durante muito tempo, que muitas iniciativas em aquicultura não tivessem sucesso, por se tratar de uma atividade zootécnica muito particular, de domínio complexo. O cultivo foi sendo feito por pessoas que

FIGURA 2 | CONSUMO PORCENTUAL DE CARNES, NO MUNDO E NO BRASIL, 2007

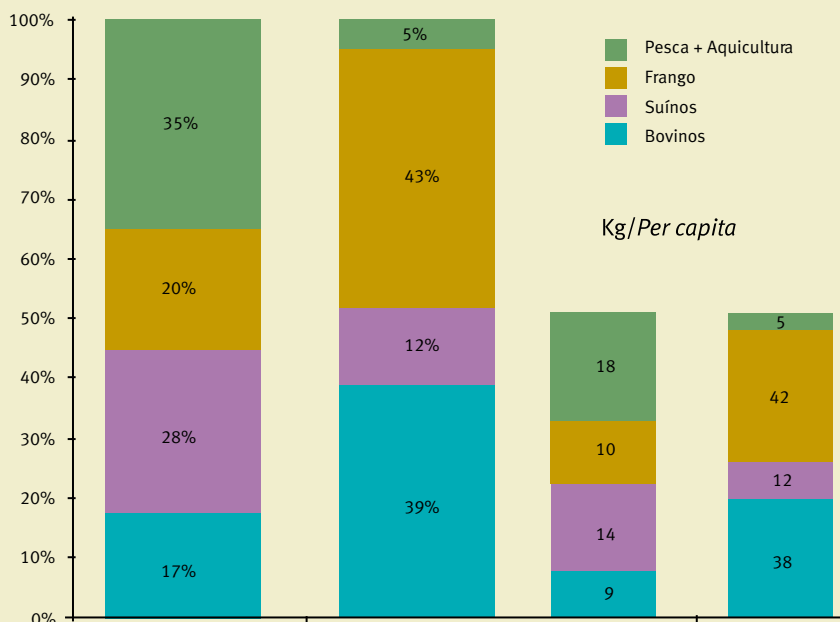
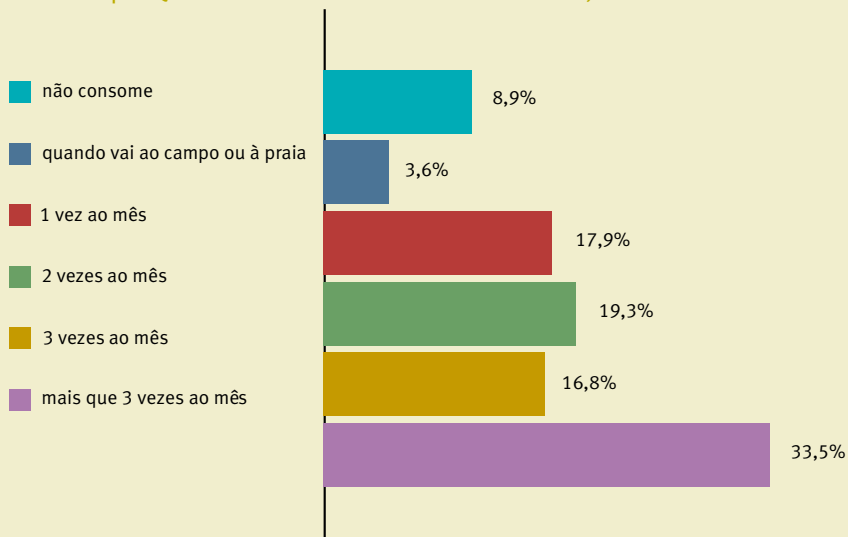


FIGURA 3 | FREQUÊNCIA DE CONSUMO DE PESCADO NO BRASIL, 2007



reproduziam o que seu vizinho fazia; então, se o vizinho errasse, o outro errava também. Investir no manejo evita grandes problemas ao produtor, como o sabor inadequado do peixe (gosto de lama ou terra), provocado por um grupo de algas cianofíceas que produz uma substância chamada geosmina, incorporada ao peixe pelas brânquias fixando-se em sua gordura. Hoje, boa parte do setor produtivo já sabe que, se produzir de modo inadequado, vai

quebrar... A tilápia Saint Peter, que tem feito sucesso no mercado, nada mais é do que a mesma tilápia nilótica criada em todo o Brasil, mas selecionada para ter mais qualidade, com uma cor de pele avermelhada. O setor produtivo está se organizando para criar esses produtos diferenciados”, acrescenta Jomar Filho, da Panorama da Aquicultura.

Nosso forte é mesmo – na opinião do biólogo e jornalista – a aquicultura continental: “A piscicultura praticada no

litoral com espécies marinhas ainda está muito longe do mínimo necessário; faltam investimentos e dados firmes relacionados a requerimentos nutricionais, para que a indústria elabore rações específicas para esses animais. Já na piscicultura continental, temos grandes espécies: a tilápia não é um fenômeno brasileiro; o país apenas produz esta espécie, que veio para cá há décadas. Temos linhagens boas e existe um trabalho espetacular de melhoramento genético da espécie, liderado pela Embrapa, em parcerias com centros de pesquisas e universidades. O Brasil registra oficialmente uma produção de 150 mil toneladas de tilápia/ano; mas acredito que seja um pouco mais que isso. Estatísticas indicam que o segundo peixe

mais consumido aqui, com cerca de 55 mil toneladas/ano, seria a carpa. No universo da aquicultura, temos ainda os chamados peixes redondos – pirapitinga, tambaqui e tambacu –, que vêm sendo cada vez mais apreciados e produzidos, hoje ao redor das 85 mil t/ano. Têm excelente qualidade e uma espinha longa, após alcançarem acima de 1,5 kg. Cultivamos também uma qualidade expressiva de bagres nobres (pintado, cachara), com boa qualidade, e o pirarucu, que em um ano atinge 8 kg, com um potencial fabuloso. O pirarucu é proveniente da pesca. São peixes enormes, muitas vezes conservados salgados; daí o apelido de bacalhau brasileiro”. A pesca do pirarucu – peixe típico do Rio Amazonas que pode alcançar

mais de 2 metros de comprimento e peso superior a 100 quilos – tem sido controlada nos períodos de sua reprodução, pelo Instituto do Meio Ambiente e de Ordenamento Territorial do Estado do Amapá (Imap), objetivando proteger a espécie. As pescas ficam proibidas entre 1º de dezembro e 31 de maio, nas bacias hidrográficas do Rio do Amazonas, do Amapá, do Pará e do Acre.

“Somos um país de proporções continentais, com enormes bacias hidrográficas, água em abundância, um litoral extenso, clima adequado e grande variedade de espécies a serem exploradas, ou seja, temos um potencial enorme, seja na aquicultura continental ou na maricultura”, observa Débora Machado Fracalossi, professora no Departamento de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina e presidente da Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática (Aquabio) – que, desde 2002, reúne pesquisadores e promove bianualmente o Aquaciência, evento cuja quinta edição ocorreu em julho de 2012 em Palmas (TO). O que nos falta, em sua opinião, é mais tradição, melhor organização, formação qualificada e avanço em pesquisas para desenvolvimento tecnológico: “Acredito que tudo isso deve melhorar, mas o fato é que estamos lentos na organização do setor. Em termos de maricultura (cultivo em águas marinhas), o trabalho é mesmo complexo; mas na piscicultura de água doce, com todos os grandes reservatórios que temos no país, capacitados para a criação de peixes, muitos deles criados para a implantação de hidrelétricas que abastecem de energia boa parte do país, estamos lentos”.

FORMALIZAÇÃO DA ATIVIDADE

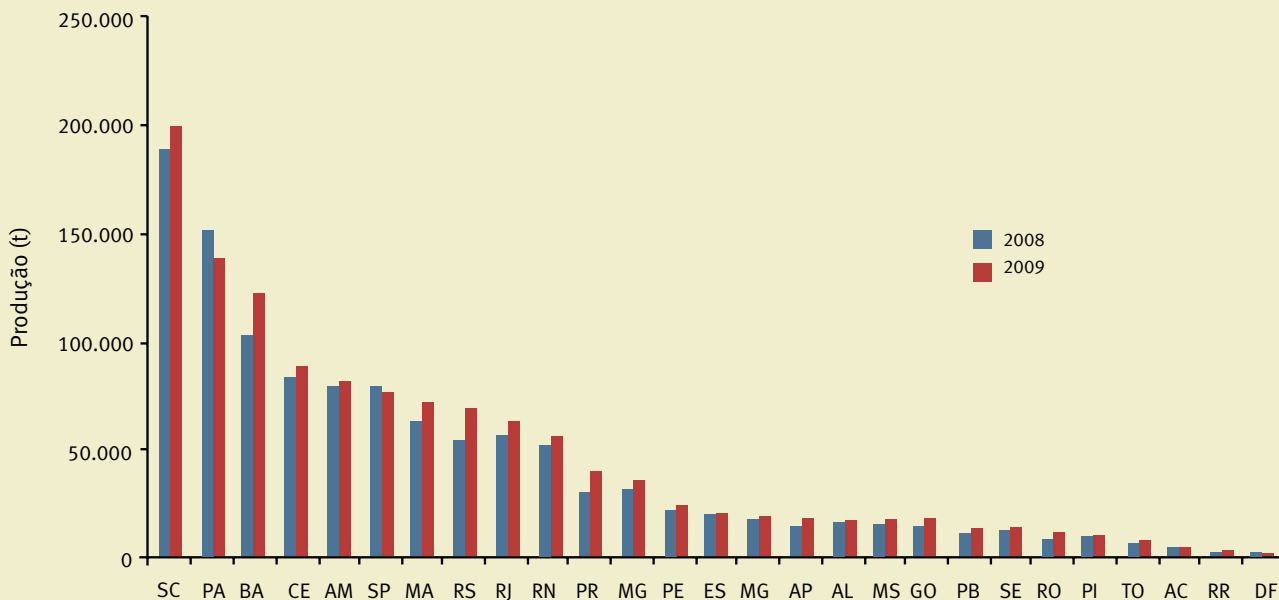
O MPA tem feito zoneamentos para estabelecer os chamados “parques aquícolas” nacionais, objetivando ampliar a exploração de nossas reservas aquícolas habilitadas à criação de peixes: “A dificuldade é que enfrentamos problemas de ordem ambiental para que os aqüicultores

TABELA 3 | PRODUÇÃO (T) DA AQUICULTURA CONTINENTAL NOS ANOS DE 2007, 2008 E 2009, DISCRIMINADA POR ESPÉCIE

ESPÉCIE	PRODUÇÃO(T)		
	2007	2008	2009
TOTAL	209.812	282.008	337.353
Bagre	2.102	2.912	3.484
Carpa	36.631	67.624	80.895
Cascudo	0	26	31
Curimatã	2.721	3.736	4.469
Jundiá	667	911	1.089
Matrinxã	2.899	2.131	2.550
Pacu	12.397	15.189	18.171
Piau	3.491	5.227	6.252
Pirarucu	6	7	8
Pirapitinga	330	560	670
Piraputanga	842	976	1.167
Pintado	1.592	1.777	2.126
Tambacu	10.854	15.458	18.492
Tambaqui	30.598	38.833	46.454
Tambatinga	2.028	3.514	4.204
Tilápia	95.091	111.145	132.957
Traíra	140	190	227
Truta	2.196	3.662	4.381
Outros	5.222	8.121	9.715

Fonte: As informações referentes ao ano de 2007 foram retiradas do Boletim Estatístico do IBAMA/MMA.

FIGURA 4 | PRODUÇÃO(T) NACIONAL DE PESCADO NOS ANOS EM 2008 E 2009, DISCRIMINADA POR ESTADO



obtenham licenças e possam efetivar seus projetos. Isso é um entrave importantíssimo; falta diálogo eficiente entre o Ministério do Meio Ambiente e o MPA, de modo a agilizar o processo e transpor os obstáculos. Apesar de termos evoluído bastante, há ainda muito a ser feito (...)", salienta Débora. Para Eric Routledge, do MPA, a necessidade de licenciamento ambiental tem ajudado, de todo modo, a ampliar a formalização, no segmento: "Porque sem isso, na aquicultura, o produtor não consegue acessar crédito. De uma forma geral, a formalização tem crescido até para que o pessoal que está na atividade tenha acesso aos direitos e às políticas que o Ministério tem formulado. É lógico que precisamos conhecer melhor e estar sempre em contato com os produtores, para definirmos as prioridades, para ouvir e interagir".

Antes da criação do Ministério, por meio da lei 11.958 de 26, em junho de 2009, as ações do governo federal voltadas à produção de pescado já estavam vinculadas diretamente à Presidência da República por meio da Secretaria Especial da Aquicultura e Pesca (Seap), estabelecida em janeiro de 2003. E antes ainda da Seap, a área ficava sob

abrangência do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa): "O MPA está sendo uma grande oportunidade para a atividade. A recente criação do plano Safra, que contemplará a criação do consórcio para financiamento de pesquisas, é um exemplo. Sou a favor da formação de um corpo técnico forte no Ministério, já que a produção de pescado no Brasil, em alguns aspectos, está ainda na infância. Se nas outras áreas a produção está mais organizada, em associações e confederações, ainda temos nosso setor produtivo bastante desorganizado", observa Débora, da Aquabio.

TABELA 4 | PRODUÇÃO DE PESCADO NO BRASIL E NO MUNDO, 2010

JAPÃO	86 kg
INGLATERRA	52 kg
PORTUGAL	29 kg
ESPANHA	35 kg
BRASIL	9,75 kg
MÉDIA MUNDIAL	17 kg

Estudos da FAO recomendam consumo mínimo de 12 kg per capita/ano de pescado.

Fonte: Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA).

A dirigente institucional pondera, contudo, que diversas ações importantes têm sido adotadas pela pasta, como a ordenação da atividade, por meio do cadastramento dos aquicultores brasileiros, ou o financiamento de projetos para melhoria da infraestrutura de pesquisa do setor: "Ficamos sem edital para pesquisa em 2011, mas recentemente foi lançado um edital pelo MPA, em parceria com o CNPq, com 10 milhões para financiamento de projetos de pesquisa na área. Entretanto, carecemos ainda da definição de diretrizes para a pesquisa, o que possivelmente será revertido com a criação do consórcio. Infelizmente é tudo muito lento; apesar disso, sou uma otimista e acredito na evolução do segmento", ela afirma.

REGIÕES E ESPÉCIES

Nas esferas estaduais, os contextos socioeconômicos e as políticas adotadas para a produção de pescado são diversos. Há estados que — acompanhando a diretriz do governo federal — contam com secretarias específicas para pesca e aquicultura, casos de Alagoas, Ceará, Pará e Tocantins. Já em outros estados, o segmento tem destaque no nome da

secretaria, mas vinculado à agricultura e/ou abastecimento, como ocorre no Amazonas, no Espírito Santo, no Maranhão, na Paraíba, no Rio de Janeiro, no Rio Grande do Norte, no Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Nos demais estados, o setor não recebe tratamento evidenciado, refletindo a menor importância com que é tratado comparativamente, por exemplo, com pecuária e agricultura. Débora Fracalossi salienta que, observando o Brasil como um todo, “a região Sul tem produção aquícola maior que as demais, o que é um tanto contraditório se considerarmos que não temos ali o melhor clima para a atividade, com potencial principalmente para as espécies de água mais quente. Em Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná, o maior destaque é para a tilápia”.

As espécies preferenciais da aquicultura variam, também, de acordo com as regiões do país. Na região Nordeste, destacam-se o Ceará – maior produtor nacional de tilápia, entre 22 e 24 mil t/ano – e o Rio Grande do Norte, com camarão. No Norte, Tocantins tem sido relevante, e a Amazônia apresenta grande potencial para aquicultura e captura em água doce, dependente do manejo sustentável; Sudeste e Centro-Oeste contam com boas produções de tilápia; e o Sul tem produzido, além da tilápia, o bagre, mais voltado aos pesque e pague. O grande destaque nacional é mesmo da tilápia nilótica, peixe exótico que encontrou em nosso país clima adequado e boas condições para criação em cultivo: “É nosso grande competidor, um peixe que todo mundo gosta, fácil de ser criado. Mas o desenvolvimento da tilápia, acabou representando uma desvantagem para os nossos peixes nativos, que são saborosos, estão disponíveis, mas ainda enfrentam resistência do consumidor, em boa parte por terem muita espinha. No que se refere a preço, nossas variedades nativas poderiam ser mais competitivas, se recebessem maior desenvolvimento tecnológico. O custo das rações ainda coloca o preço final muito alto. Com tantos



DANILLO PEDRO STREET JR.

Beneficiamento de tambaquis; Pimenta Bueno, RO, 2011

recursos aquáticos e tantas variedades, o brasileiro melhorou o consumo, mas ainda está comendo pouco peixe”, considera a professora Elisabeth Crisculo Urbinati, coordenadora executiva do Centro de Aquicultura da Unesp, um dos mais importantes do país.

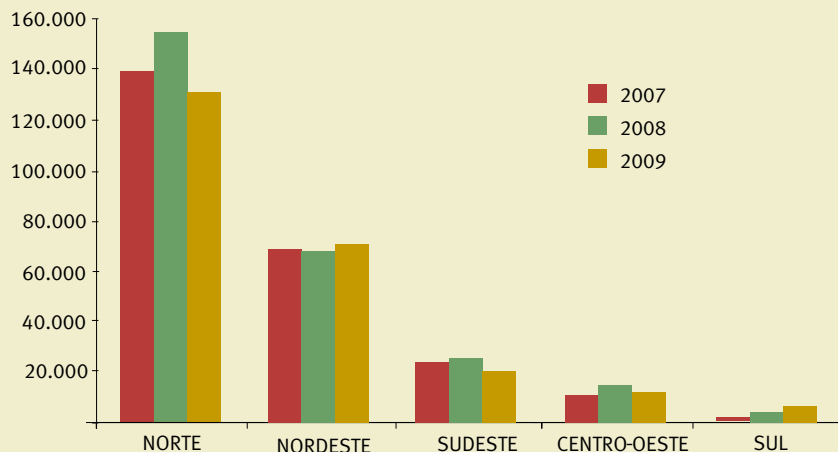
Conhecida do consumidor, bem pesquisada e com tecnologias de produção desenvolvidas até a pós-colheita, a tilápia consegue chegar às prateleiras dos supermercados com boa qualidade e preços competitivos: “Mas se formos comprar um pintado, por exemplo, que é vendido para exportação, vamos enfrentar o problema do preço, devido ao custo de sua alimentação, como ocorre com todas as espécies carnívoras, que dependem de insumos caros e proteínas de origem animal. E podemos observar que nenhuma de nossas espécies conta, ainda, com um ‘pacote tecnológico’ totalmente desenvolvido, capaz de torná-las acessíveis”, define Elisabeth Urbinati.

A escolha das espécies-alvo de aprimoramentos tecnológicos para cultivo é complexa devido principalmente à grande diversidade de animais disponíveis em nossos rios – tomando apenas os de água doce. Basta comparar com a produção de bovinos, suínos ou frangos – atividades em que o Brasil é grande produtor e exportador –, cujas pesquisas tratam sempre um mesmo animal. Na aquicultura, a variedade é imensa, abrindo um leque tão amplo que acaba por diluir os esforços da pesquisa. Dentre as espécies nativas trabalhadas por nossos pesquisadores para cultivo, a preferência tem recaído sobre as onívoras – ou seja, as que se alimentam de folhas, frutas, sementes e insetos –, na medida em que isso facilita a adaptação às rações do cativo.

Entre as espécies já com bons históricos de desenvolvimento tecnológico – focadas, em particular, pelo projeto Aquabrazil²

² Para mais informações, consulte: (<http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/aquabrazil>).

FIGURA 5 | PRODUÇÃO (T) DA PESCA EXTRATIVA CONTINENTAL NOS ANOS DE 2007, 2008 E 2009, DISCRIMINAÇÃO POR REGIÃO



(veja p. 97) —, temos o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), expressivo na região do Centro-Oeste/Pantanal; o matrinxã (*Brycon amazonicus*), comum no Norte, de onde se origina; a piracanjuba (*Brycon orbignyanus*), da região Sudeste; e o pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), esta última uma espécie carnívora: “Para se criar o pintado em cultivo, após nascer, a larva precisa ser treinada para que aceite a ração artificial. Os animais carnívoros são mais exigentes e mais caros. As espécies onívoras se adaptam mais facilmente às rações artificiais, como no caso da piracanjuba, espécie, contudo, que está na lista dos animais ameaçados de extinção.

Então, as pesquisas sobre ela objetivam sua conservação, e não sua produção. O pacu e o tambaqui — espécies da região Norte também produzidas no Sudeste — são dois ‘redondos’ importantes. Sobre o pacu temos já acumulado bastante conhecimento científico, mas é um animal no qual precisa haver ainda investimento de um pacote tecnológico”, observa Elizabeth.

Várias dessas espécies já estão sendo cultivadas, em particular no Centro-Oeste, onde temos produções de pacu, tambaqui, tambacu (híbrido de tambaqui com pacu), em escalas não tão expressivas como ocorre com a tilápia. Do ponto de vista do desenvolvimento industrial, a maioria dos

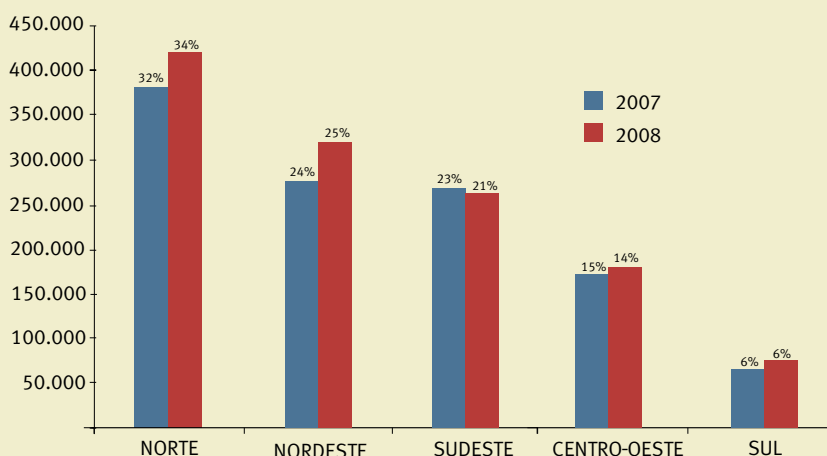
frigoríficos do país ainda se dedica mais ao abate. No caso do Sul, segundo Débora Fracalossi, “isso ocorre por um problema de gestão inadequada. Falta um bom exercício de planejamento: há muita empolgação na abertura dos negócios, sem que sejam feitos estudos de mercado; por fim, queima-se a atividade, por não se encontrarem bons fornecedores e compradores”.

PESQUISA E FORMAÇÃO

Podemos, contudo, afirmar que ficou no passado o tempo em que o mercado para pescado no Brasil se compunha, em maior parte, pelos pesque e pague, um modismo disseminado no país após os anos 1980, na maioria das vezes mais como entretenimento do que com a finalidade de consumo. Atualmente, a produção de pescado conta com estrutura de produção profissionalizada, industrialização articulada, frigoríficos de porte e produtos bem apresentados, da embalagem à divulgação. Como resultado, estudantes e profissionais que se dedicam à atividade conseguem obter colocações com facilidade, em particular na aquicultura.

Um entrave para o maior desenvolvimento da produção de pescado, como um todo, seria o melhor direcionamento das pesquisas: “Contamos com um corpo interessante de pesquisadores, mas um de nossos problemas é a dispersão, a falta de foco. Ganharíamos muito se houvesse foco em quais espécies devemos priorizar, por região do país. (...) Tem muita gente trabalhando espécies diferentes; na piscicultura de água doce, é comum observar pesquisadores trabalhando espécies que, muitas vezes, nem têm de potencial para aquicultura. Precisamos de um melhor direcionamento, que poderia vir do MPA, por meio de editais com demandas induzidas para espécies e temas prioritários. Houve tentativa nesse sentido, por meio de um programa da Embrapa chamado Aquabrazil, que teve duração de quatro anos. (...) Mas ainda não sabemos como será sua segunda fase”, argumenta Débora Fracalossi, da Aquabio.

FIGURA 6 | PRODUÇÃO (T) NACIONAL DE PESCADO EM 2008 E 2009, DISCRIMINADA POR REGIÃO



Novamente, é o fato de sermos tão ricos em espécies que provoca uma dispersão nos esforços: “Infelizmente ou felizmente, temos tantas opções que nos dispersamos, ao invés de concentrar investimentos e definirmos um ‘pacote tecnológico’ que permita o desenvolvimento de determinadas espécies para cultivo, mais rapidamente. Muitas vezes, vemos pesquisas voltadas para espécies de menor relevância, o que acaba diluindo a atenção e o foco. Também temos que estar atentos à importância regional das espécies. No Sul temos o bagre e o jundiá; no Norte, o pintado, o cachara ou os bagres do Norte (...) Esse interesse regional acaba acumulando um conhecimento local maior sobre essas espécies, e temos que pensar nisso também. O tambaqui, por exemplo, precisa de temperaturas mais altas; temos este peixe aqui no Sudeste, mas, numa queda de temperatura durante o frio, ele sofre e há muita perda. O entendimento do cultivo, levando em conta características regionais e das espécies, é importante”.

O que Elisabeth define como “pacote tecnológico” abrange as técnicas de reprodução (por fecundação artificial), a larvicultura (em espécies carnívoras, a mortalidade é grande), a nutrição, o manejo e a sanidade, de modo que os peixes atinjam, no menor tempo possível, tamanho ideal para venda. É certo que, para a maioria das espécies nativas potenciais, há “gargalos”, ou seja, carência de conhecimento técnico, em vários



SIMONE YOKOMAMA

Aquicultor com juvenil híbrido de cachara com jundiá amazônico; Pimenta Bueno, RO, 2011

pontos desse processo. De acordo com Eric Routledge, do MPA, os nove anos de atuação da pasta (incluindo o período da Seap) já permitiram conquistar avanços importantes. Especificamente sua coordenação – voltada à pesquisa e geração de novas tecnologias – teria como meta importante justamente ampliar a interação – ou o “casamento” – entre produtores e academia/instituições de pesquisa: “Em primeiro lugar, é importante que a academia seja direcionada a atender os interesses e à resolução dos ‘gargalos’ que estão sendo enfrentados pelo setor produtivo, e não para fazer pesquisas que, eventualmente, sejam importantes pela geração de conhecimento, mas que não tenham aplicações na produtividade do setor. Para isso, temos buscado vários atores do governo que trabalham conosco no fomento, lançando editais de demanda induzida para apoiar proje-

tos em linhas específicas. Isso tem sido muito bem recebido pelas instituições de pesquisa, pelas universidades. Também começamos a ver o setor produtivo se interessar mais por saber das novas pesquisas, e estar se apropriando delas para fazer mais e melhor”.

Elisabeth Urbinati, da Unesp, concorda com a necessidade de maior aproximação entre pesquisa e empresas: “A transferência de tecnologia só vai acontecer quando a pesquisa tiver uma parceria efetiva com o setor produtivo. Temos que conhecer as necessidades de mercado, que decorrem de suas demandas. Por isso, o Centro de Pesquisa da Unesp tem feito parcerias bastante efetivas com indústrias de rações, com produtores envolvendo sanidade, desenvolvendo vários projetos. O repasse tecnológico nós vemos no dia a dia (...) Agora, também é fato que nem sempre nossos interesses,

TABELA 5 | PRODUÇÃO DE PESCADO NO BRASIL E NO MUNDO, 2010

MUNDIAL	36,4 milhões de toneladas (sem alga)**
BRASIL	479.399 t (continental 82,3% e marinha 17,7%, com participação de 0,15%* incremento de 31,2% na produção no triênio 2008/2010)*

Fontes: *MPA, 2010; ** FAO, 2010.

como pesquisadores, estão afinados com os do setor produtivo. Por exemplo, temos interesse na elaboração de pacotes tecnológicos para espécies nativas diversas, mas quando fazemos projetos com produtores eles sempre querem a tilápia como modelo. Então, acho necessário também que haja um ajuste de interesses”, ela pondera.

O MPA já apoiou mais de 270 projetos de pesquisa voltados a instituições públicas de pesquisa (sem fins lucrativos), por meio de editais de demanda induzida, em parcerias com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e com agências de fomento – CNPq e a Finep –, para os quais estariam sendo fixadas áreas de prioridade e, “em alguns casos, definindo-se, inclusive, as espécies. Por termos uma grande biodiversidade, às vezes, vemos as instituições de pesquisa querendo prospectar espécies novas, quando já temos espécies identificadas que ainda demandam uma série de informações”, ressalta Routledge, alegando que é preciso “formar mais massa crítica no país capacitada a dar suporte tanto à geração de informação, como de novas tecnologias”.

Entre 2003 e 2010, a Seap/MPA lançou 11 editais, sem periodicidade definida, variando nos focos, a cada edital; e um novo edital foi lançado em outubro de 2012. Também o número de projetos aprovados varia, por edital: em 2010, foram lançados três editais; o primeiro focou infraestrutura, apoiando 29 projetos, ao custo de R\$ 25 milhões (recursos próprios e de parceiros); o segundo aprovou 69 projetos para a concessão de bolsas de pesquisa pelo CNPq (aprovadas em torno de 240, para quatro modalidades: iniciação científica, mestrado, doutorado e pós-doutorado); o terceiro edital, com recursos de cerca de R\$ 7 milhões, apoiou 11 projetos de estudos e pesquisas para desenvolvimento da aquicultura em águas públicas da união, atendendo a uma política do MPA que objetiva levantar todos os corpos d’água do país em con-

FIGURA 7 | PRODUÇÃO (T) NACIONAL DE PESCA EXTRATIVA E DA AQUICULTURA DO BRASIL DE 1958 A 2008

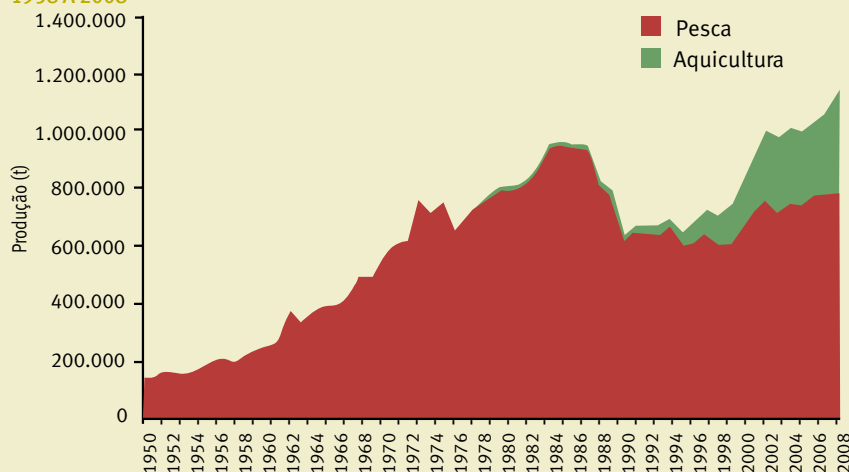
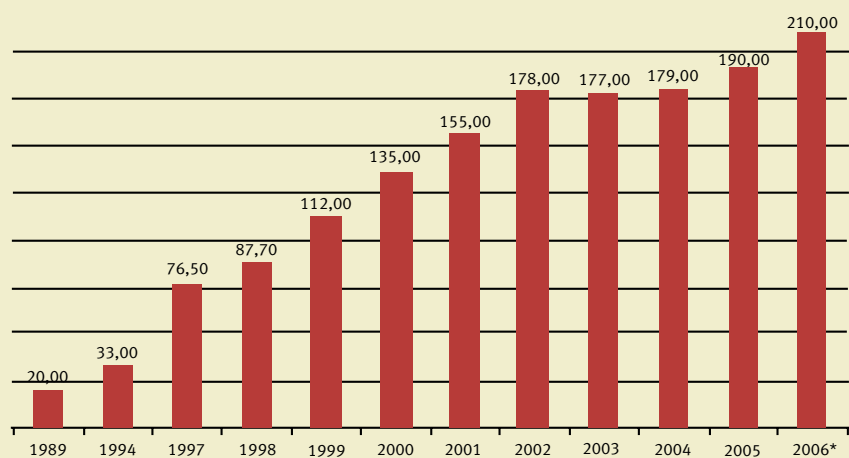


FIGURA 8 | EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE PEIXES DE CULTIVO NO BRASIL DE 1989 A 2006.



*Valor estimado.
Fonte: Firetti e Sales (2007).

dições de exploração pela aquicultura, principalmente os grandes reservatórios.

PESQUISA E INOVAÇÃO

Na etapa atual, o MPA volta-se para a avaliação dos resultados alcançados com os projetos já apoiados, de modo a dimensionar o quanto efetivamente eles foram apropriados pelo setor produtivo. O “grande desafio”, de acordo com Eric, é que muitas vezes tem faltado ousadia a nossos pesquisadores: “Precisamos saber o que realmente se traduziu em aumento de produtividade, em reduções de custos ou melhoria para determinadas espécies etc. Este é o grande problema; se deixarmos, a pesquisa termina na

publicação de artigos, e nem sempre as informações produzidas chegam à ponta da produção. Precisamos ir além; nossos pesquisadores precisam ser mais inovadores. Precisam buscar se integrar a outras áreas de conhecimento, com outras especialidades, porque é possível gerar informações novas apenas se aliando a outras áreas. Muitas vezes, o pesquisador repete uma mesma metodologia com uma espécie diferente com o fim de produzir e publicar um novo artigo. Não é por aí (...) Precisamos buscar integrar áreas, fazer trabalhos multi-institucionais, multidisciplinares. Este é o caminho, e não é só para a pesquisa em pescado. Temos que gerar conhecimentos novos, com pers-



Canulação de fêmea de cachara; Pimenta Bueno, RO, 2010

pectivas de aplicação”. Em sua opinião, o próprio sistema nacional de ciência e tecnologia precisaria ser reavaliado, pois estaria supervalorizando a publicação de artigos em detrimento da extensão.

Os editais do MPA definem, no conjunto de suas diretrizes, diversas subáreas a serem atingidas – como nutrição, melhoramento genético, sanidade, boas práticas de manejo e processamento (geração de subprodutos ou coprodutos) –, para aquicultura em água salgada ou doce: “Nos três últimos editais de 2010, a maior parte dos projetos se voltou para aquicultura. Isso não reflete, necessariamente, um foco do MPA em detrimento da pesca por captura. Reflete mais o fato de haver poucos pesquisadores propondo projetos com mérito e qualificação voltados à pesca. Nos nossos dois editais para infraestrutura e recursos humanos, os recursos para pesca e aquicultura foram iguais. Mas veja que, no edital

para concessões de bolsas, a quantidade de projetos com mérito (pontuação mínima) para pesca foi menor do que os focados em aquicultura. Então, para não sobrar dinheiro desse edital, lançamos mão de um dispositivo que permite redirecionar recursos e os canalizamos para projetos com mérito da aquicultura. O tratamento dado pelo MPA foi igualitário e gostaríamos, inclusive, que fosse mais equilibrado. A pesca não deixou de ter importância para o país; muito pelo contrário (...)”, alega Routledge.

O MPA não dispõe, ainda, de uma avaliação sobre os resultados obtidos com os projetos já financiados por seus editais. Mais da metade deles está ainda em execução; em média, têm duração de dois a três anos, a partir da liberação da primeira parcela, e muitos foram iniciados a partir de 2012. Também não tem informações precisas sobre o número de empresas do setor que investem em pesquisa e em novas

tecnologias. Em geral, a cultura do setor privado brasileiro não segue essa direção: “Existe uma tradição, em todas as áreas de nosso setor produtivo, de esperar que a tecnologia esteja pronta para se apropriar dela, quase sem custo. Nos EUA, por exemplo, é o inverso: a participação do setor privado no desenvolvimento tecnológico é de 95%, contra 5% de investimento público. Mas temos políticas no MPA que ajudam a induzir ambos os lados – academia e empresas – a trabalharem juntos. Nosso trabalho tem sido colocar essas duas áreas de mãos dadas”.

E se a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico dependem do governo, os recursos públicos para essas finalidades precisariam ser perenes, na opinião de Routledge, independentemente das variações de gestões, humores econômicos ou de diretrizes orçamentárias e políticas. “Estamos, por isso mesmo, realizando um estudo sobre a viabilidade da criação de um fundo de pesquisas alimentado por impostos do próprio setor. Queremos entender o quanto o setor arrecada, nos diferentes elos da cadeia produtiva, para pleitearmos, junto com o Ministério da Fazenda, que partes deles alimente um fundo voltado à pesquisa para geração de tecnologia e formação de recursos humanos, na produção de pescado”.

Num balanço geral, fica claro que o setor precisa ainda vencer desafios importantes, para dar sua grande virada: “A produção de pescado sempre foi colocada como área secundária; mas representa hoje uma grande oportunidade de diversificação para a economia brasileira. Não queremos mais apenas falar que o Brasil tem potencial para produzir tanto quanto a China. Queremos transformar isso em realidade. Mas isso depende de um trabalho de articulação, de rede, entendendo a pesca e a aquicultura como prioridades nacionais para as ciência e tecnologia, para o desenvolvimento industrial e, também, para uma mudança na cultura do consumidor. De tanto insistir, vamos conseguir”, arremata Routledge. 📖

Extração marinha almeja mais qualidade do que quantidade

O segmento da cadeia de geração pesqueira com maior volume de produção continua sendo – no Brasil e no mundo – a extração por captura, seja em água salgada ou água doce. Também é fato que é o segmento com menos chances para ampliar sua produção sem que isso afete a sustentabilidade das espécies. No caso da pesca marinha em especial, as razões dessa limitação estão dadas pelo próprio ecossistema de nossa costa. Com 8.500 km de litoral, o Brasil controla uma faixa oceânica de 3,5 milhões de km², reconhecida como Zona Econômica Exclusiva

(ZEE), nossas famosas 200 milhas náuticas que, embora extensas, são em sua maior parte banhadas por águas tropicais quentes e oligotróficas; ou seja, pobres em nutrientes e por isso menos produtivas.

“Temos uma grande diversidade, mas uma baixa biomassa por espécie, ao contrário do que acontece em países com clima temperado”, explica Antônio Olinto Ávila da Silva, pesquisador científico do Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Pescado Marinho – setor do Instituto de Pesca de São Paulo responsável pelo monitoramento da atividade

pesqueira no estado, com equipe de 60 pessoas. Usando como metáfora uma “gangorra biológica”, ele ilustra: “Climas temperados têm menor diversidade, mas, em compensação, têm grandes biomassas por espécies, o que atende ao foco da pesca industrial, normalmente voltada a uma ou a poucas espécies, almejando grandes produções. Por este motivo, se compararmos a produção pesqueira em água salgada do Brasil com as do Peru ou do Chile, veremos que eles têm volumes bem maiores, apesar de estarmos na mesma faixa de latitude”.

RODRIGO E. MUNHOZ DE ALMEIDA



Barcos de pesca artesanal na praia de Flecheiras; Trairi, CE, janeiro de 2012

Nosso país tropical pode ser “abençoado por Deus e bonito por natureza” – como diz a famosa música de Jorge Benjor –, mas nosso mar é menos produtivo que o de nossos vizinhos, em decorrência das correntes oceânicas. Águas ricas em nutrientes originárias do Polo Sul giram o planeta em sentido anti-horário, passando antes pela costa da África, atravessando o Atlântico e chegando à costa do Brasil já pobre em nutrientes. “Estou falando dessa água quente e clarinha que todo mundo adora mergulhar, por exemplo, lá em

Fernando de Noronha”, comenta Antônio Olinto. A qualidade de nossas águas é, portanto, uma razão importante para os baixos volumes de nossa produção pesqueira marinha; mas não é a única. Comparativamente com outros países produtores, também enfrentamos questões técnicas e logísticas: “Nossa frota é essencialmente artesanal ou, na melhor das hipóteses, mediana. Países como China, Japão e Rússia têm barcos enormes que operam em todos os oceanos, com alta escala de produção. Mesmo que chamemos nossa frota, entre aspás,

de ‘industrial’, é fato que ela tem baixa mobilidade. Outras grandes nações pesqueiras operam com navios-fábrica em todo o mundo. Mas precisamos entender, em perspectiva, que o Brasil não é, por tradição, uma nação pesqueira, ao contrário de países como Noruega, Dinamarca, Japão e Rússia que, desde os séculos XVII e XVIII, têm a pesca na base de suas economias. E não vejo perspectiva, nem motivo, nem necessidade de fazermos, agora, investimentos para termos uma frota maior, já que a pesca oceânica está toda mapeada pelas grandes nações pesqueiras”.

Outra explicação para nossa pouca tradição em pesca marinha está na vastidão de nosso território continental, que oferece diversas alternativas à produção de alimentos: “Embora Portugal fosse uma nação marítima, seus navegadores não vieram descobrir o Brasil em busca de peixes, mas de ouro, especiarias como o pau-brasil (...) Desde o período colonial, então, olhamos com pouco interesse econômico para o mar. É claro que se os portugueses tivessem, ao chegar aqui, encontrado cardumes enormes de bacalhau, iriam se interessar. Como não acharam, foram buscar outras riquezas. E mesmo nossos índios eram mais continentais”.

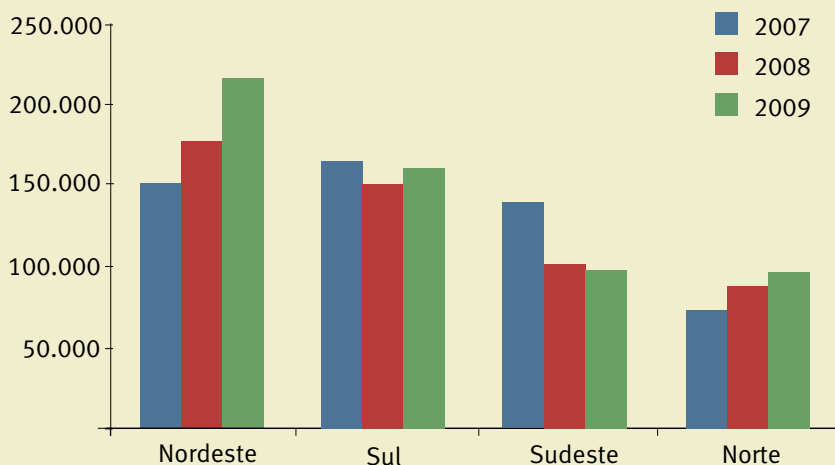
A produção pesqueira marítima nacional – em particular a da região Sudeste – se mantém focada nas mesmas espécies há décadas ou séculos; ou seja, continua extraindo do mar corvina, sardinha, camarão-sete-barbas, camarão-rosa, pescada, cherne, cação, linguado, garopa, pargo, tainha, entre diversas outras típicas do nosso litoral. Já era assim nas primeiras décadas do século XX: “Exploramos exatamente a mesma coisa há décadas. Então, nossos estoques costeiros já estão plenamente explorados em cerca de 80%, ou já estão em sobrepesca. A sobrepesca é, aliás, um problema de toda a costa do Brasil”. Mas sobrepesca quer dizer que estamos correndo o risco de esgotar nossos

TABELA 1 | PRODUÇÃO (T) DA PESCA EXTRATIVA MARINHA DISCRIMINADA PELA UNIDADE

REGIÕES E UNIDADES DA FEDERAÇÃO	PRODUÇÃO (T)		
	2007	2008	2009
BRASIL	539.966	529.773	585.671
NORTE	72.036	89.065	99.055
Amapá	6.576	5.528	7.007
Pará	65.460	83.536	92.047
NORDESTE	155.625	182.444	215.225
Alagoas	9.699	9.127	8.993
Bahia	44.932	66.486	83.537
Ceará	17.920	20.502	23.816
Maranhão	41.839	40.707	41.380
Paraíba	4.079	6.636	8.987
Pernambuco	11.777	11.946	15.019
Piauí	2.207	2.750	3.019
Rio Grande do Norte	18.157	18.933	24.888
Sergipe	5.014	5.352	5.583
SUDESTE	137.666	99.248	97.753
Espírito Santo	21.759	14.045	13.102
Rio de Janeiro	82.528	51.431	57.090
São Paulo	33.378	33.771	27.561
SUL	174.638	159.014	173.636
Paraná	1.914	2.116	6.093
Rio Grande do Sul	23.594	12.772	18.636
Santa Catarina	149.130	144.125	148.906

Fonte: As informações referentes ao ano de 2007 foram retiradas do Boletim Estatístico do Ibama/MMA.

FIGURA 1 | PRODUÇÃO (T) DA PESCA EXTRATIVA MARINHA NOS ANOS DE 2007, 2008 E 2009, DISCRIMINADA POR REGIÃO



estoques? “Não!”, responde Antônio Olinto enfático. “Sobrepesca quer dizer que as populações foram reduzidas em relação ao que eram inicialmente, a ponto de não gerarem tanta biomassa quanto poderiam. Mas não tem nada a ver com esgotamento dos estoques. O problema não é a pesca em si, mas a magnitude com que a extração de biomassa oceânica é executada. (...) Por exemplo, fala-se que a pescaria mais artesanal não é predatória. Não seria se fosse como era há 50 anos. Mas, hoje, em determinados locais, encontramos centenas de embarcações pequenas atuando. No caso do camarão-sete-barbas, são milhares. Então, mesmo sendo pesca em pequena escala, o impacto é grande sobre o estoque. Rotular que a pesca do tipo A ou B é predatória é perder o foco; o que realmente importa é o grau de exploração. São poucas as nossas

pescarias feitas longe da costa, seja a chamada industrial ou a artesanal. Essa concentração faz com que as populações diminuam bastante e atinjam estado de sobrepesca”.

Do ponto de vista da gestão, uma questão importante é o respeito à dinâmica das espécies. De acordo com o pesquisador do Centro Avançado, nossa gestão pesqueira ainda é feita por espécie: “Se a sardinha está com problemas, faz-se o manejo da sardinha; se é o camarão, faz-se o manejo dessa espécie, e não do ambiente em que vive. O impacto da exploração com a estrutura das comunidades e com o ambiente costeiro é alto e um dos motivos disso é nossa legislação, que não foi elaborada para proteger as comunidades ou o ambiente como um todo, mas sim as espécies, individualmente. Isso em âmbito nacional, porque em São Paulo já

temos, atualmente, as Áreas de Proteção Ambiental (APAs) marinhas estaduais, que abrangem até 20 e poucos quilômetros da costa. Com as APAs, podemos vislumbrar uma gestão mais focada no ambiente, porque o tradicional, no Brasil, é gestão por espécies”. Criadas em 2008 pelo governo estadual, três APAs Marinhas cobrem quase metade do litoral paulista.

Mas São Paulo já não é mais – como foi anos atrás – um grande produtor de pescado marinho, ficando em geral em 7º lugar no ranking nacional, com descarrega de cerca de 25 mil toneladas/ano; os portos que disputam a primeira colocação são Itajaí, no litoral norte de Santa Catarina, e Belém, no Pará, ambos recebendo em torno de 100 mil toneladas/ano. Em Belém, explora-se a foz do Amazonas, o encontro das águas do rio com o mar, fonte de riqueza de nutrientes e de vida marinha. No Nordeste, a Plataforma Continental – plataforma submarina pouco profunda, localizada nas margens de um continente – cria dificuldades para a pesca de arrasto, que se torna possível apenas no Sudeste e Sul, depois do norte do Rio de Janeiro: “Na região de Belém, a frota é bastante artesanal e de baixa mobilidade, mas alcança grande produção; no Nordeste, se pesca muito com técnicas de linha, anzol e armadilhas; já no Sudeste e no Sul, a pesca tem porte maior. Um quarto da produção nacional está em Santa Catarina; boa parte das embarcações que antes atuavam em São Paulo se deslocaram para lá ou para o Rio de Janeiro. No litoral Sul, já começamos a ter mais influência das águas do Rio da Prata, que são mais produtivas”.

Pela legislação brasileira, o que distingue pesca artesanal de pesca industrial seria a existência de vínculo empregatício: “Se o produtor tem um barquinho de dez metros, mas coloca nele um único pescador com carteira assinada, passa a ser pesca industrial. O que difere é o regime de contratação:

TABELA 2 | PRODUÇÃO (T) DA PESCA EXTRATIVA MARINHA E CONTINENTAL NOS ANOS DE 2007, 2008 E 2009

	2007		2008		2009	
	T	%	T	%	T	%
PESCA	783.176		791.056		825.164	12,665
CONTINENTAL	243.210	31,1	261.282	33,0	239.492	29,0
MARINHA	539.966	68,9	529.773	67,0	585.671	71,0

Fonte: As informações referentes ao ano de 2007 foram retiradas do Boletim Estatístico do Ibama/MMA.

artesanal é parceria, industrial é carteira assinada. Mas mesmo regimes de parceria que usem embarcações acima de 16 metros passam a ser, também, chamadas de industriais. Então, o termo industrial não é bom para caracterizar nossa estrutura de pesca, porque não há nada de industrial na nossa chamada pesca industrial; mas apenas uma diferença na escala de produção. Pesca industrial, a rigor, é o que se pratica, por exemplo, no Japão, com navios-fábrica de 50 metros que passam seis meses em alto mar”.

A realização de investimentos para melhorias de nossa frota, todavia, é descartada por Antônio Olinto, porque já vivemos uma sobrecapitalização do setor na década de 1970: “Naquele período, foi feita a primeira avaliação do potencial produtivo de nossas águas marinhas, e ela foi equivocada. Pensou-se que poderíamos produzir o dobro do que realmente podemos produzir. Foram feitos, então, investimentos públicos para a criação de indústrias e embarcações esperando um retorno que não veio. Não houve peixes suficientes para pagar os investimentos; foi justamente após aquela injeção de dinheiro que chegamos, em São Paulo, a ultrapassar a 100 mil t/ano, na década de 1980. Passado o entusiasmo, muitas empresas foram à falência; embarcações foram sucateadas, até mesmo barcos para pesca oceânica. A frota, então, acabou se concentrando em alguns locais, como Itajaí, porto pesqueiro importante, porque tem boa mão de obra, estrutura de apoio, estaleiro, venda de equipamentos, como redes etc. São Paulo ficou atrás porque embarcações daqui migraram pra Santa Catarina. Então, não adianta pensar: ‘Ah, vamos investir para dobrar nossa produção, porque não temos estoques’”, ele adverte.

No período em que tínhamos maior abundância de peixes e recursos, as frotas pesqueiras tendiam a trabalhar por espécies-alvo. Havia frotas camaroeira, atuneiras etc. Com a queda de biomassa das espécies, as frotas passaram a ser

multiespecíficas: “Hoje, num arrasto de camarão, capturam-se várias outras espécies; então, os barcos atuneiros pegam mais é cação e deveriam se chamar caçoeiros, porque o que temos atualmente em estoques de atum não comporta pescarias apenas da espécie. Nossas frotas diversificaram suas capturas; num arrasto, pode-se pegar até 100 espécies. Elas também expandiram seus raios de ação. Mesmo a frota artesanal – aquele barquinho pequeno –, hoje em dia, com GPS, sistema de comunicação e melhores motores, consegue ir aonde antes não ia. Por sua vez, a frota industrial, à procura de mais peixes, começou a chegar mais perto do litoral. Com isso, a disputa territorial no mar está acirrada. É uma pescaria multifrota e multiespécie. O que levou a isso foi exatamente, a limitação de biomassa, em todo o nosso litoral pesqueiro, principalmente, no Sudeste e Sul, porque no Norte e Nordeste temos uma pescaria mais de linha, armadilha, que tende a ser mais seletiva”.

Nessa disputa ferrenha, justamente o atum – aliás, de excelente qualidade, existente numa curta faixa de 15 X 200 km situada no cruzamento das correntes marítimas que vêm da Lagoa dos Patos (RS) e das Ilhas Malvinas – se tornou alvo da chamada “guerra do Sushi”, manchetes de noticiário em meados de 2012. Barcos japoneses de grande porte estão atuando naquele trecho em busca de estoques de atum, mercadoria supervalorizada com a globalização da culinária japonesa e do consumo de peixe cru. Os modernos navios nipônicos obtiveram concessões de licenças do MPA, em 2010. “O atum que consumimos no Brasil é mesmo, em grande parte, extraído de nossas águas e, inclusive, tem sido motivo dessa disputa internacional”, confirma Antônio Olinto. Com poucos estoques, nossos pesqueiros enfrentam ainda a força da concorrência internacional, em seu próprio território.

Diante desse cenário, o investimento possível da pesca marinha brasileira não é em aumento de quantidade, mas na qualidade. Se não podemos pescar mais, temos que pescar melhor. Como? Qualificando nossa mão de obra, melhorando as condições de habitabilidade a bordo (em geral péssimas), evitando desperdícios e dando melhor aproveitamento à biomassa extraída do mar com práticas de manejo corretas; em suma, agregando maior valor ao produto: “Compara-se muito o preço do peixe de pesca com o preço do frango, que é mais barato. Mas peixe de captura tem mesmo que ser mais caro, porque é caça. Não se pode comparar uma produção em cultivo, mesmo que seja de peixe, como é o caso da tilápia, com carne de caça, que será sempre mais cara. Sem esquecer que a maior parte do lucro na venda não fica com a produção, mas com a comercialização”, acrescenta Antônio Olinto.

A existência de um Ministério próprio para o setor acrescenta, também, esperanças de um maior ordenamento da atividade, de importância independentemente de que sua contribuição para o PIB nacional ser pequena. Para além do aspecto econômico, a pesca tem alto impacto no meio ambiente e afeta a sustentabilidade do planeta, se não for bem gerida. “Na pesca marinha, o Ministério precisaria garantir a continuidade de suas ações, principalmente do monitoramento”, observa o pesquisador. “É importantíssimo sabermos o que está sendo extraído do mar; com base no monitoramento é feito o ordenamento da atividade. Mas a situação do monitoramento no Brasil é crítica. Por entraves políticos, burocráticos e de verba, o Ministério não consegue cumprir os convênios. Como a pasta é das menores, fica em permanente instabilidade. Em um ano e pouco, tivemos três ministros diferentes, o que não aconteceu com nenhum outro ministério. Já temos quadro técnico muito bom no MPA, mas não as pessoas que mandam. O maior problema tem sido a falta de ações contínuas”, ele conclui. 🌐

Aquabrazil fez melhoramento de espécies prioritárias, por regiões



JEFFERSON CHRISTOFOLLETTI

Manejo de reprodutores de tambaqui; Palmas, TO, 2012

Idealizado com o objetivo de promover pesquisas em melhoramento genético de quatro espécies selecionadas, subsidiando políticas públicas e estratégias empresariais o projeto Aquabrazil teve início em 2007 e foi concluído em outubro de 2011. As espécies pesquisadas foram a tilápia (Sul e Sudeste), o surubim cachara (Centro-Oeste), o tambaqui (Norte) e o camarão-branco Guanambi (Nordeste). Resultado de iniciativa conjunta de unidades da Embrapa, Institutos de Pesquisa e Universidades, o Aquabrazil foi desenvolvido com recursos viabilizados por meio do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) – R\$ 4 milhões –, Embrapa – R\$ 3.300 milhões –, e por meio de captações junto a fundações estaduais de pesquisa, somando no total cerca de R\$ 12 milhões.

“Foi uma demonstração da força que se consegue com a formação de uma rede, com capacidade de potenciali-

zar as ações, dar maior visibilidade e conseguir mais resultados em menos tempo. Por exemplo, toda a parte de processamento evoluiu graças às parcerias realizadas com equipes como as da Esalq e com a Universidade Estadual de Maringá (UEM). O melhoramento, se não estivesse junto com a iniciativa privada, não teríamos feito”, avalia a coordenadora do projeto Emiko Kawakami de Resende, chefe geral da Embrapa Pantanal, sediada em Corumbá, MS. “Nossa filosofia foi montar ‘famílias’ para o melhoramento genético. Usamos o conceito de família, mas o modelo foi o mesmo usado para se trabalhar geneticamente outros animais, como boi, frango ou suíno. A diferença é que, para sabermos ‘quem era quem’, colocamos *microchips* nos peixes, já que é impossível colocar neles brincos ou coisa assim. Com os *microchips*, pudemos saber que peixe é pai e qual é filho de quem,

avaliando os descendentes e evitando uma seleção apenas pela beleza ou tamanho, assim como cruzamentos entre irmãos, a endogamia”.

Ao todo, o Aquabrazil integrou em rede 16 unidades da Embrapa, 22 universidades e instituições de pesquisa, quatro empresas públicas e oito empresas privadas, envolvendo, por meio do CNPq, 105 pesquisadores, 26 técnicos e 86 estudantes: “Foram gastos dez anos em pesquisas quando desenvolveram a tilápia Gift, na Malásia. Já nós, aproveitando o expertise existente, fizemos o mesmo em quatro anos. Conseguimos colocar foco, definindo as espécies prioritárias a partir dos seguintes critérios: espécies de reconhecido valor nacional – casos da tilápia e do camarão –; espécies de valor regional – caso do tambaqui e do surubim-cachara. Hoje, vê-se com maior naturalidade essa priorização, este foco em algumas espécies. As linhas de pes-

quisa foram: melhoramento, nutrição, sanidade, manejo e aproveitamento. Nós conseguimos criar uma filosofia de trabalho para a aquicultura. Antes, todo mundo trabalhava uma mesma espécie em todos os seus requerimentos; ou estudava um o tambaqui, outro o pirapitinga e assim por diante (...) Quando juntava tudo, não havia um resultado articulado e consistente”, ressalta Emiko Resende.

Um programa de melhoramento genético exige variabilidade da espécie pesquisada, com divergências de origens, porque se todos forem muito próximos, haverá comprometimento da pesquisa: “Conseguimos montar ‘famílias’ em muito graças à participação da iniciativa privada, que atuou cedendo, capturando ou reproduzindo para o projeto. Agora, as empresas que participaram do programa já estão recebendo seus primeiros reprodutores de volta, para que possam produzir alevinos melhores do que produziam antes, e vender para os engordadores. Está funcionando às mil maravilhas e todo mundo, agora, quer entrar no programa. Mas no início, poucos se interessaram. Demandou-se tempo, para despertar o interesse dos envolvidos a participarem do projeto”, recorda Emiko.

O programa surgiu como resultado de “muito convencimento, muita conversa”. A USP/ESALQ atuou no processamento industrial das linhagens melhoradas, etapa final da produção, voltada ao consumidor. “Não adianta só melhorar a espécie sem chegar ao consumidor. O bom da pesquisa em rede é que produzimos os indivíduos melhorados, aí o pessoal da nutrição atua na verificação das exigências nutricionais. Quando começamos, não se tinha como saber, por exemplo, das exigências nutricionais do surubim-cachara, porque só havia híbridos no mercado. E híbrido é, até certo ponto, ruim porque seu vigor não é herdável, ao passo que espécies melhoradas passam suas características para gerações sucessivas. Então, o ganho

é permanente. Na nutrição, avaliamos os requerimentos nutricionais para a melhor ração, com mínimo desperdício e alimentação adequada. Também foi preciso fazer o controle sanitário integrado para garantirmos exportação. Além disso, precisamos estar atentos ao manejo e à gestão ambiental, para produzirmos um pescado de boa qualidade para o processamento do filé e subprodutos, fazendo aproveitamento integral do peixe”.

Comparativamente às outras espécies, a produtividade do peixe é também maior. No caso do boi, por exemplo, um hectare produz 170 kg/ano. “Já um com peixe um hectare chega a produzir 5 mil kg/ano. Com sistema superintensivo, pode dar 10 mil kg/ano; a diferença a favor do peixe é um absurdo”. Mas para podermos atingir esses níveis, é preciso que haja um sistema produtivo eficiente e integrado. “Temos um enorme potencial em espécies, mas nos está faltando tecnologia. O Brasil não se tornou um grande produtor e exportador de soja, de milho, de carne bovina apenas por ter potencial, mas porque houve pesquisa genética nesses setores. A soja era uma planta de clima temperado; o melhoramento genético a adaptou ao clima tropical. Hoje, somos os maiores produtores de soja do mundo. Mas houve toda uma pesquisa por trás disso, o que ainda não aconteceu com os peixes”, esclarece Emiko.

Mudar esta realidade é possível, na opinião da pesquisadora: “É só lembrar do frango: quando eu era criança, comíamos macarrão com frango nos dias de domingo. Hoje em dia, podemos comer qualquer dia porque o frango está disponível. Com o peixe também tem que acontecer o mesmo. Vai ter que estar no mercado praticamente pronto para a dona de casa poder preparar rapidamente, como ocorre com o frango. Mas, para chegarmos a isso, os piscicultores terão que se organizar e trabalhar em sistema integrado, como ocorre com o frango. Vamos ter produtores de alevi-

nos, engordadores, fábricas de ração e frigoríficos fazendo o processamento, para o produto chegar semipronto ao consumidor, e com preço atrativo. As iniciativas para isso ainda são poucas, mas estão começando. Isso exige, também, muita tecnologia, e a pesquisa tem que caminhar junto com os produtores. Nosso grande potencial está nas regiões Norte e no Centro-Oeste, que têm condições naturais boas o ano inteiro. Frio para peixe é ruim; ele para de comer, de crescer. Principalmente os peixes tropicais, como tambaqui, surubim-cachara; até a própria tilápia”.

Com duração de quatro anos, o Aquabrazil construiu, em sua primeira etapa, a rede de parcerias que viabilizou a efetivação da pesquisa, a partir de 2009: “E vamos em frente, sempre com a visão do trabalho conjunto, em que todos se fortalecem e obtêm os resultados melhores”, arremata Emiko. “Melhoramento genético é processo contínuo, não acaba. Afinal, continuamos melhorando a soja há décadas. Então, em aquicultura estamos apenas começamos. O mais difícil foi formar as ‘famílias’; uma fêmea e dois machos ou duas fêmeas e um macho, para manter a variabilidade. Isso foi feito, por exemplo, com o tambaqui; a primeira geração em 2008/2009, e não foi fácil. Uma das tecnologias que aproveitamos foi o congelamento do sêmen. Conseguimos definir prioridades e somos capazes de desenvolver pacotes tecnológicos para cada uma das espécies trabalhadas. Com isso, conseguiremos fazer nossa aquicultura se desenvolver. Hoje, conseguimos conversar em rede em nível de Brasil; foi uma de nossas maiores conquistas (...) E estamos discutindo consensos para a próxima fase, independentemente do nome que tenha. Recursos não vão faltar; temos parcerias e vamos sempre estar trabalhando com os produtores, porque é para eles que fazemos tudo. Se não soubermos do que precisam, de que adianta? Nosso diálogo com a iniciativa privada será permanente”.

Patógenos

Prevenção de doenças evita mortalidade e reduz custos

Andréa Belém-Costa*

Imagine as seguintes situações: peixes na superfície do viveiro boquejando; peixes lentos e com manchas brancas pelo corpo; peixes sem comer e de cor escura; ou, ainda, peixes mortos boiando no tanque-rede. A pergunta que se faz é: O que teria acontecido? E a resposta não é simples. O piscicultor deve considerar todos os fatores indispensáveis à manutenção de peixes em cativeiro, bem como os parâmetros físicos e químicos da água – concentração de amônia e de oxigênio dissolvido, pH e condutividade, por exemplo. No caso de esses parâmetros estarem dentro da faixa ideal para a espécie cultivada, devem-se, então, observar fatores paralelos, como a fonte de água, a qualidade da ração oferecida aos animais e a ocorrência de chuvas fortes com enxurradas, que depositam nos viveiros ou rio grandes quantidades de matéria orgânica e inorgânica, em suspensão, capazes de prejudicar a respiração dos peixes devido à deposição de partículas finas na superfície das brânquias. Este é um fator que pode reduzir a permeabilidade e, por consequência, a capacidade de respiração dos animais.

Se após a avaliação de todos esses fatores a questão não tiver sido, ainda, identificada, torna-se necessária uma investigação detalhada sobre o estado de saúde dos peixes mantidos no cultivo. É importante a presença de um especialista em doenças de animais aquáticos, que poderá detectar se o problema é de

natureza ambiental ou ocasionado pela presença de patógenos causadores de doenças e mortes em peixes. As doenças em peixes podem ser não infecciosas – aquelas relacionadas a fatores ambientais, nutrição e práticas de manejo inadequadas –, ou infecciosas – as causadas por organismos patogênicos, como fungos, bactérias, vírus ou endo e ectoparasitas.

DOENÇAS NÃO INFECCIOSAS

As doenças não infecciosas podem ocorrer devido a alterações dos fatores ambientais, quando estes se afastam da faixa considerada ótima para a espécie

cultivada. Alguns fatores ambientais que podem ser responsáveis pelo aparecimento desse tipo de doenças são: temperatura, pH, traumas por bolhas de gás, partículas em suspensão na água, toxinas, queimaduras pelo sol e predação. Danos físicos durante o transporte, manuseio ou medições podem causar ferimentos e perda de escamas, permitindo o contato com patógenos ou ulcerações nas áreas afetadas e problemas osmorregulatórios. Já as doenças nutricionais são provocadas pela deficiência de nutrientes ou pela presença de fatores antinutricionais ou toxinas na ração, devido ao armazenamento incorreto. Não fornecer

FIGURA 1 | PINTADO COM SINAIS CLÍNICOS DE BACTERIOSE; MINAS GERAIS, SETEMBRO DE 2002



SILVIO ROMBERG

FIGURA 2 | CULTIVO DE PEIXES EM TANQUES-REDE COM SURTO DE BACTERIOSE; MINAS GERAIS, SETEMBRO DE 2002



uma alimentação balanceada aos peixes causa problemas irreversíveis, como escoliose (curvatura lateral da coluna vertebral), lordose (curvatura da coluna vertebral no sentido anteroposterior) ou catarata (opacidade parcial ou completa do cristalino do olho).

As doenças infecciosas são provocadas por fungos, parasitas, bactérias e vírus. Os fungos só causam doenças quando a qualidade da água de cultivo não é boa. São transmitidos por esporos, ou seja, estruturas de resistência que geram grandes mortalidades quando não controlados. São de fácil transmissão e muito perigosos para os ovos em incubação. Os parasitas: podem ser externos (ectoparasitas), que infestam a pele, nadadeiras e brânquias, ou internos (endoparasitas), os quais infestam os órgãos internos e o trato gastrointestinal. Causam irritações na pele dos peixes, grande produção de muco e danificam as brânquias quando em número excessivo. Os animais apresentam apatia e param de comer, têm distúrbios na natação e o corpo e/ou da cauda escurecem. Eles também podem saltar e esfregar-se contra objetos, como a tela do tanque-rede, causando ferimen-

tos. Quando presentes na cartilagem dos peixes, os parasitas podem destruí-la; no intestino, podem impedir a passagem do alimento ou perfurar a parede do estômago ou do intestino.

AÇÃO DE BACTÉRIAS

As bactérias também provocam doenças infecciosas, mas os sinais observados nos peixes não permitem identificar aquela responsável pela moléstia, a menos que seja feita uma análise laboratorial. É comum observar peixes com hemorragias e sangramentos na região da cabeça e dos olhos ou ao longo do corpo e cauda (Figuras 1 e 2). Internamente, pode haver um líquido amarelado ou avermelhado na cavidade abdominal e o fígado ou o rim se deformarem ou apresentarem palidez. São organismos perigosos em cultivo por atacar qualquer espécie de peixe e levar à morte em poucos dias ou horas. Uma vez presente no cultivo, o tratamento dos animais é muito difícil. Já os vírus são organismos muito perigosos para os peixes. Seus sinais clínicos são confundidos com os causados por bactérias, porém a taxa de mortalidade é muito maior em um curto espaço de tempo

(horas) e os animais sobreviventes não podem ser mantidos, devendo ser sacrificados. Quando ocorrem em ambientes de cultivo, é necessária a realização de vazio sanitário (interdição do local, sem a presença de animais), além de notificação às autoridades competentes.

Mais importante que controlar as doenças é evitar que elas ocorram. Quando não causa a morte do animal, uma doença pode impedir o rápido crescimento deste e fazer o tempo de cultivo ser maior do que o previsto inicialmente, atrasando o cronograma de produção e causando perdas econômicas. A prevenção de doenças é fundamental para evitar mortes e gastos adicionais com medicamentos. A maioria dos problemas de saúde em peixes está relacionada ao estresse ambiental.

As doenças infecciosas e as mortes são apenas o resultado final de interações com os patógenos. As medidas gerais de prevenção envolvem a manipulação adequada dos peixes e manutenção das instalações e apetrechos; controle da qualidade da água e da alimentação, como o uso de ração adequada e correto armazenamento desta; quarentena para os peixes novos; realização periódica de exames ictiopatológicos; controle de predadores ou peixes invasores; e, quando possível, o uso de vacinas adequadas para o patógeno e a espécie de peixe cultivada. 12

* **Andréa Belém-Costa** é professora do Departamento de Parasitologia, no Laboratório de Imunologia da Universidade Federal do Amazonas (Ufam) (costaandrea@terra.com.br).

Getep soma estudo, indústria e comunidade na busca por qualificação

Luciana Kimie Savay-da-Silva, Juliana Antunes Galvão e Marília Oetterer*

No Brasil, todo o processo produtivo relacionado ao pescado é pouco técnico e incipiente em inovações tecnológicas. Faltam informações básicas e adequadas aos produtores; há carência de mão de obra qualificada desde o manuseio da matéria-prima, passando pelo armazenamento, processamento, congelamento, até a padronização e comercialização dos produtos – fator

que agrava as dificuldades e deficiências no segmento.

Da mesma forma, os consumidores necessitam de informações que lhes permitam analisar as características físicas e sensoriais de um pescado e verificar sua qualidade, para que esteja adequado ao consumo. O público em geral desconhece as características nutricionais e os métodos de preparo

de peixes e dos vários tipos de pescado marinho – os crustáceos e moluscos, por exemplo. Conhecendo melhor as características dos bons produtos ofertados, o consumidor pode exigir mais qualidade. Do mesmo modo, as indústrias também colaboram para o aumento do consumo ao ampliar as opções de produtos oferecidos ao mercado.

FIGURA 1 | ORGANOGRAMA DE TRABALHO DO GETEP

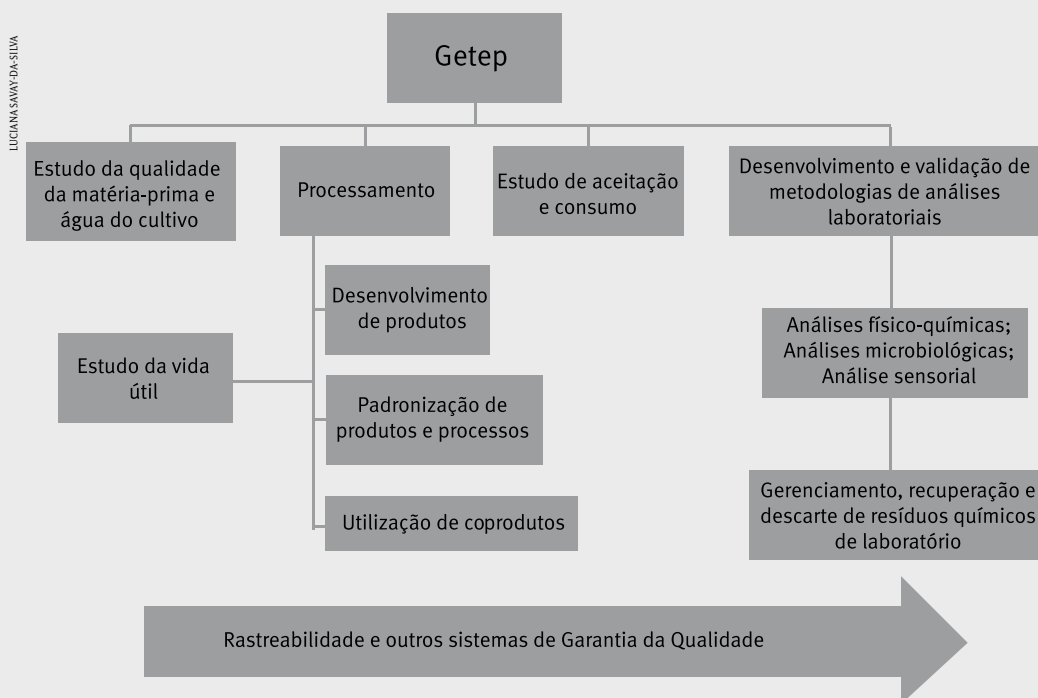


FIGURA 2 | VISITA DE EQUIPE DO GETEP, A EMPRESA BENEFICIADORA DE PESCADO; OSASCO, SP, 2010



Foi para suprir a demanda por informações e desenvolvimento que surgiu o Grupo de Estudo e Extensão em Inovação Tecnológica e Qualidade do Pescado (Getep), objetivando interligar o ensino, a pesquisa, a indústria e a comunidade, de forma a propiciar maior benefício à sociedade e ao desenvolvimento do mercado brasileiro. O Getep busca estabelecer formas de comercialização que agreguem maior valor aos produtos, primando pela qualidade e excelência nas etapas da cadeia produtiva – da produção/captura à comercialização (Figura 1). Oficializado em 2007 pela Comissão de Cultura e Extensão da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (USP/ESALQ), o Getep teve sua origem ainda nos anos 1970, quando pesquisas com tecnologia do pescado de água doce se iniciaram no Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ.

Atualmente, o Getep participa de projetos que envolvem rastreabilidade da cadeia produtiva do pescado, padronização de etapas de processamento, qualidade da água e da matéria-prima, sustentabilidade de produção e de comercialização

de produtos e coprodutos, coleta seletiva, reciclagem e reaproveitamento de resíduos, análise do consumo do pescado *in natura* e dos produtos, implementação de unidades beneficiadoras e transferência ao setor produtivo de pacotes tecnológicos, particularmente aos aquicultores. Participa dos programas das pró-reitorias de graduação e de pesquisa no ensino em aulas teórico-práticas para os cursos de graduação e de pós-graduação, elaboração de protocolos de análises – Procedimentos Operacionais Padronizados (POP) –, visitas a estabelecimentos de comércio e armazenamento do pescado (Figura 2) e cursos de extensão para pescadores e piscicultores (Figura 3).

O grupo é coordenado pela professora doutora Marília Oetterer e supervisionado pela doutora Juliana Antunes Galvão e pela MSc. Luciana Kimie Savay-da-Silva, sendo composto por alunos de iniciação científica, mestrandos, doutorandos, pós-docs e pesquisadores da USP/ESALQ de vários departamentos e Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo (Cena/USP). Há interação com os pesquisadores da

Embrapa, da Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio, Instituto de Pesca e Instituto de Tecnologia de Alimentos e de outras universidades brasileiras e do exterior.

Os principais objetivos do Getep são: formar recursos humanos em ciência e tecnologia do pescado; desenvolver projetos visando à inovação tecnológica e à qualidade para o pescado; transmitir conhecimentos adquiridos na academia à sociedade e aos produtores rurais e industriais; promover palestras e *workshops* sobre temas relevantes, voltados à rastreabilidade e sustentabilidade; participar de pesquisas em andamento que envolvam análises físico-químicas (Figura 4), microbiológicas, sensoriais e de qualidade da água, do pescado e seus coprodutos; atender comunidades de pescadores e associações de produtores de pescado (Figura 5).

Há no Getep uma equipe dedicada, exclusivamente, ao gerenciamento de resíduos químicos, que objetiva desenvolver consciência ambiental e enfatizar a importância de possíveis problemas decorrentes do uso indevido de equipamentos de segurança, manipulação ou armazenamento inadequado de resíduos químicos gerados em laboratório. Por intermédio do gerenciamento dos resíduos químicos, pretende-se alcançar os seguintes objetivos: (I) atender à necessidade de melhoria da qualidade ambiental dos processos laboratoriais; (II) levantar os possíveis resíduos gerados em todas as análises realizadas no Laboratório de Tecnologia do Pescado; (III) identificar a melhor forma de armazenamento desses resíduos e, se possível, tratá-los de forma a reutilizá-los, quando possível, ou neutralizá-los para descarte; (IV) buscar o controle e gerenciamento no armazenamento desses resíduos, até seu destino final (recuperação, descarte ou redirecionamento); (V) identificar os equipamentos de segurança (individuais e comunitários) necessários à manipulação

FIGURA 3 | CURSO DE PROCESSAMENTO DE PESCADO MINISTRADO PELO GETEP; MONTE ALEGRE DO SUL, SP, 2009



MARILIA OETTERER

FIGURA 4 | LABORATÓRIO DE ANÁLISES; PIRACICABA, SP



MARILIA OETTERER

desses resíduos; (VI) elaborar procedimentos operacionais padronizados (POP) para manipulação e armazenamento dos resíduos; (VII) oferecer treinamentos, cursos e cartilhas para os usuários do laboratório.¹⁷

* **Luciana Kimie Savay-da-Silva** é técnica do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da USP/ESALQ (kimie@usp.br); **Juliana Antunes Galvão** é pesquisadora especialista do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição USP/ESALQ (jugalvao@usp.br); **Marília Oetterer** é professora titular do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da USP/ESALQ (mariliaoetterer@usp.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

«www.esalq.usp.br/departamentos/lan/getep».
«www.cnpq.br/gruposdepesquisa/beneficiamentodopescadocultivado».

Rastreabilidade permite busca de soluções para inconformidades

Juliana Antunes Galvão, Érika da Silva Maciel e Marília Oetterer*

A rastreabilidade é um conceito definido pela União Europeia, sendo a capacidade de se detectar a origem de determinado gênero alimentício e refazer o caminho por ele percorrido, bem como o de outros componentes utilizados ao longo das fases de sua produção, transformação e distribuição. Com isso, torna-se possível localizar todos os elos da cadeia de produção do alimento, da matéria-prima ao varejo (European Committee for Standardization, CEN, 2002). Um sistema eficaz de rastreamento oferece informações quanto à natureza, origem e qualidade do produto, fornecendo subsídio para que o consumidor possa optar conscientemente no ato da compra. Permite, ainda, ao produtor melhorar seu processo industrial por meio da identificação de procedimentos a serem corrigidos e da busca de soluções para inconformidades.

A rastreabilidade não deve ser vista, todavia, como garantia de qualidade na produção de alimentos, pois objetiva identificar e localizar rapidamente produtos para o consumo humano ou animal, ao longo da cadeia alimentícia. Para tanto, documentos que comprovem o histórico dos produtos são arquivados. No caso da indústria de alimentos, o produtor é o primeiro envolvido na implantação da rastreabilidade, cuja tarefa é identificar seus produtos (Galvão, 2010). As empresas devem manter uma base informatizada de dados que abarquem todos os elos da

cadeia de produção, particularmente a etapa de manipulação, fase do processo em que ocorrem mais perigos – como a contaminação por microrganismos –, os quais podem causar toxinfecções alimentares (Galvão, 2010).

A rastreabilidade é utilizada, essencialmente, no *recall* e descarte; porém, não é um sistema de controle de qualidade, como a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle ou normas ISO. Ela também auxilia na melhoria dos processos e dos produtos e no atendimento às necessidades dos consumidores, pois permite a localização de uma falha qualitativa, minimizando os impactos causados em produtos com pro-

blemas. Nesse processo se correlacionam, de maneira clara e rápida, o lote de um insumo com o do produto terminado, bem como é localizado o lote de um produto terminado nos pontos de venda. Assim, um sistema informatizado para o pescado brasileiro e derivados é uma inovação tecnológica, além de ser uma ferramenta de extrema necessidade, visto que poucos países no mundo avançam nesta direção.

VANTAGENS COMPARATIVAS

No contexto econômico atual, a grande competitividade que as empresas do setor produtivo do pescado enfrentam torna necessário o desenvolvimento de

FIGURA 1 | CADEIA DE SUPRIMENTOS DA PESCA E AQUICULTURA



FONTE: CARVALHO, 2006.

vantagens comparativas que as diferenciem dos demais concorrentes. O foco está na obtenção de produtos que sejam identificados por apresentarem qualidade superior, sendo essa identificação feita segundo um conjunto de normas que permitem ao consumidor adquirir produtos com garantia de salubridade e inocuidade.

A indústria pesqueira é um setor comercial em que a rastreabilidade tem se tornado uma necessidade legal. A União Europeia fez o primeiro movimento requerendo a rastreabilidade completa do pescado e de seus produtos antes de 2005, incluindo os produtos importados. Nos EUA, embora os regulamentos não designem rastreabilidade, eles contêm os conceitos fundamentais do sistema.

A implantação de um sistema de rastreabilidade na cadeia produtiva do pescado é uma garantia de que o produto foi monitorado em todas as suas fases de produção, facilitando a identificação de problema e, conseqüentemente, propiciando sua solução. Assim, esse sistema deve ser utilizado para monitoramento do ambiente no sentido de garantir boas políticas de manejo, minimizando os im-

pactos ambientais negativos.

Os regulamentos sobre rastreabilidade exigem informações de todos os componentes da cadeia de suprimento de pescado, da “água ao prato” (Figura 1). No entanto, existem dúvidas sobre quais informações específicas são exigidas de cada componente e como essas informações serão incorporadas nos protocolos de rastreabilidade. Em parte, essa incerteza existe porque a maioria dos programas de qualidade e sistemas de rastreabilidade apenas considera a rastreabilidade do produto após sua entrada na indústria.

Na cadeia produtiva do pescado, a rastreabilidade pode atuar como uma ferramenta de qualidade que auxiliará na identificação de problemas, desde a água de cultivo, a produção, o processamento da matéria-prima e a comercialização dos produtos. Portanto, é necessária a associação da rastreabilidade com ferramentas que visem à garantia da qualidade, como Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) e seus pré-requisitos, tais como Boas Práticas de Fabricação (BPF) e Procedimentos Padronizados de Higiene Operacional (PPHO).

SISTEMAS INFORMATIZADOS

Dentro de poucos anos, o desenvolvimento de um sistema de rastreabilidade informatizado para o pescado brasileiro terá elevada importância comercial, por se constituir em um processo com agilidade e segurança e que agregará valor à cadeia produtiva do pescado. É preciso acompanhar esta tendência, principalmente, devido à importância de tal mercado para a sociedade.

Os princípios gerais, as exigências para a rastreabilidade e a segurança na alimentação humana e animal são estabelecidos pelo regulamento europeu de número 178/2002, o qual esclarece que o sistema deve ser capaz de detectar, acompanhar e identificar, de forma única, um lote de pescado ou produtos nas fases da produção, transformação e distribuição. Entretanto, para que a rastreabilidade seja eficiente, é necessário identificar também quais processos o produto sofreu, quais matérias-primas foram introduzidas nesse processo, bem como sua procedência (Randrup et al., 2008). Na Figura 2 estão apresentadas as ações envolvidas na cadeia de abastecimento submetida à rastreabilidade.

FIGURA 2 | RASTREABILIDADE EM UMA CADEIA DE ABASTECIMENTO

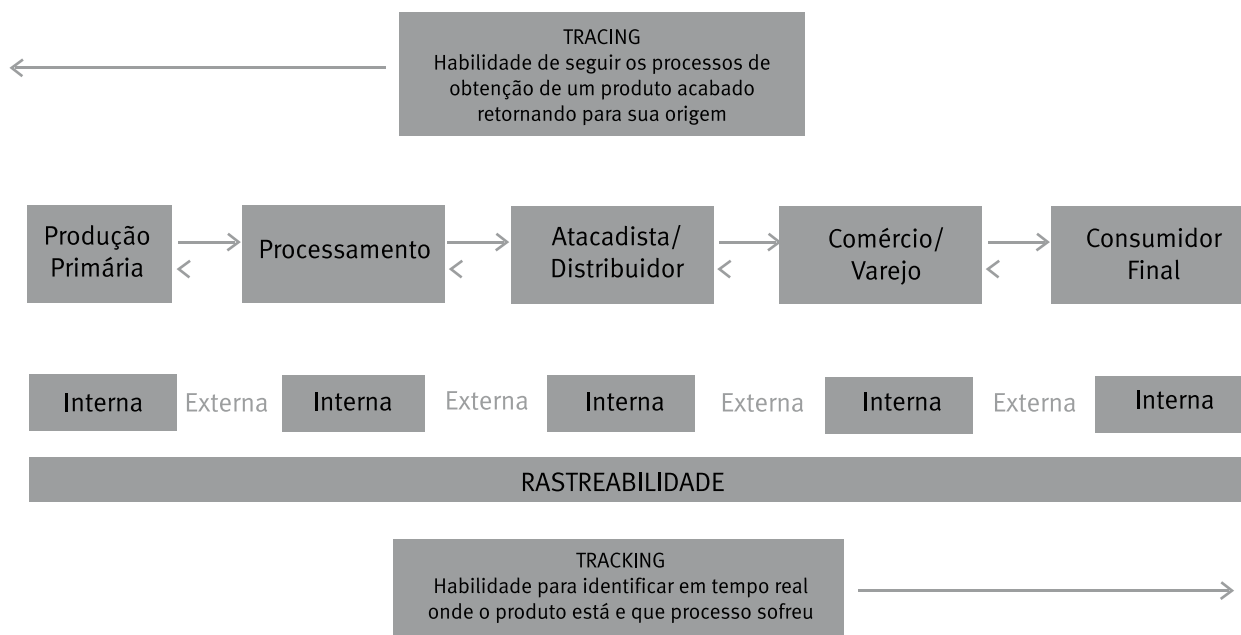


FIGURA 3 | EMBALAGEM CONTENDO PRODUTO RASTREADO DE FILÉ DE TILÁPIA MINIMAMENTE PROCESSADO; 2011



A rastreabilidade pode ser associada ao uso de novas tecnologias, contando com vários métodos de gravação, ligação e fornecimento de informações em papel, sistema de codificação de barras ou o uso de Radio Frequency Identification (RFID) (Maciel, 2011). Dentre os códigos mais utilizados para controle, há o código de barras, que é uma ferramenta de identificação automática, disponibilizada para várias aplicações. É constituído de barras de vários tamanhos e larguras, dispostas de maneira que possam ser lidas e decodificadas por um leitor óptico.

Os códigos bidimensionais (QR Code) ou Código de Barras em duas dimensões, cuja leitura é feita através de celulares, são hoje rotineiros. Esses códigos possuem a capacidade de armazenar maior número de dados sobre o produto oferecido, permitindo ao consumidor obter informações mais precisas. O QR Code ou Código de Barras em duas dimensões (2D) é um código de barras bidimensional, criado em 1994 por uma empresa de origem japonesa. O QR significa Quick Response, pois o código pode ser interpretado rapidamente, mesmo com imagens de baixa resolução, feitas por câmeras digitais em formato Video Graphics Adapter (VGA), que é um padrão de vídeo, como o dos celulares. O uso do QR Code como um código de barras inteligente é bastante eficaz, pois possui alta velocidade de leitura com precisão e

funcionalidade, permitindo, por exemplo, arquivar informações de lote, validade e características do produto.

No Brasil, desde 2007, algumas empresas passaram a adotar o QR Code. Há exemplos do uso em ingressos de cinema, passagens aéreas, em revistas e algumas embalagens de alimentos, como nas embalagens de bebidas e hortifrúteis de uma rede de abastecimento nacional. Para acessar essa tecnologia basta aproximar o celular do código e fotografá-lo. As informações são visualizadas no aparelho, o qual deve ser dotado de um *software* específico que decodifica e confirma a informação.

Assim, a rastreabilidade, associada ao uso de ferramentas tecnológicas como o QR Code, pode ser a resposta necessária para a comercialização segura do pescado, pois pode fornecer maior número de informações e transparência em cadeias complexas e, conseqüentemente, garantir a qualidade e a segurança dos produtos (Maciel, 2011). Dentro em breve, não será mais possível comercializar o pescado sem que este esteja inserido no sistema de rastreabilidade. Ações pontuais em todo o mundo mostram a tendência para unificação da legislação, também em função da globalização já vivenciada na comercialização do pescado.

No Brasil, as peculiaridades são muitas, em função do tamanho do território, das diferentes práticas para captura com a

pesca artesanal predominante e também da diversidade de espécies, fatos que dificultam a implantação de padronização em locais de difícil logística.

A embalagem e rotulagem apresentando os códigos necessários à rastreabilidade de tilápias minimamente processadas, refrigeradas e embalados a vácuo, desenvolvidas por Maciel (2011), podem ser observadas na Figura 3. A rastreabilidade não pode ser alcançada sem a integração vertical do conhecimento e requer a participação de todas as partes envolvidas na indústria de pescado, inclusive pescadores, processadores, atacadistas, transportadores e varejistas. ⁽¹²⁾

* **Juliana Antunes Galvão** é pesquisadora especialista do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição USP/ESALQ (jugalvao@usp.br); **Érika da Silva Maciel** é pós-doc da Capes, no Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição USP/ESALQ (erikasmaciel@gmail.com); **Marília Oetterer** é professora titular do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da USP/ESALQ (mariliaoetterer@usp.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, R. A. P. L. F. Implementação de sistemas de rastreabilidade na cadeia de produção de pescados. In: Simpósio de Controle de Qualidade do Pescado (Simcope), 2, 2006, Santos, SP. *Resumos...* Palmas: Universidade Federal do Tocantins, 2006. 6p.
- CEN – European Committee for Standardization. 2002. Traceability of fishery products – specifications of the information to be recorded in captured fish distribution chains. CEN workshop agreement. CEN, Brussels, Belgium. Disponível em: <http://193.156.107.66/ff/po/EUTrace/WG-Captured/WGC_StandardFinal.doc>. Acesso em: 1º jun. 2011.
- GALVÃO, J. A.; MARGEIRSSON, S.; GARATE, C. et al. Traceability system in cod fishing. *Food Control* [S.l.], v. 21, n. 10, 2010, 1360-1366p.
- RANDRUP, M.; STOROY, J.; LIEVONEN, S. et al. Simulated recalls of fish products in five Nordic countries. *Food Control*, v. 19, 2008, 1064-1069p.
- MACIEL, E. S. Perspectiva do consumidor perante produto proveniente da cadeia produtiva de tilápia do Nilo rastreada (*Oreochromis niloticus*) – consumo de pescado e qualidade de vida. Tese (Doutorado) em Ciências. Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2011, 304 p.

Legislação

Atendimento a normas e padrões deve considerar mercado alvo

Cristiane Rodrigues Pinheiro Neiva, Rubia Yuri Tomita, Erika Fabiane Furlan e Marildes Josefina Lemos Neto*



FLAVIO TORRES/PROJETO FUNDENAC

Desembarque de pescado marinho; Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa do Agronegócio (Fundepag), Santos, SP

A qualidade do pescado e de subprodutos varia, consideravelmente, em razão de fatores diversos, como a origem dos peixes, a carga microbiana da matéria-prima, a manipulação feita durante e após a despesca ou captura, as formas de conservação e o tratamento dado, antes do consumo (Figura 1). Conforme a legislação brasileira, o pescado pode ser classificado como fresco ou congelado,

e, ainda, pela forma de apresentação, inteiro ou eviscerado. Os filés, por sua vez, são classificados como “congelados rapidamente”, blocos de filés de pescado e misturas de filés, de acordo com o disposto no Regulamento para Inspeção Industrial e Sanitária de Alimentos de Origem Animal (Riispoa), de, 1952. O Riispoa classifica os produtos industrializados de pescado e derivados como:

produto da pesca de espécies com elevado teor de histidina; lagosta congelada; caranguejo em conserva; camarão fresco e congelado; moluscos bivalves crus; moluscos bivalves vivos e cefalópodes. Este rol é ampliado em conformidade com a produção industrial. Os produtos à base de carne mecanicamente separada (CMS) são classificados como CMS e CMS congelada rapidamente.

TABELA 1 | ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS PARA PESCADO FRESCO E CONGELADO E DERIVADOS*

CLASSIFICAÇÃO	BRASIL	CODEX ALIMENTARIUS	REGULAMENTO CE
Peixe fresco e/ou congelado inteiro (inteiro e aviscerado)	Portaria 185/1997: – Bases voláteis totais: < 30 mg de Nitrogênio/100 g de carne (exceto para Elasmobrânquios) – Histamina: < 100 ppm no músculo nas espécies pertencentes às famílias <i>Scombridae</i> , <i>Scombresocida</i> , <i>Clupeidae</i> , <i>Coryphaenidae</i> , <i>Pomatomidae</i> Riispoa – Bases voláteis totais ≤ 30mg de nitrogênio/100 g de carne (exceto Elasmobrânquios) (1)	<i>Codex Stan</i> 36-1981, Rev. 1-1995: – Histamina: < 10 mg/100 g de músculo nas espécies da famílias <i>Clupeidae</i> , <i>Scombridae</i> , <i>Scombresocidae</i> , <i>Pomatomidae</i> e <i>Coryphaenidae</i>	95/149/CE – Bases voláteis totais: 25 mg de nitrogênio/100 g de tecido muscular, para as espécies <i>Sebastes</i> sp.; <i>Helicolenus dactylopterus</i> ; <i>Sebastichthys capensis</i> ; 30 mg/100 g para as espécies incluídas da família <i>Pleronectidae</i> (à exceção do alabote; <i>Hippoglossus</i> sp.); 35mg/100 g para as espécies <i>Salmo solar</i> , pertencentes à família <i>Merluccidae</i> e <i>Gadidae</i>
Pescado e derivados	– Reação negativa de gás sulfídrico e de indol (exceção dos crustáceos, para os quais o limite de indol é < 4 g/100 g: – pH de carne externa < 6,8 e interna < 6,5 nos peixes; – Bases voláteis terciárias < 0,004 g/100 g de carne		
Produtos da pesca de espécies de peixes associadas a um elevado teor de histidina	Portaria Mapa 185/1997: – Histamina ≤ 100 ppm ou 100 mg/kg	<i>Codex Stan</i> 36-1995: – Histamina: 10 mg/100 g	CE 2073/2005 – Histamina (2),(3): m = 100 mg/kg M = 200 mg/kg Para n = 9, c = 2 (4)
Filé de pescado congelado rapidamente	Resolução CNS/MS 4/1988: – Polifosfatos: hexametáfosfatos de sódio, metafosfatos de sódio ou potássio, pirofosfato de sódio ou potássio, tripolifosfato de sódio ou potássio (ET.IV) no revestimento externo de pescado congelado: < 0,50 g/100 g ou g/100 ml Portaria Inmetro 38/2010: Regulamento Técnico-Metrológico que define a metodologia a ser utilizada na determinação do peso líquido de pescado <i>glazing</i> Ofício Circular 26/2010 – Mapa: Estabelece limite de camada de glaciamento de 20%	<i>Codex Stan</i> 190-1995 –Histamina: <10 mg/100 g para espécies pertencentes as famílias <i>Clupeidae</i> , <i>Scombridae</i> , <i>Scombresocidae</i> , <i>Pomatomidae</i> y <i>Coryphaenidae</i> Fosfatos (5)10 g/kg, expressos como P205 (incluídos fosfatos naturais)	CE 02/1995 Polifosfato de cálcio em filés de peixe congelados e ultracongelados; teor máximo de 5 g/kg ou 0,5 %.
Bloco de filé de pescado, carne de pescado separada mecanicamente (CMS) e mistura de filé e CMS congelada rapidamente		<i>Codex Stan</i> 165-1989, Rev. 1-1995 Fosfatos (6)10 g/kg, expressados como P205 (incluídos fosfatos naturais)	
Lagosta congelada		<i>Codex Stan</i> 90-1981 – Fosfato – Ácido ortofosfórico, Difosfato disódico – limite de 10 mg/kg expressos em P205 (incluídos fosfatos naturais)	
Caranguejo em conserva		<i>Codex Stan</i> 92-1981, Rev. 1-1995 – Fosfatos (8)10 g/kg, expressados como P205 (incluídos fosfatos naturais) – sulfito isolado ou combinado na parte comestível do produto: 100 mg	

CLASSIFICAÇÃO	BRASIL	CODEX ALIMENTARIUS	REGULAMENTO CE
Camarão fresco e congelado	<p>Resolução CNS/MS 4/1988:</p> <p>– Sulfitos: metabissulfito de sódio, metabissulfito de potássio, metabissulfito de cálcio, sulfito de sódio, sulfito de cálcio, sulfito de potássio, bissulfito de cálcio, bissulfito de sódio, bissulfito de potássio (P.V): residual < 100ppm</p> <p>Camarões e lagostas – teor máximo de 0,003 g/100 g – g/100 ml (no produto cozido)</p> <p>Camarões e lagostas</p> <p>teor máximo de 0,01 g/100 g – g/100ml (no produto cru)</p> <p>– Polifosfatos: hexametáfosfatos de sódio, metáfosfatos de sódio ou potássio, pirofosfatos de sódio ou potássio, tripolifosfato de sódio ou potássio (ET.IV) no revestimento externo de pescado congelado - < de 0,50 g/100g ou g/100 ml</p>	<p><i>Codex Stan 92/1981</i>, rev. 1-1995</p> <p>– Fosfatos (8)10 g/kg, expressos como P205 (incluídos os fosfatos naturais)</p> <p>– Sulfito isolado ou combinado na porção comestível do produto: 100 mg SO²/kg no camarão cru ou 30 mg SO²/kg no produto cozido</p>	<p>CE 02/1995</p> <p>– Polifosfato de cálcio: em moluscos e crustáceos congelados e ultracongelados: teor máximo de 5 g/kg ou 0,5 %.</p> <p>CE 02/1995</p> <p>– Teor máximo de sulfito, expresso em SO²:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Crustáceos e cefalópodes: <ul style="list-style-type: none"> – frescos, congelados e ultracongelados: 150 mg/kg ou mg/l(9) ; – crustáceos, famílias <i>Penaeidae</i>, <i>Solenocerida</i> e <i>Aristeidae</i>: até 80 unidades 150 mg/kg ou mg/l(9); entre 80 e 120 unidades; 200 mg/kg ou mg/ l(9); mais de 120 unidades; 300 mg/kg ou mg/ l(9). – cozidos: 50 mg/ kg (9)
Moluscos bivalves vivos e moluscos bivalves crus		<p><i>Codex Stan 292-2008</i></p> <p>– saxitoxinas (STX): ≤ 0.8mg (2HCL) de equivalente de saxitoxina;</p> <p>– ácido okadaico (OA): ≤0.16 mg de equivalente de ácido okadaico;</p> <p>– ácido domoico (DA): ≤20 mg de ácido domoico;</p> <p>brevetoxinas (BTX): ≤ 200 unidades de equivalente (bioensaio);</p> <p>Azaspíracidos (AZP): ≤0.16 miligramas</p>	<p>CE 02/1995</p> <p>– Polifosfato de cálcio: em moluscos e crustáceos congelados e ultracongelados: teor máximo de 5 g/kg ou 0,5 %.</p>
Cefalópodes			<p>CE 02/1995:</p> <p>Teor máximo de sulfito, expresso em SO²:</p> <p>– frescos, congelados e ultracongelados: 150 mg/kg ou mg/l (9)</p>

(1) A literatura científica atual (Howgate, 2010) confirma que elasmobrânquios apresentam altos conteúdos de óxido de trimetilamina (OTMA), alcançando entre 100 e 200 mg de nitrogênio das bases voláteis totais (N-BVT/100g de produto), quando ainda frescos.

(2) O método referendado pela CE 2073/2005 para a determinação da Histamina é por HPLC. No entanto, a norma de métodos de análises – *Codex Stan 234-1999* – sugere o método AOAC 977.13, método fluorimétrico.

(3) Scombridae, Scombresocidae, Clupeidae, Coryphaenidae e o documento CE 2073/2005 considera essas famílias e inclui, também: Engraulidae e Pomatomidae.

(4) As siglas n (número de unidades que constituem a amostra) e c (número de unidades de amostra com valores superiores m ou compreendidos entre m e M) referem-se ao Plano de Amostragem; “m” e “M” são os limites estabelecidos.

(5) Sulfito de sódio, Metabissulfito de sódio, Sulfito de potássio, Metabissulfito de potássio, Bisulfito de potássio (para utilizar unicamente no produto cru).

(6) Tripolifosfato pentasódico, Tripolifosfato pentapotássico, Polifosfato de sódio, Polifosfato de cálcio.

(7) Difosfato tetrasódico, Difosfato tetrapotássico, Trifosfato pentasódico, Trifosfato pentapotássico.

(8) Sulfito de sódio, Metabissulfito de sódio, Sulfito de potássio, Metabissulfito de potássio.

(9) Os teores máximos são expressos em SO₂, em mg/kg ou mg/l, consoante os casos, e referem-se às quantidades totais, de todas as origens. Um teor de SO₂ não superior a 10 mg/ kg ou 10 mg/ l é considerado inexistente.


Fonte: C. R. P. Neiva, R. Y. Tomita, E. F. Furlan e M. J. L. Neto: adaptado de diversas fontes.

A legislação brasileira para produtos de pescado é difusa, mantida sob tutela de vários órgãos públicos, como: a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), do Ministério da Saúde (MS); a Divisão de Inspeção de Produtos de Origem Animal (Dipoa), da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa); o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro), vinculado ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). A inspeção do pescado e derivados é responsabilidade da Divisão de Inspeção de Pescado e Derivados (Dipes), do Dipoa/SDA/Mapa. Referências à legislação internacional são citadas com frequência para o pescado, devido à globalização dos mercados. O atendimento às normas ou padrões de qualidade deve sempre levar em conta o mercado que se quer atingir. Se desejarmos exportar para os EUA, devemos atender aos padrões estipulados pelo Food and Drug Administration (FDA); se o objetivo é o mercado interno, o atendimento deve ser ao Riispoa e aos regulamentos técnicos específicos ao produto.

A Comissão do *Codex Alimentarius* – criada em 1963 pela Food and Agriculture Organization (FAO) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS) – é responsável pelas normas alimentares, pelos textos relacionados e orientações, assim como pelo programa de padronização de alimentos. São objetivos desse programa proteger a saúde dos consumidores e promover a coordenação de trabalhos que abordem normatização de alimentos realizados por organizações internacionais, governamentais e não governamentais. Na Tabela 1, são apresentados os principais parâmetros físicos e químicos para o pescado fresco e congelado, contemplados pela legislação brasileira no *Codex Alimentarius* e Regulamentos pela Comunidade Europeia.

A segurança no consumo do pescado e seus produtos é garantida, principalmente, por uma abordagem preventiva, como na implementação das boas práticas de

higiene e manuseio e na aplicação de procedimentos com base nos Princípios da Análise dos Perigos e Controle de Pontos Críticos (HACCP). Os critérios físicos e químicos são usados na verificação da qualidade da matéria-prima, do processo tecnológico adotado e do produto final, como parte dos procedimentos do sistema HACCP e de outras medidas de garantia de qualidade do produto final. Por outro lado, a segurança no consumo do pescado não pode ser estudada isoladamente. Um grande número de riscos (microbiológico, parasitológico, contaminantes químicos, toxinas, dentre outros) está relacionado à situação de captura ou despesca e manuseio da matéria-prima.

Os métodos de análise devem ser aqueles normatizados e reconhecidos cientificamente na avaliação de qualquer tipo de risco. Os resultados dos testes dependem do método analítico empregado e cada critério físico ou químico deve ser associado a um método de referência específico. No entanto, ainda é necessário avançar na validação de metodologias para determinação da qualidade do pescado, partindo-se de métodos reconhecidamente eficientes e facilmente reprodutíveis, especialmente em um país de grande extensão como é o Brasil. Os métodos analíticos devem ser exequíveis e reprodutíveis, respaldando a definição de padrões de qualidade às distintas espécies de importância comercial do país e buscar uma harmonização das normas e leis brasileiras com os diferentes mercados. 

* **Cristiane Rodrigues Pinheiro Neiva** (*crp-neiva@usp.br*), **Rubia Yuri Tomita** (*tomita@pesca.sp.gov.br*), **Erika Fabiane Furlan** (*furlanej@terra.com.br*) e **Marildes Josefina Lemos Neto** (*marildes@pesca.sp.gov.br*) são pesquisadoras científicas da Unidade Laboratorial de Referência em Tecnologia do Pescado, do Instituto de Pesca da Apta/SAA SP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Decreto n. 30.691 de 29 de março de 1952, Diário Oficial da União, 07/07/1952, Seção 1, Capítulo 7 – Pescados e Derivados.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria 185, 1997.
- HOWGATE, P. A Critical Review of Total Volatile Bases and Trimethylamine as Indices of Freshness of Fish. Part 1. Determination. *EJEAFChe*. vol. 9, 2010, 29-57p.

Globalização

Aquicultura internacional vive expansão e concorrência aguerrida

Carlos A. M. Lima dos Santos*



Fazenda Palmares, Igaratá, SP, 2007

A aquicultura continua a se expandir e a se diversificar no planeta, superando todos os outros setores de produção animal, em termos de crescimento. Em 2008, a produção mundial de pescado cultivado alcançou 52,5 milhões de toneladas, atingindo um valor superior a US\$ 98,5 bilhões, equivalente a quase 50% da disponibilidade mundial de pescado (captura mais cultivo). Os países da Ásia dominam esse quadro, contribuindo com 89% do volume

e 79% de seu valor. A China responde com 71,2% da produção mundial e 54,7% de seu valor total (FAO, 2009).

Excluídas as plantas aquáticas, mais de 300 diferentes espécies de pescado foram cultivadas e comercializadas em 2008. Somente cinco das principais espécies são responsáveis por 33% do volume de produção (19% de seu valor), sendo os números dominados pelo cultivo de espécies de água doce, principalmente carpas; a

tilápia e o bagre *Pangasius* aparecem também com volumes crescentes. No cultivo de espécies costeiras, se sobressaem o camarão, a vieira e o mexilhão, enquanto que o salmão é o líder na maricultura (Bostock, 2010).

A aquicultura é, hoje, reconhecida não somente como uma atividade destinada a fornecer alimentos ao produtor, mas também como parte do mecanismo de crescimento econômico e participante

ativo de diversos sistemas sociais e ambientais. Os benefícios da aquicultura para o desenvolvimento rural relacionam-se com saúde, nutrição, emprego, redução da vulnerabilidade e sustentabilidade do cultivo. Os sistemas de cultivo de pescado de pequena escala provêm proteína animal de alta qualidade e nutrientes essenciais, especialmente para os segmentos comunitários mais pobres e frágeis da população a preços acessíveis para todos. Cria emprego, inclusive para mulheres e crianças, e oferece ganhos através da venda do que pode ser um produto de alto valor comercial.

As forças do mercado exercem forte influência sobre o desenvolvimento da aquicultura, particularmente no caso da aquicultura comercial e industrial. Elas refletem atitudes dos consumidores de classe média em muitos países industrializados e em desenvolvimento que estão se tornando cada vez mais conscientes do que comem e do custo de produção da comida, especialmente no caso dos produtos comercializados internacionalmente. Os produtos derivados da aquicultura contribuem com uma crescente quantidade do pescado comercializado internacionalmente, com uma estimativa de 22% da quantidade exportada mundialmente.

Assim, os produtos da aquicultura enfrentam uma situação de concorrência internacional das mais aguerridas e complexas: por exemplo, mais de 100 países e centenas de firmas comercializam o camarão no mercado internacional. Eles enfrentam uma tripla concorrência: (I) dos produtos de outras empresas de aquicultura, (II) dos produtos pesqueiros e (III) dos produtos cárneos. Os produtos da aquicultura enfrentam também as dificuldades de uma modificação rápida dos circuitos de distribuição. Eles entram em um mercado onde não serão somente julgados por seu preço, mas também por suas características com relação aos produtos em referência (produtos pesqueiros e produtos cárneos) e quanto à qualidade da informação disponíveis ao consumidor

antes que ele possa confiar no produto.

Num contexto de globalização das trocas, as vantagens comparativas em termos de acesso aos recursos naturais, ao custo dos fatores de produção ou de avanço tecnológico não podem mais ser considerados como propriedade exclusiva: as empresas são constrangidas a trabalhar para a renovação de suas vantagens competitivas. As empresas devem fazer face aos seguintes obstáculos: (I) manter permanente uma alta qualidade de seus produtos, (II) enfrentar as limitações da diferenciação, (III) antecipar a demanda ainda não confirmada dos clientes e (IV) respeitar o meio ambiente.

INOCUIDADE E QUALIDADE

A globalização e posterior liberalização do comércio internacional de pescado, ao mesmo tempo que oferecem benefícios e oportunidades também representam desafios para a qualidade e inocuidade dos produtos da aquicultura. Os principais países importadores passaram a exigir normas e regulamentos restritos, a fim de garantir a qualidade e inocuidade dos produtos da aquicultura e reduzir impactos sociais e ambientais potencialmente negativos. As exigências cobrem o comércio de espécies em perigo de extinção, uma rotulagem que indique a origem do produto, sua rastreabilidade, e tolerância zero para os resíduos de certos medicamentos veterinários.

Essas exigências resultaram na proibição da importação de diversos produtos da aquicultura originários de certos países, principalmente devido à presença de resíduos de medicamentos veterinários (ex.: cloranfenicol, verde-malaquita). Por outro lado, um progresso considerável foi alcançado no desenvolvimento e adoção de uma série de estratégias de mercado, tais como certificação privada, rotulagem ecológica, produtos orgânicos, comércio legal e ético, tudo visando melhorar a imagem pública do setor da aquicultura e ganhar a confiança do consumidor.

Os problemas – “perigos” no conceito do sistema Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) –, associados à qualidade e inocuidade dos produtos da aquicultura, dependem da espécie cultivada, da região, do *habitat*, do método de produção, das práticas de manejo e das condições ambientais da fazenda de cultivo. Os agentes causadores desses perigos podem ser biológicos, químicos e físicos. Outros fatores influem na ocorrência desses perigos, tais como práticas inadequadas de cultivo, poluição ambiental e certos hábitos de preparação e consumo de alimentos.

O relatório do Grupo de Estudos Conjunto FAO/Naca/OMS sobre problemas de saúde pública associados a produtos da aquicultura identificou certos parasitas e bactérias patogênicas como sendo os principais perigos biológicos, apontando também os métodos para seu controle. Revisões mais recentes confirmaram que esses perigos biológicos são os mais importantes ligados ao consumo dos produtos da aquicultura. Apesar da existência desses problemas, os produtos da aquicultura permitem um controle de sua produção, processamento e distribuição muito mais efetivo e constante do que os produtos resultantes da pesca. Com o objetivo de controlar o que ocorre “da fazenda à mesa”, os programas de controle do produtor hoje se baseiam nos princípios do HACCP e nas Boas Práticas de Aquicultura. Métodos eletrônicos de rastreabilidade hoje disponíveis garantem a possibilidade de identificação do elo da cadeia de produção e de distribuição que apresente desvios, quando estes venham a acontecer.

A aquicultura oferece oportunidade para um maior controle de qualidade, particularmente das características sensoriais (aparência geral, cor, sabor, odor, textura) de seus produtos. Por exemplo, no caso do beijupirá (cobia), existem indicações de que a luz faz sua coloração ser mais escura – daí uma das razões da criação em tanques-rede ou gaiolas



Tanques-rede na Fazenda Palmares, Igaratá, SP, 2007

submersas. Experimentos recentes demonstraram que a substituição parcial da farinha de peixe por proteínas de origem vegetal resultam numa melhor textura para a carne de beijupirá cultivado.


ESTRATÉGIAS

Na atualidade, os métodos de controle da inocuidade e qualidade dos alimentos se concentram na prevenção dos problemas antes de eles ocorrerem, ao invés do enfoque tradicional de analisar/inspecionar os produtos finais. Isso se reflete através da aplicação de sistemas de controle baseados no conceito da análise de risco e pontos críticos de controle (HACCP). O HACCP não funciona isoladamente, tendo como alicerces procedimentos sanitários considerados como pré-requisitos essenciais. As Boas Práticas de Manipulação – General Manufacturing Procedures (GMP) –, baseadas nos Princípios Gerais de Higiene dos Alimentos da Comissão do Codex Alimentarius (Codex), são pré-requisitos para a aplicação do HACCP.

O emprego do sistema HACCP na aquicultura é recomendado pelo Codex na seção sobre aquicultura do Código de

Práticas para Pescado e Derivados – Code of Practice for Fish and Fishery Products (CAC), 2009. Muitos especialistas argumentam que a aplicação do conceito de HACCP no âmbito das fazendas de cultivo de pescado poderá ser muito difícil. Contudo, seus oponentes entendem que essa aplicação não só seja possível, mas também imprescindível. Em qualquer situação a responsabilidade do controle da inocuidade e qualidade deve ser dividida entre os aquicultores, as indústrias de processamento, o governo e os consumidores (Lima dos Santos, 2002; CAC, 2009). Na prática, o uso do conceito de HACCP na aquicultura ainda está em sua infância, apesar de um número cada vez maior de fazendas de cultivo de pescado já estar aplicando o HACCP, em muitos países, objetivando controlar a inocuidade e qualidade de seus produtos.

O aprimoramento da inocuidade e qualidade do pescado de cultivo exigirá um amplo esforço de cooperação internacional nas áreas de colaboração científica, harmonização regulamentar e equivalência de sistemas de controle. Enfrentar esses desafios será de importância

fundamental para o progresso da comercialização dos produtos da aquicultura, tanto nos países em desenvolvimento quanto naqueles industrializados. 

* **Carlos A. M. Lima dos Santos** é médico veterinário, especialista em Tecnologia e Inspeção de Pescado e Derivados do Ministério da Agricultura, FAO e ONU (dossantoscarios@globo.com).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOSTOCK, J.; MCANDREW, B.; RICHARDS, R. et al. (2010). Aquaculture: global status and trends. *Phil. Trans. R. Soc.*, 365: 2897-2912p.
- CAC (2009). Code of Practice for Fish and Fishery Products. Codex Alimentarius Commission (CAC), Joint WHO/FAO Food Standards Programme. FAO, Rome, Italy: 156p.
- FAO (2009). The state of world fisheries and aquaculture 2008. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/sofia/en>>.
- LIMA DOS SANTOS, C. A. M. (2002). HACCP and Aquaculture. In "Public, Animal and Environmental Health Issues in Aquaculture", Edited by M. Jahncke, E. Spencer Garrett, A Reilly and R. Martin, John Wiley & Sons Inc.: 103-120.

Aproveitamento

Minced e surimi de tilápia congelados atraem consumidor

Maria Fernanda Calil Angelini, Luciana Kimie Savay-da-Silva e Marília Oetterer*



MARIA FERNANDA CALIL ANGELINI

Despolpadeira de pescado. Planta de Processamento de Pescado. USP/ESALQ, Piracicaba, SP, 2010

O *minced*, ou “polpa”, é a fração comestível do pescado, separada mecanicamente. Após o processo de lavagem, ele apresenta variação na cor, na textura, no sabor e na estabilidade, quando mantido congelado. O rendimento em carne é superior àquele obtido com o processamento de filés, para o qual o mercado está atualmente direcionado. A vantagem para o produtor está na possibilidade de escoar rapidamente sua produção e de comercializar o peixe em

fases distintas de crescimento. Por ser um produto estável ao armazenamento prolongado, o piscicultor fornece uma matéria-prima de qualidade para os segmentos industriais e à exportação.

O *minced* de pescado é a primeira etapa do isolamento ou fracionamento de proteína para uso como *food ingredient*. A partir dele, podem ser elaborados novos produtos com a carne desossada, ou CMS – carne mecanicamente separada

através de tecnologia complexa e de alto investimento. As aparas descartadas como resíduos do processamento dos filés são matérias-primas para a elaboração do *minced*, um produto com valor agregado e menor impacto ambiental, por reduzir a quantidade de material descartado.

ETAPAS DE ELABORAÇÃO

O despolpamento pode ser feito em despolpador mecânico. Há muitas empresas no mercado nacional que comercializam esse tipo de equipamento. O CMS é homogeneizado e submetido às operações de *washing* – lavagens e drenagens em telas de nylon –, seguido de prensagem, originando o *minced*. Este produto é embalado em blocos congelados a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ e estocado a $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 180 dias.

O processo de separação da carne resulta da pressão exercida por uma cinta de borracha ou uma rosca metálica contra a superfície externa de um cilindro metálico perfurado. O músculo do peixe é pressionado pela correia, que passa para o interior do cilindro através de orifícios de 3 a 5 mm de diâmetro. As dimensões do cilindro afetam a qualidade do *minced*, especialmente a eliminação total ou parcial dos ossos e escamas. Caso os orifícios sejam muito reduzidos, haverá grande desintegração do *minced* com efeito adverso na textura do produto final.

A separação mecânica da carne aumenta a superfície de incorporação de oxigênio, propiciando o aparecimento do odor de ranço e alterações da cor e do sabor. A rancidez não é inibida somente

com a diminuição da temperatura, pois depende da presença dos ácidos graxos livres reativos formados na hidrólise enzimática. Portanto, a adição de antioxidantes se faz necessária. Como a carne cominuída fica mais exposta à ação microbiana, a higiene dos equipamentos e a velocidade do processamento são fundamentais para evitar a contaminação.

ESTABILIDADE DO MINCED

A interferência na fração proteica do pescado para a elaboração do *minced* é feita para eliminar as proteínas solúveis sarcoplasmáticas (albuminas), pois coagulam e aderem às miofibrilas, com interferência nas ligações com a miosina. Isso impede a formação de gel e diminui a capacidade de retenção de água. Daí a necessidade da operação de *washing* – lavagem do músculo de pescado. O *minced* é lavado para eliminar as proteínas sarcoplasmáticas que impedem a formação de gel. A lavagem promove a remoção de pigmentos, proteínas solúveis, enzimas, parte dos lipídeos e componentes flavorizantes, mas aumenta a estabilidade, melhora a qualidade e mantém as características funcionais. O número de lavagens varia conforme a propriedade funcional desejada. A temperatura da água de lavagem deve ser de 100 °C ou menor, e o pH entre 6,5 a 7. O tempo de lavagem e a salinidade da água afetam a qualidade do *minced*.

Ao *minced* costumam-se adicionar alguns aditivos para o aumento da vida útil, melhoria das características sensoriais ou, ainda, para a conservação das propriedades nutricionais. De acordo com a Portaria de número 540, SVS/MS, de 27 de outubro de 1997, aditivo é qualquer ingrediente adicionado ao alimento, sem propósito de nutrir, com o objetivo de modificar suas características físicas, químicas, biológicas e sensoriais, durante fabricação, processamento, preparação ou manipulação deste alimento. A adição de polifosfatos ao *minced* de pescado, por exemplo, melhora sua qualidade durante a estocagem sob congelamento, devido

ao efeito crioprotetor, às propriedades de manter o pH próximo à neutralidade, retenção de umidade, inibição da oxidação lipídica, auxílio na estabilização da cor e, assim, aumentar a vida útil do produto.

Nas aplicações em pescado, o fosfato mais usado é o tripolifosfato de sódio (STP) puro, ou em misturas com hexametáfosfato de sódio (SHMP), ou ainda em pirofosfato ácido de sódio (SAPP), pois exibe, uma combinação de propriedades, tais como: solubilidade, acerto do pH e tolerância aos íons magnésio (Mg²⁺) e cálcio (Ca²⁺) presentes, em geral, na água de processamento.

O eritorbato de sódio é o sal sódico do ácido eritórbito ou ácido isoascórbico, um isômero do ácido ascórbico. O eritorbato e o ascorbato de sódio são outros aditivos usados em produtos cárneos para acelerar a formação da cor e estabilizar a cor característica de carnes curadas com nitrito, em razão do alto poder redutor. Além da reação com o nitrito, o eritorbato possui um forte efeito antioxidante, que previne a rancidez oxidativa, quando aplicado em concentrações acima de 100 mg kg⁻¹. Em relação às propriedades tecnológicas propriamente ditas, este sal sódico influencia a capacidade de retenção da água ligada às proteínas musculares, especialmente as miofibrilares; também age como conservante, cuja ação preventiva limita a proliferação de bactérias.

ELABORAÇÃO DO SURIMI

O *minced* é a matéria-prima para a elaboração do surimi, definido como o músculo de peixe desintegrado – CMS –, submetido a várias lavagens com água a entre 5 a 10 °C e com soluções salinas diluídas para a extração das proteínas sarcoplasmáticas, substâncias odoríficas e gordura. A lavagem da carne com solução salina provoca a desintegração da estrutura miofibrilar e a predominância de actomiosina. Ao ser congelado há um reforço do desdobramento das hélices proteicas e a mútua ação entre as cadeias laterais hidrofóbicas, resultando em uma estru-

tura mais densa e uniforme. Os agentes crioprotetores, como açúcar, sorbitol e polifosfatos, são adicionados para manter a elasticidade e evitar a desnaturação proteica no congelamento.

Esse processo gera efluente. Há, entretanto, a possibilidade da reciclagem das proteínas sarcoplasmáticas extraídas durante o processo. Uma redução significativa da água residual do processo geraria uma demanda reduzida de água pela indústria, com diminuição da quantidade para o tratamento de resíduos e, com isso, um custo menor da refrigeração da água. O produto segue em blocos acondicionados em embalagem plástica, de tamanhos variáveis, que pode ser de até 10 kg, para o congelamento sob alta velocidade, que propiciará uma vida útil de até 180 dias.

Com o potencial da aquicultura (e, especialmente, da tilapicultura), é necessário expandir a comercialização dos produtos desse segmento – que deve ir além da filetagem –, bem como aproveitar os resíduos na fabricação de novos produtos, como o *minced* e surimi. Esses produtos permitem inúmeras preparações, como *nuggets*, hambúrgueres, *quenelles* e *kani*, e agregam valor à matéria-prima, atraindo a atenção do consumidor moderno, que, cada vez mais, busca produtos com características de praticidade, conveniência e valor nutritivo, sem perda das propriedades sensoriais. ☺

* **Maria Fernanda Calil Angelini** é mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela USP/ESALQ (nandaangelini@hotmail.com); **Luciana Kimie Savay-da-Silva** é técnica do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, USP/ESALQ (kimie@usp.br); **Marília Oetterer** é professora titular do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, USP/ESALQ (mariliaoetterer@usp.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELINI, M. F. C. Desenvolvimento do produto de conveniência Quenelle de tilápia (*Oreochromis niloticus*). 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 2010.

Variedade

Produtos do pescado estão a serviço da gastronomia no mundo

Marília Oetterer, Luciana Kimie Savay-da-Silva e Juliana Antunes Galvão*



MARILIA OETTERER

Prato à base de bacalhau, São Paulo, SP, 2012

Sem dúvida, nada se compara ao caviar, ao bacalhau, ao *hadock*, a peixes defumados, anchovados ou marinados, quando o assunto é o valor agregado de um prato apresentado em um restaurante que se preze – e em qualquer lugar do mundo. Além destas, existem muitas opções de pescado disponibilizadas ao setor culinário, como os produtos congelados na forma de filés, postas, *minced*, surimi, entre outros. Estes são de melhor qualidade do que o pescado tido como “fresco”. Um produto próximo ao original *in natura* é o obtido em sistema *sous vide*, ou minimamente processado. A conservação ocorre pelo efeito de barreiras e coad-

juvantes, como acidificação, irradiação, defumação, embalagem modificada, entre outros.

PESCADO SALGADO SECO

Lofoten é um arquipélago na costa noroeste da Noruega, no mar de Barents, onde toda a população (25 mil habitantes) é composta de pescadores e processadores do *Gadus morhua*, o bacalhau do Atlântico, produto exportado para cerca de 200 países. Nessa região de águas frias, o bacalhau cresce e, ao atingir a maturidade – aos 8 anos, aproximadamente –, migra, buscando águas mais quentes para a desova; as correntes provenientes

do Golfo do México chegam até Lofoten. Os peixes, em volume de cerca de 50 mil t, são capturados com rede ou espineis, entre 30 e 500 m de profundidade, no período que compreende os meses de fevereiro a maio. No oeste do Canadá e no Alaska há outros gadídeos, como o *Gadus macrocephalus* ou bacalhau do Pacífico. Na costa da Groenlândia há o *Gadus ogac*. A terminologia utilizada para o bacalhau “fresco” é *codfish* ou *eglefin*, e para o processado, *stockfish* ou *marue*.

Há várias origens para o nome bacalhau (português): *stockfish* (anglo-saxão), *baicalao* (espanhol), *makallu* (basco), *baccalà* (italiano), *tarsk*

(dinamarquês), *marue* (francês), *codfish* (inglês). Porém a mais corrente é aquela que seria proveniente da ilha de Bacalieu, Terranova, região onde sempre se capturou esse peixe. Outras espécies de cod são o *saithe* (*Pollachius virens*), *ling* (*Molva molva*) e *zarbo* (*Brosmius brosme*).

O pescado salgado seco era utilizado nas viagens de descobrimento e se conservava até a volta à terra de origem, tendo sido, portanto, fundamental na navegação. Assim, o hábito de consumo do bacalhau no Brasil surgiu com os portugueses. Hoje, o Brasil é o maior importador de bacalhau do mundo e o preço é elevado (Figura 1). O processamento do bacalhau gera coprodutos a partir das ovas, do fígado e da cabeça. Utiliza-se o óleo encapsulado como medicamento, o fígado é enlatado, as ovas recebem tratamento com sal e açúcar para obtenção do caviar e a cabeça é seca e triturada para fabricação de farinha.

A abertura do corpo, sem a cabeça, torna o produto de formato triangular. Os exemplares são lavados e empilhados com camadas de sal grosso, dentro de recipientes, onde ficam submersos na salmoura de cinco a sete dias. Depois da drenagem, os peixes são amontoados em estrados de madeira intercalados com sal grosso, onde permanecem por 20 dias para que se efetive o processo de cura. O bacalhau salgado seco resulta de secagem artificial posterior à salga, que é uma desidratação ao sol ou ar quente, por cinco dias. Há o tipo *stockfish*, seco ao ar gelado por três meses, sem receber sal. Este tem um alto valor agregado, de cerca de 50 euros/kg.

O princípio de conservação é a diminuição da atividade de água, por efeito da entrada do sal nas células, que torna a água indisponível, impedindo o crescimento dos microrganismos. Dependendo do teor de umidade final, o bacalhau tem de ser mantido refrigerado, pois a sua atividade de água pode permitir o crescimento de micro-organismos

FIGURA 1 | COMERCIALIZAÇÃO DO BACALHAU, 2012



MARILIA OETTERER

FIGURA 2 | ANCHOVAS, 1989



MARILIA OETTERER

halófilos. Uma das inconformidades que o bacalhau pode apresentar é o “vermelhão”, provocado por esses microrganismos. O *Codex Alimentarius* permite a utilização dos aditivos, ácido sórbico, sorbato de sódio e sorbato de potássio na elaboração do bacalhau. Alterações no aroma e sabor podem ocorrer devido ao ranço, caracterizado pela reação dos hidroperóxidos primários à oxidação, levando ao aparecimento de radicais livres, aldeídos, cetonas e outros componentes com grupamento carbonila. Os pratos elaborados à base de bacalhau dessalgado são muito apreciados na gastronomia internacional. Para dessalgar o produto é preciso manter em imersão (maceração) cerca de 1 kg de bacalhau em 4 L de água gelada, de 48 a 72 horas. E essa água deve ser trocada quatro vezes ao dia. No entanto, atualmente, o bacalhau já dessalgado congelado pode ser adquirido em mercados.

PESCADO FERMENTADO

A fermentação do pescado é uma semi-conserva (Figura 2) obtida por processo complexo que envolve as etapas de

fermentação e maturação do produto, em que o sal atua selecionando os microrganismos. Os peixes, geralmente de pequeno porte, são colocados inteiros em recipiente, onde são acomodados com camadas intercaladas de sal e condimentos, formando uma estrutura que, com a saída da água de seu músculo – provocada pela ação do sal –, libera a salmoura, que preenche os espaços entre os peixes. Após deixar o sistema em anaerobiose e à temperatura ambiente, após 60 dias, no mínimo, estará caracterizada a fermentação.

A ação das enzimas viscerais e tissulares do próprio peixe ocorre em concomitância com a ação microbiana proveniente dos *Lactobacillus*, produtores de ácido lático e que mantêm o pH ácido, promovendo a conservação. O sal propicia a reação de maturação ou cura e seleciona os microrganismos; e a salmoura mantém a anaerobiose. Há alteração da cor, textura e aroma dos peixes, com escurecimento desejável, proveniente da reação de *Maillard* entre os grupamentos amina, dos aminoácidos e os grupamentos carbonila, da fração lipídica.

Produtos derivados desse processamento, provenientes de vários países, são comercializados, sendo os mais sofisticados as anchovas preparadas com o legítimo *Engraulis*, e que recebem alcaparras e manteiga no seu preparo, produzidos na Europa, particularmente na França, na Alemanha e na Itália (aliche). Os mais populares são os inúmeros produtos da Indonésia, das ilhas do Pacífico, como o *bagoon*, *nuoc mam*, *mampla*, entre outros. O Japão fabrica todos os tipos de produto, a partir de diferentes espécies de frutos do mar fermentados e o Brasil, a anchova, a partir da sardinha. O *Gravilak* originário da Escandinávia é o salmão fermentado ou curado com sal, açúcar e flavorizante.

MARINADOS

O escabeche é obtido pelo tratamento da carne do pescado com suco de limão ou ácidos, pimenta, ervas, condimentos e cebola. Os peixes são imersos na solução por minutos ou horas. Adicionar ácidos ou limão à carne contribui para a desnaturação das proteínas, porque provoca a ionização das cadeias de aminoácidos e a repulsão das partes de mesma carga elétrica. Eles dissociam igualmente os conjuntos de proteínas e assim contribuem para amaciar as carnes. Ao coagular, as proteínas formam gel opaco, firme, porém delicado. Esta técnica é praticada em várias regiões e na América do Sul recebe o nome de ceviche.

PESCADO DEFUMADO

O *haddock* é um dos principais produtos de exportação da Escócia. Os *kippers* preparados com arenques, *Clupea arenagus*, do mar do Norte, bem como com as enguias, *Anguilla Anguilla*, os *capellins*, *Mallotus villosus*, entre outros, têm mercado estável e servem de padrão para os produtos de outros países, como o Canadá e os Estados Unidos. Os egípcios, gregos e romanos já utilizavam esta forma de conservação para o pescado. No Brasil, herdamos o moquém dos

FIGURA 3 | SALMÃO DEFUMADO, 1981

STUART CANADA



FIGURA 4 | CAVIAR



FONTE: <http://www.mariliaoedemedia.com/catalogo_noticias.php?id=1950>

indígenas. No Amazonas o tambaqui (*Colossoma macropomum*) é defumado, e na Bahia, o crustáceo *Xiphopenaeus kroyeri*. O salmão defumado (Figura 3), *Salmo salmo*, é prato obrigatório nos restaurantes mais sofisticados do mundo.

A qualidade da matéria-prima é fundamental para se obter um produto defumado que esteja dentro das normas. Se houver carga microbiana inicial elevada, a defumação não é capaz de destruí-la, por se constituir em um método que apenas pasteuriza o pescado. O princípio de conservação da defumação é baseado na impregnação da carne pela fumaça, obtida da combustão da madeira. A fumaça tem ação conservante devido aos seus componentes bactericidas, como formaldeídos, fenóis, ácido benzoico e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos. A ação aromatizante se deve ao diacetil e agentes formadores de cor, como o glucoaldeído, acetaldeído e metilglioxal, que entram na reação de *Maillard*. Há cerca de 200 componentes na fumaça.

As operações preliminares de salmouragem a 25% por 45 min e a secagem a 40 -500 °C, por 40 min, propiciam sabor, textura e ligeira desidratação, que facilita a entrada da fumaça e formação da cor. A defumação a frio é realizada de 40 a -55 °C por cerca de 16 horas, e propicia maior vida útil, acima de sete dias. Se feita a

quente, entre 60 a 100 °C, por cerca de três horas, apresenta o produto cozido, com menor vida útil, de 4 dias, sendo de 10 dias se mantido sob refrigeração.


CAVIAR

Símbolo máximo da gastronomia, o caviar é uma extravagância, apenas comparável, em certos casos, às trufas e ao *foie gras*. São ovas do esturjão (Figura 4) peixe encontrado no mar Cáspio, cujo litoral pertence à Rússia e ao Irã. O esturjão é sobrevivente de uma família com várias espécies já dizimadas, mede até 9 m, pesa 1500 kg e suas ovas representam cerca de 15% de seu peso. No Brasil, o caviar russo ou iraniano de melhor qualidade chega a custar R\$ 15 mil/kg. O aroma é único e a sensação de textura é especial quando as ovas “estouram” na boca; as ovas de todas as espécies são fontes de ácidos graxos – ômega-3.

O Caviar pode ser comercializado como Beluga, Osetra e Sevruga. O primeiro, mais valorizado, tem ovas de 3 a 4 mm e coloração de cinza-claro a cinza-escuro. O Osetra é mais escuro com reflexos dourados. As fêmeas recebem uma pressão no abdômen para retirada das ovas e devem voltar à água. O raríssimo *Sterlet* é proveniente do esturjão albino, de ovas brancas.

As ovas são lavadas, peneiradas em tela de aço inoxidável e selecionadas pelo diâmetro e cor. Com 5% de sal são o tipo *Malossol*, com vida útil limitada; os demais recebem de 6 a 10% de sal. O processo de salga é feito em minutos, pois a ova tende a endurecer. O produto é enlatado, a bordo, e depois embalado novamente em unidades menores e armazenado a zero grau; a temperatura não pode ser inferior.

Preparado com esturjões de cativado criados pelos italianos, o *Caviar Calvicius*, da região da Lombardia, na província de Brescia, custa cerca de R\$ 5.400,00/kg. No momento do consumo deve ser saboreado puro, acomodado em cima do gelo. Pode ser acompanhado

com pão ligeiramente tostado ou batatas cozidas com casca ou pelo “Blini”, que é uma panqueca russa de massa levedada. Serve-se com champagne, mas a melhor harmonia ocorre com vodca gelada não aromatizada. Já o Ikura, um produto japonês, é preparado com ovas de salmão e vendido congelado. Se descongelado, deve ser mantido sob refrigeração por até cinco dias. 

* **Marília Oetterer** é professora titular do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, USP/ESALQ (mariliaoetterer@usp.br); **Luciana Kimie Savay-da-Silva** é técnica do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, USP/ESALQ (kimie@usp.br); **Juliana Antunes Galvão** é especialista do Departamento de Agroindústria Alimentos e Nutrição, USP/ESALQ (jugalvao@usp.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CODEX. Standard for salted fish and dried salted fish of the gadidae family of fishes (CODEX STAN 167-1989, Rev. 1-1995)
- CHARMAN, G. Culinária de todas as cores – 200 receitas gostosas de pescados. São Paulo: PubliFolha (Trad), 2010. 240 p.
- COMERCIALIZAÇÃO de pescado salgado e pescado salgado seco. Cartilha Instrutiva. Anvisa; Abras, 2007. 26 p.
- OETTERER, M. Pescado fermentado. In: AQUARONE, E., BORZANI, W., SCHMIDELL, W.; LIMA, U.A. Biotecnologia na produção de alimentos. São Paulo: Edgar Blücher, 2001, cap.II, 305-346 p. (Biotecnologia Industrial, 4).
- RAMSAY, Gordon. Passion for seafood. São Paulo: Larousse do Brasil, 2008. 224 p.

Elaboração

Gastronomia molecular une a ciência à arte culinária

Marília Oetterer, Luciana Kimie Savay-da-Silva e Juliana Antunes Galvão*



MARÍLIA OETTERER

Combinado de sushis, sashimis, preparado em restaurante japonês; Piracicaba, SP 2012

Do ponto de vista gastronômico, o pescado é um ingrediente versátil que pode ser preparado em uma profusão de estilos: suculento, picante, salgado, aromatizado, entre outros. (Figura 1). Cabe ao chef de cozinha encontrar os atributos adequados ao preparo de cada tipo de pescado, aperfeiçoando seu sabor com métodos precisos de cocção e temperos na medida necessária. O estudo da gastronomia molecular permite unir ciência à arte culinária, tornando mais precisas e elaboradas as diversas formas de trabalhar o pescado, elucidando reações químicas e processos físicos, acompanhando avaliações sensoriais e, ainda, adaptando ou desenvolvendo equipamentos que

facilitam a criação de novos atributos para os alimentos. Nesse contexto, devem ser estudadas a anatomia, a estrutura e composição do pescado.

TECIDO ÓSSEO

O esqueleto de um peixe é formado por ossos, cartilagem, espinhos duros, espinhos flexíveis, nadadeiras, escamas e dentes, variáveis conforme cada espécie. A coluna vertebral é composta por vértebras, e cada vértebra tem um espinho neural e dois pleurais. Algumas espécies têm espinhos não articulados, que são ossos intramusculares inseridos no tecido muscular. Esta característica pode ser responsável pelo consumo menor de pescado em relação

às outras carnes. Há, no entanto, possibilidade de retirada manual dos espinhos com pinças, desde que o pescado tenha tamanho maior e haja rendimento nessa manipulação.

ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DO MÚSCULO

Há duas formas de estrutura muscular em peixes: uma de maior quantidade percorrendo o tronco, de cor clara, organizada ao longo da coluna vertebral de maneira simétrica; outra forma é a constituída por músculo escuro, somático, com estrutura fibrosa própria para contrair ou relaxar na função locomotora, composto por fibras musculares e tecido conectivo

FIGURA 1 | FILÉ DE MERLUZA SEM PELE; URUGUAI, 2002



apresentando cor entre o avermelhado e o marrom, devido à presença de mioglobina. As fibras musculares estão arranjadas em camadas paralelas, embebidas em folhas de tecido conectivo, denominadas miômeros. Estas têm a forma de W e se distribuem desde a superfície até a coluna vertebral, com maior inclinação

conforme a classe do peixe. Os miotomas são formados por agrupamentos de fibras musculares que formam feixes separados pelo miosepta.

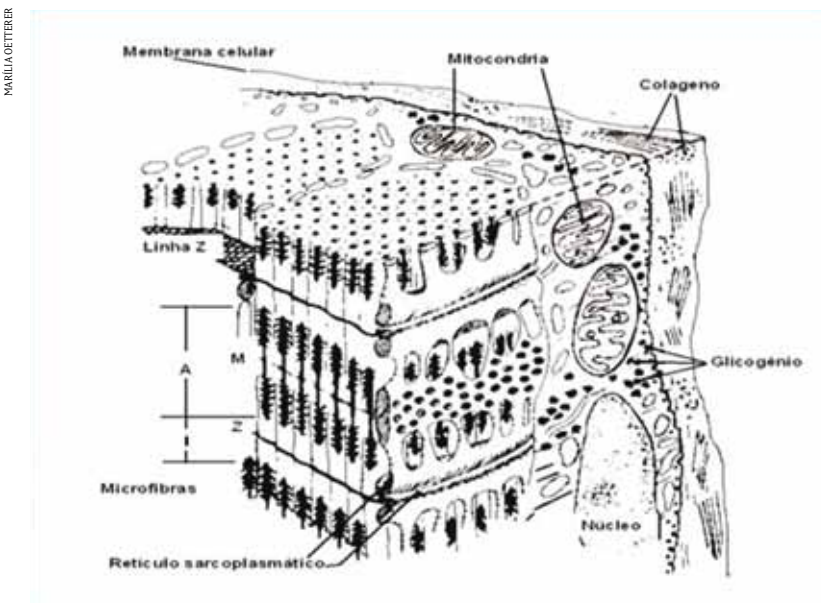
O tecido conjuntivo do miosepta é constituído de colágeno que, na cocção, se transforma em gelatina, desaparecendo a ligação entre os segmentos.

A fibra muscular (ou célula muscular) é o elemento-base do músculo, em forma de cilindro forrado externamente pelo endomísio. Sob o endomísio, há uma camada de fibras reticuladas que precede a membrana celular chamada de sarcolema, elemento ativo das funções celulares que regula a entrada de nutrientes, a saída de resíduos catabólicos e está envolvido na contração muscular. O sarcolema é formado por quatro ou mais subcamadas, das quais a última é a membrana plasmática. O sarcolema é composto por proteínas (67%), lipídeos (16%) polissacarídeos, nucleotídeos e minerais (17%).

O miolo do cilindro contém as proteínas miosina, actina, tropomiosina e troponina, que estão organizadas em filamentos finos e grossos formando pacotes chamados miofilamentos, dispostos longitudinalmente ao eixo da fibra e não contínuos, interceptados regularmente por divisórias que formam segmentos chamados sarcômeros. A divisória é uma estrutura densa, a faixa Z (Figura 2) que une os sarcômeros entre si e os conecta à membrana externa (sarcolema). Os espaços são preenchidos pelo sarcoplasma; o retículo sarcoplasmático abriga as proteínas ligantes de íons, o cálcio, as ATPases e os fosfolipídeos.

O atum deve sua cor à mioglobina do músculo (esta, aliás, auxilia na estocagem de oxigênio, garantindo sua alta velocidade) que, no processo de cocção, sofre desnaturação e se torna marrom. Por sua vez, o salmão deve sua cor à astaxantina, pigmento carotenóide distribuído no músculo. O pescado contém cerca de 3% de tecido conectivo apenas, proporção muito menor do que a que ocorre nos tecidos das carnes vermelhas. Este fato, associado à grande quantidade de umidade existente no tecido muscular, torna o pescado tenro, não necessitando sofrer cocção intensa e, assim, manter íntegros seus nutrientes.

FIGURA 2 | CORTE CELULAR EM PESCADO; 2006



NUTRIENTES

As proteínas estruturais actina e miosina compõem 2/3 do total das proteínas do músculo de um pescado, que contém to-

FIGURA 3 | FILÉ DE MERLUZA COM PELE; URUGUAI, 2002



dos aminoácidos essenciais e, portanto, apresentam alta digestibilidade, além de alto valor biológico. A quantidade de proteína varia entre espécies na faixa de 12% a 23%. O pescado possui uma relação proteico-calórica ideal. A fração lipídica, variável de 2% a 20%, conforme a espécie e a época do ano, é composta por ácidos graxos de cadeia longa, com alta instauração, possuindo ligação do tipo 3, bem como a relação $3/6 > 2$, característica das espécies habitantes de águas mais frias e profundas, devido à necessidade de se manterem fluidas a 0 °C.

A alimentação fitoplanctônica concentra ácidos graxos como o EPA – eicosa-pentaenoico e o DHA – docosaexaenoico. A maioria das espécies não apresenta colesterol, à exceção do camarão. O iodo presente no pescado marinho é um elemento pouco encontrado nos demais alimentos usualmente consumidos. Por isso, o pescado é um alimento sempre recomendado em dietas de emagrecimento, sem restrições em todos os países do mundo (Figura 3).

COZÇÃO

A cocção (cozimento) dos alimentos deve, em geral, modificar sua textura, desenvolvendo *flavour* e destruindo microrganismos. Na cocção do pescado, há perda de peso. A porcentagem de perda de sais solúveis é variável, conforme a perda de água. A cocção do pescado é bem mais rápida do que a das carnes vermelhas

devido à pequena quantidade de tecido conectivo. A carne de pescado é mais suscetível ao aquecimento pelo vapor do que as demais. Aquecida a 60 °C a carne de pescado já sofre ruptura das fibras musculares. O colágeno do pescado contém menor proporção de hidroxiprolina do que as carnes vermelhas; tão logo é aquecido, o colágeno, presente no miotoma, é solubilizado e se degrada a gelatina. Os miômeros (camadas de fibras musculares) se separam rapidamente e surgem flocos (coágulos) no peixe cozido. A perda da translucidez caracteriza a cocção.

Por isso, os peixes não podem ser cozidos excessivamente; a fragilidade pode ser notada quando a carne do peixe cozido se parte apenas com pequena manipulação. As ostras devem ser cozidas apenas para abrirem suas conchas; se a cocção se prolongar, ficam “borrachentas”; ou seja, a proteína floculará e prevalecerá esta situação, uma vez que o colágeno presente em pouca quantidade rapidamente se transforma em gelatina (ou seja, a ostra estará cozida). Lagostas cozidas têm melhor cor porque há desnaturação dos pigmentos carotenoides verdes complexados às

proteínas, com liberação do pigmento rosado da astaxantina. Situação semelhante ocorre com o camarão. Fervura e vapor rápidos, bem como a fritura, alteram pouco o valor nutritivo, pois funcionam como choques térmicos. Pratos importantes na culinária espanhola e brasileira, tais como a *paella* e a caldeirada, são preparados com o pescado submetido à cocção.

ASSAMENTO

O assamento propicia coloração (Figura 4) e aroma desejáveis. As carnes assadas podem sofrer a reação de *Maillard*, que ocorre entre o grupamento amina do aminoácido e o grupamento carbonila (CO), proveniente da fração lipídica. De início, há a complexação desses grupamentos, seguida da degradação de Strecker e liberação de CO², com aparecimento do aroma. As reações, em cascata, com grupamentos altamente reativos, caracterizam o esquema de Amadori. Os fosfolípideos (ácidos graxos ligados a um grupo hidrossolúvel) reagem com compostos de Amadori formados na primeira etapa da reação, que oxidam e entram nas reações pela sua parte hidrossolúvel.

FIGURA 4 | ANÁLISE DE COR COM USO DE COLORÍMETRO; 2009



FIGURA 5 | PESCADO EM POSTAS ASSADO; CANADÁ, 1981

FRESHWATER FISH MARKETING CORPORATION



Muitos compostos formados são responsáveis pela cor do pescado assado. O assamento do pescado é, também, mais rápido do que o de outras carnes. Geralmente, à temperatura de forno de cerca de 200 °C o pescado requer, aproximadamente, 25 minutos para atingir temperatura interna de 75 °C. Devido à elevada atividade de água na carne, bem como à facilidade para exsudação em uma preparação culinária, recomenda-se a cobertura com papel de alumínio e retirada deste nos últimos cinco minutos. O pescado congelado deve ser descongelado sob refrigeração e levado ao forno ainda refrigerado, não necessitando atingir temperatura ambiente para iniciar o assamento.

O assamento é o método empregado pela culinária portuguesa para o preparo do bacalhau, sendo bem difundido também na culinária brasileira para a elaboração de várias espécies de pratos com pescada, badejo, robalo, garoupa, cherne, truta, namorado e linguado, entre outros. São utilizados ingredientes como alcaparras, limão, vinho branco, cerveja, castanhas, manteiga, pimenta, sal, alho, cebola, além de temperos prontos, entre outros (Figura 5).


MICRO-ONDAS

As micro-ondas atravessam espessuras de materiais, cedendo parte de sua energia na forma de calor. O efeito depende de moléculas polarizadas como as de água, que são eletricamente neutras, mas portadoras de cargas arranjadas simetricamente. As micro-ondas fazem com que moléculas polarizadas sofram rotação ou oscilem; a fricção no interior do material converte essa energia cinética em calor. A carne submetida ao forno de micro-ondas aquece uniformemente, devido às moléculas de água; é um método mais rápido e mais eficiente em consumo energético. No forno de micro-ondas, não ocorre reação de *Maillard*, pois o aquecimento pela vibração de moléculas não permite que os radicais reativos se encontrem e tenham tempo de reagir; falta a energia de ativação para as reações se iniciarem.

RANCIDEZ

Alterações indesejáveis no aroma e no sabor do pescado podem ocorrer devido ao ranço, que por sua vez decorre do fato de o pescado congelado não ter sido submetido a glazeamento ou não estar

embalado adequadamente na câmara fria. O ranço pode ocorrer em pescado estocado por longo tempo no frio, congelado, e em pescado salgado-seco. Peixes gordurosos estocam lipídeo subcutâneo e no músculo; o *flavour* é alterado pela rancidez oxidativa nos ácidos graxos polinsaturados EPA – eicosapentaenóico e DHA – docosahexaenóico, com formação de hidroperóxidos, que são instáveis e se quebram em formas voláteis, originando o *off flavour*.

Há procedimentos que podem minimizar a velocidade da rancidez, como o abaixamento da temperatura de estocagem, o controle da oxidação por adição de antioxidantes ou a redução do oxigênio pelo glazeamento, por embalagem a vácuo ou em atmosfera modificada. A adição de antioxidantes como o tocoferol, os polifenóis, o ácido ascórbico e o ácido cítrico pode aumentar o *shelf life* ou vida útil. 

* **Marília Oetterer** é professora titular do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, USP/ESALQ (mariliaoetterer@usp.br); **Luciana Kimie Savay-da-Silva** é técnica do Laboratório de Pescado do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, USP/ESALQ (kimie@usp.br); **Juliana Antunes Galvão** é especialista do Departamento de Agroindústria Alimentos e Nutrição, USP/ESALQ (jugalvao@usp.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MCGEE, H.; *On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen*. Scribner: New York, 2004. ISBN 0-684-80001-2.
- OETTERER, M.; Proteínas do pescado – processamentos com intervenção na fração proteica. In: OETTERER, M; REGITANO D'ARCE, M.A.B.; SPOTTO, M. H.; *Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Barueri, SP: Editora Manole, p. 99-134, 2006.
- RAMSAY, G.; *Passion for seafood*. São Paulo: Larousse do Brasil, 2008, 224p.
- THIS, H. *Molecular Gastronomy*. Columbia University Press, New York, 2006.
- TRAVAGIN, L.G.; VIEIRA, A.F.; VASCONCELOS, J.S.; NEGRI, R.B.; CALIL, M.F.A.; SAVAY-DA-SILVA, L.K.; GALVÃO, J.A.; OETTERER, M.; *Gastronomia Molecular*. Getep: USP/ESALQ, jan, 2010; 26p.

Gastronomia

Os desafios para manter o pescado fresco e com qualidade gastronômica

Marília Oetterer, Juliana Antunes Galvão e Luciana Kimie Savay-da-Silva*



AERONAUTORA

Prato à base de atum, São Paulo, SP, 2012

O pescado e derivados alcançam o topo do valor agregado em relação a várias matérias-primas e ingredientes utilizados na gastronomia. Assim, desfilam altivos em restaurantes premiados de todo o mundo. Para um chef, o pescado (ou os “frutos do mar”) constitui um dos mais difíceis temas a aperfeiçoar, mas também é o que vale mais o esforço depois de conquistado. Em um restaurante, o setor de pescado é o mais desafiador e versátil, constituindo um universo disponível para a gastronomia, tanto *in natura* (ou, como popularmen-

te é chamado, “no estado de fresco”) como processado. As formas são várias, a saber: caviar, bacalhau, *haddock* defumado, anchovado ou aliche, marinado ou ceviche, surimi, *kamaboko*, entre outros.

A palavra “pescado” designa, no português, o conjunto (e, portanto, deve ser escrita no singular, e não no plural) de peixes, moluscos – que possuem conchas envolvendo tecido mole – e crustáceos – que têm a proteção da quitina –, além de todos os habitantes comestíveis do mar, para os quais se dá

a denominação de “frutos do mar”.

São exemplos de peixes marinhos mais comuns: abrótea, albacora, anchova, atum, badejo, bagre marinho, beijupirá, bonito, cação, cavala, cavallinha, cherne, congro, corvina, espada, garoupa, linguado, manjuba, marlim, merluza, mero, namorado, olho-de-boi, parati, pargo, peixe-voador, pescada, porquinho, raia, robalo, sardinha, serra, tainha, trilha, xaréu, xixarro, entre outros. Dentre os peixes de água doce mais comuns, podem ser destacados: o bagre, cachara, carpa, cascudo, curim-

FIGURA 1 | CULINÁRIA JAPONESA, PIRACICABA, SP, 2011



MARILIA OETTERER

batá, dourada, dourado, jau, lambari, mandi, pacu, piaba, piapara, pintado, piracanjuba, piramutaba, piranha, pirarucu, saguiru, surubim, tambacu, tambaqui, tilápia, traíra, trairão, truta e tucunaré; dentre os crustáceos, camarão, pitu, lagosta, cavaquinha, caranguejo, guaiamum, aratu, goiá, grauçá, centola, siri; alguns tipos de moluscos, como mexilhão ou marisco, vôngole, sarnambi, sururu, lambreta, búzio, ostra, lula, polvo e vieira.

MANIPULAÇÃO NA DISTRIBUIÇÃO

Os hotéis e restaurantes geralmente compram o pescado de fornecedores. Os procedimentos de avaliação destes são baseados nas Boas Práticas de Manipulação e no Sistema de Garantia de Qualidade, através de uma lista de verificação, para aferir as condições higiênicas do local, infraestrutura, equipamentos e utensílios, pessoal, produto (pescado), fluxo de produção e lista de documentos necessários para verificação das informações fornecidas. Em relação às condições do pescado, verificam-se a data de validade, a temperatura, o peso, o tipo do produto (resfriado, refrigerado, congelado, salgado, defumado) e as condições de armazenamento e transporte. Nos

restaurantes especializados em pescado e na culinária japonesa (Figuras 1), em particular, há forte apelo ao pescado no “estado de fresco”.

A culinária japonesa tem a seu favor a atratividade de sua apresentação propiciada pelas cores, bem como pela combinação de sabores. Quanto ao aspecto nutricional, o pescado é um excelente aliado no controle da obesidade e um alimento recomendado para grupos de risco referentes principalmente às doenças das coronárias. Portanto, é adequado ao que se entende por alimentação correta. No Brasil, em particular em São Paulo, os emigrantes japoneses trouxeram e consolidaram sua excelente culinária, enfrentando as dificuldades para a disponibilidade de pescado “fresco” com qualidade, ao contrário do que ocorre no Oriente.

O filé mignon do atum (o torô, é de alto valor agregado, podendo chegar a custar 1000 euros no mercado Tjukji, de Tokio. É macio porque acumula cerca de 10 vezes mais gordura do que o restante do músculo e é de cor vermelha intensa, devido à presença de mioglobina. Utilizado cru na culinária japonesa para elaborar o sashimi, é proveniente do pescado congelado inteiro, forma em que é comercializado no Brasil.

O salmão é outra espécie largamente empregada na culinária japonesa, oferecido na forma crua. O músculo apresenta coloração única devido ao pigmento carotenóide, a astaxantina. A textura é macia, devido à marmorização desenhada pela gordura, tornando-o muito atraente. É proveniente das pisciculturas implantadas na costa chilena e chega ao Brasil em caminhões isotérmicos na forma inteira, eviscerado e refrigerado. Já a tilápia tem todas as condições para ganhar espaço na culinária japonesa, entrando como peixe branco e apresentando um custo bem menor do que o do salmão importado. No cardápio são também muito valorizadas as espécies de pescado brasileiro, do Pantanal e do Amazonas, bem como a lagosta e o camarão, ambos provenientes das águas do Nordeste, além das trutas de cultivo em águas frias de regiões montanhosas.

A busca pelo pescado fresco é sempre uma tarefa complexa, pois, sob o clima tropical brasileiro, nem sempre é possível manter temperaturas baixas e uniformes em todas as etapas da distribuição *in natura*. Por haver muita intermediação na comercialização do pescado, e grandes distâncias a vencer a partir da captura até o destino final, este alimento perecível acaba ficando mais tempo ex-

posto a condições adversas do que seria o correto. No Brasil, alguns restaurantes mantêm mergulhadores-pescadores para que possam abastecer diariamente o estabelecimento com o peixe “fresco”, em função da perecibilidade desse alimento, comprovando a obsessão e a dificuldade com o pescado fresco.

Recentemente, foi criado o regulamento comunitário da União Europeia a fim de avaliar o grau de frescor para algumas espécies de pescado, como os elasmobrânquios, os cefalópodes e os crustáceos. Os métodos sensoriais são subjetivos, porém mais rápidos que os físico-químicos ou microbiológicos. O Método Quality Index Method (QIM) é uma ferramenta útil e fácil de ser aplicada, mas necessita de padrões para cada espécie, distintamente. A implantação desse método ainda é incipiente – teve início na Austrália – e é utilizado para algumas espécies europeias.

Descritores das características organolépticas ou sensoriais estabelecem pontuações para a qualidade, partindo do zero para o peixe fresco, evoluindo conforme os pontos de demérito, até o nível quatro, quando o produto é rejeitado. O Método QIM avalia as alterações da pele, muco cutâneo, olhos, guelras, peritônio e tecido muscular. Para cada atributo selecionam-se de dois a quatro descritores, para os quais é atribuída uma pontuação. No peixe inteiro, o frescor é aferido pelo brilho de uma fina camada transparente de muco, bem como pelas guelras, que são rosadas e brilhantes. As escamas devem estar fortemente aderidas e os olhos, protuberantes e convexos. A massa muscular é firme e volta à forma quando pressionada; propicia leve resistência ao ser cortada.

PERECIBILIDADE E DETERIORAÇÃO

O pescado é altamente perecível e, portanto, há dificuldades em se manter a qualidade na comercialização. A manipulação pós-captura, se for mal conduzida, pode esmagar a parte visceral e liberar as enzimas, que passam a agir na parede celular

da cavidade do corpo. Os microrganismos do pescado estão no muco, na guelras e no trato intestinal; a maioria cresce bem a 10-20 °C e alguns, a zero grau – ou até menos, os psicrófilos. Assim, o pescado só pode permanecer por pouco tempo no gelo, no máximo uma semana, a não ser que sejam utilizados outros meios de conservação.

O *rigor mortis*, ou rigidez após a morte em pescado, se instala mais cedo e dura menos tempo do que nos mamíferos. Para garantir a qualidade, é preciso prolongar o pré-rigor evitando desgaste e perda do glicogênio, mantendo o pescado em refrigeração já no abate, e, ainda, diminuir o estresse no pré-abate. Durante a refrigeração pode-se acompanhar o rigor bioquímico, quando há acúmulo de intermediários do ATP, ao esgotar o glicogênio. A deterioração microbiana, no entanto, só ocorre depois de cedido o *rigor mortis*.

Na fase chamada de frescor há, inicialmente, presença de aminoácidos livres e peptídeos, leve aumento da amônia e aminas voláteis (“pescado em condição boa”); a seguir, há aumento da amônia e aminas voláteis, dos ácidos voláteis, carbonilos e cetoácidos (“pescado em condição regular”), presença de aminas não voláteis e poliaminas (“pescado no limite de aceitação”) e percepção sensorial de compostos de enxofre (“rejeição sanitária”).

AMBIENTE

O *habitat* determina a microbiota acompanhante na captura. A presença de microrganismos na água do mar é influenciada pela época do ano, local de captura, efluentes, marés, entre outros. Em moluscos bivalves, particularmente, pode ocorrer acúmulo de microrganismos que produzem toxinas e infecções, como o vibrio, a bactéria botulínica e a bactéria produtora de histamina. A toxicidade pode ocorrer via algas dinoflageladas. A presença de algas na água pode levar ao *off-flavour*, no caso de pescado cultivado, devido à presença da geosmina e metil-isoborneol, componentes que, ao serem ingeridos pelo peixe, modificam o aroma e o sabor da carne.

A prática de depuração é recomendada para atenuar o problema, pois o pescado deve ficar em jejum por alguns dias para que o trato intestinal seja esvaziado, evitando ser capturado com aroma e sabor indesejáveis (*off-flavor*). Outra forma de mascarar o problema é submeter o pescado à defumação. O sabor agradável de peixes de alto mar, como é o caso do arenque, se deve à presença dos aminoácidos que atuam no balanceamento da salinidade da água do mar, como a glicina e o ácido glutâmico – este último, um clássico realçador de sabor. A qualidade da água influi na qualidade do pescado, tanto nos aspectos microbiológicos quanto na presença de contaminantes, como os metais pesados, hidrocarbonetos, bifenil-policlorados, entre outros (mais detalhes sobre estes últimos aspectos abordados estão em outro artigo desta edição).¹⁰

* **Marília Oetterer** é professora titular do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, USP/ESALQ (mariliaoetterer@usp.br); **Luciana Kimie Savay-da-Silva** é técnica do Laboratório de Pescado do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, USP/ESALQ (kimie@usp.br); **Juliana Antunes Galvão** é especialista do Departamento de Agroindústria Alimentos e Nutrição, USP/ESALQ (jugalvao@usp.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAIXAS-NOGUEIRA, S.; BOVER CID, S.; VECIANA-NÓGUES, T. et al. Development of a quality index method to evaluate freshness of a mediterranean hake (*Merluccius merluccius*) Journal of Food Science, Chicago, v. 68, n. 3, 1067-1071 p., 2003.
- BARRETO, R. L. P. Passaporte para o sabor. São Paulo: Ed. Senac, 2002. 304 p.
- LIMA, U. A.; OETTERER, M. Matérias-primas: pescado. In: LIMA, U. A. Matérias-primas alimentares. Piracicaba: Editora Fealq-ESALQ-USP, P., 2010.
- OETTERER, M. Industrialização do pescado cultivado. Guaíba: Editora Agropecuária, 2002. 200p.
- RAMSAY, G. Passion for seafood. São Paulo: Larousse do Brasil, 2008. 224 p.

Amazernamento

Refrigeração correta do pescado mantém valor nutritivo do produto

Marília Oetterer, Luciana Kimie Savay-da-Silva e Juliana Antunes Galvão*

Um processo de conservação muito praticado na comercialização do pescado inteiro *in natura* é a refrigeração: o gelo e a câmara fria mantêm temperaturas por volta de 1 °C no produto, permitindo vida útil de cerca de 10 dias, tempo suficiente para que o alimento chegue ao consumidor com qualidade, desde que mantida a cadeia do frio. Mas é importante destacar que, já a partir do momento em que foi aberto ou filetado, o pescado necessita de embalagem para que possa ser comercializado sob refrigeração.

E para que o produto filetado tenha maior vida útil (cerca de 20 dias), são necessários processamentos que utilizem

embalagens especiais, modificadas, ou mesmo o uso de coadjuvantes como a acidificação, defumação ou irradiação dos filés. As condições de preservação do pescado refrigerado são definidas pelo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Riispoa), segundo o qual “entende-se por resfriado o pescado devidamente acondicionado em gelo e mantido entre -0,5 °C e -2 °C”.

TOILETTE E ASSEPSIA

A filetagem deve ser feita em seguida ao abate efetuado pela retirada da cabeça, em peixes sensibilizados pelo frio e selecionados para um tamanho mínimo que

permita o corte padrão; para tilápias, por exemplo, em peixes com cerca de 500 gramas. A seleção por tamanho, no entanto, não precisará ser feita se os lotes forem uniformes; essa característica é uma vantagem do cultivo em relação à captura extrativa. Contudo, para controle da unidade processadora, é recomendável que se faça uma amostragem para medição diária (comprimento e peso), bem como nas etapas seguintes, a fim de serem obtidos os dados biométricos e para que se proceda ao cálculo do rendimento a todos os produtos.

A filetagem manual depende da destreza dos manipuladores: cerca de 60

FIGURA 1 | EXPOSIÇÃO DE POSTAS REFRIGERADAS



MARÍLIA OETTERER

peixes por hora é considerada uma boa velocidade, garantindo um bom produto em termos de acabamento. A retirada da pele uniformiza os filés e esta pode ser utilizada como matéria-prima para o coproduto couro, desde que se tenha instalado um compartimento para curtimento de peles. Após a filetagem, os filés precisam seguir imediatamente para o gelo ou para o refrigerador.

A filetagem mecânica é recomendada para peixes de tamanho grande e uniforme e para indústrias com grande volume de entrada de matéria-prima. Nesse caso, a velocidade poderá ser de até 800 peixes por hora, e haverá necessidade de uma máquina cortadeira de cabeças e sugadora de vísceras, para que o processo seja mais eficiente. Saindo da filetadora, os peixes podem, ainda, passar por uma despeliculadora para retirada mecânica do couro. As tilápias têm um rendimento baixo (20 a 24%) quando filetadas. Se descamadas, evisceradas e descabeçadas, o rendimento é de 51 a 53%. No caso de filetagem mecânica, é necessário um acabamento manual para retirada dos pequenos ossos não articulados normalmente chamados de espinhas.

A indústria automatizada trabalha com as máquinas descamadoras em sistema de tambor com rendimento de 90%, recebendo de 20 a 40 peixes por minuto. As descabeçadoras evisceradoras recebem o pescado fixado em canaletas e uma faca giratória decapita o peixe com um corte em "V". Depois, as vísceras são puxadas por sucção, com rendimento de 35 peixes por minuto. As filetadoras seccionam os apêndices superiores e inferiores do corpo do peixe, e o corte dos filés é feito ao longo da coluna vertebral. Estes geralmente necessitam de acabamento manual para retirada das espinhas em "V". A despeliculadora recebe os filés em uma cinta transportadora sobre um tambor giratório e a pele é retirada por corte de lâmina ajustada em sentido contrário, sendo o rendimento de 30 a 150 filés por minuto.

A lavagem após a *toilette* e a limpeza do peixe são fundamentais para a retirada dos restos de vísceras e sangue e constitui um ponto crítico ao controle. Se a água for potável, resfriada, adicionada de gelo britado ou em escamas, o produto terá melhor qualidade e o tempo de armazenamento também poderá aumentar. Se o processamento for automático, há constante passagem de água pelos equipamentos, já promovendo a assepsia. A fiscalização observa a limpeza dos equipamentos e as práticas higiênicas dos trabalhadores na manipulação do peixe.

A utilização de outros cortes, além dos filés – as postas, por exemplo –, proporciona maior rendimento do que na filetagem, permitindo melhor consistência do produto para ser acomodado na embalagem. O corte que mantém os filés unidos pela coluna dorsal, tipo espalmado, dá melhor rendimento em peso e mantém o produto mais firme para ser colocado na embalagem, sendo recomendado para peixes com menos de 500 g (Figura 1).

RESÍDUOS DA FILETAGEM

O material residual, constituído de carcaças, cabeças, ossos, peles e cartilagens, pode ser opcionalmente aproveitado, na forma de silagem para rações. Também já há tecnologia disponível e demanda no mercado para o couro. O resíduo deve ser recolhido para evitar contaminação na planta, o que caracterizaria um ponto crítico. Tradicionalmente, o saneamento é feito em tanques de tratamento construídos durante a edificação da planta e conduzidos à rede de esgoto após serem tratados devidamente.

No preparo da silagem a partir dos resíduos, podem ser usados tanques móveis plásticos, resistentes à acidez da biomassa e munidos de pás para revolvimento desta. Com a adição de uma mistura dos ácidos fórmico e propiônico (1:1), em solução a 3% ao resíduo (15 litros de solução para cada 100 kg de

biomassa), e com a manutenção do pH 4, em média, a vida útil será de cerca de 30 dias ao ambiente. Esse resíduo deve ser diferenciado das vísceras (10%) e compreende cerca de 50% em peso, sendo constituído principalmente de carcaças, ossos, cabeças, pele e cartilagens. Este material pode ser previamente triturado para facilitar a hidrólise pelas enzimas presentes e sob acidez controlada para evitar a deterioração.

TRATAMENTO ANTIDRIPPING

O fenômeno do *dripping* (ou exsudação) prejudica a qualidade do pescado comercializado refrigerado ou congelado, principalmente no caso de filés e postas preparados a partir de pescado previamente congelado e descongelado. As superfícies cortadas podem apresentar descoloração, aparência desidratada e perda de peso, devido à exsudação. Uma forma de contornar o problema é a imersão dos filés, por 1 a 2 minutos, logo após o corte, em uma solução aquosa de 5 a 10% de pirofosfato de sódio ou potássio; tripolifosfato de sódio ou potássio; ou ainda hexametáfosfato de sódio.

O tratamento contínuo, por imersão de 30 segundos em solução a 5% de tripolifosfato de sódio, com adição de gelo, em tanques móveis, seguido de drenagem por meio de telas, por 5 minutos, pode ser útil no controle do *dripping*, evitando a presença de água livre na embalagem. O uso de polifosfatos para evitar o *dripping* é prática comum adotada pelas empresas internacionais. Eles atuam através das interações com os componentes celulares do pescado, reduzindo o volume de fluido de exsudação e levando, conseqüentemente, a uma melhora no sabor após cozimento, devido à retenção do fluido natural e ao aumento da maciez do produto.

A Torry Research Station, sediada em Aberdeen, na Escócia, informa os procedimentos para utilização do po-

FIGURA 2 | PESCADO EMBALADO E REFRIGERADO EM SUPERMERCADO; 2010

MARILIA OETTERER



lifosfato, como aditivo, permitindo que um pescado congelado de qualidade possa ser estocado a temperaturas de $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, pois o polifosfato retém a água ligada à proteína, mas não altera o odor ou *flavor* do pescado e não dispensa a rápida manipulação pós-captura. Recomenda-se a dissolução de 5 kg de tripolifosfato de sódio e 5 kg de fosfato de sódio, em 90 L de água resfriada, e a imersão dos peixes por 1 minuto em processo em batelada ou contínuo.

EMBALAGEM

A combinação do tratamento com polifosfatos e o uso de embalagens assegura a qualidade do filé a ser estocado em câmaras de refrigeração ou de congelamento. As embalagens de bandejas de polietileno expandidas recobertas com filme plástico são eficientes e de baixo custo. Há vários tipos de embalagem para utilização na indústria de alimentos: as de alta impermeabilidade, necessárias para promover o vácuo, e as permeáveis, opacas ou transparentes. O material de composição da embalagem pode ser simples – como o polietileno e o polivinil clorídrico (PVC), ou componentes múltiplos, compostos de lâminas de 2 a 3 filmes, ou polímeros coextrudados, como o Cryovac.


As embalagens apropriadas para o pescado refrigerado são as bandejas recobertas de filme plástico e munidas

de papel absorvente para evitar escorrimento da água exsudada do filé. Os recipientes plásticos devem ter o ar evacuado, procedimento que melhora a aparência do produto (Figura 2). A embalagem a vácuo é vantajosa para controle da oxidação do produto. O fechamento das embalagens é feito por seladoras elétricas e o tamanho das bandejas de prolipopileno expandido ou plástico pode ser variável para guardar produtos em quantidades de 300, 500 e 1.000 g, por exemplo. Na embalagem a vácuo devem ser utilizadas seladoras a vácuo; nessa embalagem a refrigeração é mais rápida e a aparência do produto é melhor.

VIDA ÚTIL

Depois de embalados, os produtos devem ser imediatamente colocados em refrigeradores ou câmaras frias mantidas a zero grau Celsius, para depois serem distribuídos em caminhões isotérmicos. Sob refrigeração comercial a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a vida útil é de cerca de 13 dias, e se estocados a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, de cerca de 7 dias. A vida útil desses produtos é a mesma preconizada para pescado no gelo e acondicionado em câmaras de refrigeração. A embalagem protege o produto dos efeitos de ressecamento nas câmaras e torna-os prontos para serem comercializados, com etiquetas informando o peso, o preço e a marca registrada comercial. A vida útil é estabelecida com base nos testes de monitoramento, que compreendem as análises de contagem total de micro-organismos, das bases nitrogenadas voláteis totais e a análise sensorial, entre outras,

A estocagem do produto refrigerado deve ser feita a temperaturas acima da de congelamento, até $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, e resulta na conservação do pescado por retardar o crescimento microbiano e as atividades metabólicas *post mortem* dos tecidos, controlar as reações químicas deteriorativas, incluindo o escurecimento enzimático oxidativo, a oxidação de lipídeos e as alterações químicas associadas à degradação

de cor, além de controlar a autólise do pescado e evitar a perda de nutrientes em geral. A refrigeração mantém o valor nutritivo do pescado ao evitar o *dripping*, pois a perda de umidade certamente arrastaria nutrientes, componentes solúveis do músculo, como alguns aminoácidos e vitaminas hidrossolúveis. 

* **Marília Oetterer** é professora titular do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, USP/ESALQ (mariliaoetterer@usp.br); **Luciana Kimie Savay-da-Silva** é técnica do Laboratório de Pescado do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, USP/ESALQ (kimie@usp.br); **Juliana Antunes Galvão** é especialista do Departamento de Agroindústria Alimentos e Nutrição, USP/ESALQ (jugalvao@usp.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Riispoa). Pescados e derivados, C. 7, seção I. Brasília, 1952. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=14013>. Acesso em: 1º mar. 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (Dipoa). Circular GA/DIPOA nº 26/2010. 2010.
- OETTERER, M. Industrialização do pescado cultivado. Guaíba: Ed. Agropecuária, 2002. 200p.
- PEREIRA, D. S.; JULIÃO, L.; SUCASAS, L. F. A. et al. Boas práticas para manipuladores de pescado: o pescado e o uso do frio. Piracicaba: ESALQ – Divisão de Biblioteca e Documentação, 2009. 36p. Série Produtor Rural, n. 46.

Resfriamento

Uso do gelo é peça-chave na conservação do pescado

Marília Oetterer, Luciana Kimie Savay-da-Silva e Juliana Antunes Galvão*

Desde tempos remotos, o frio é utilizado para conservar o pescado. Em países onde o inverno é rigoroso, o armazenamento do pescado é facilitado, uma vez que este pode ser mantido ao ambiente, geralmente na parte externa das residências. No caso de países tropicais, como o Brasil, fabricar o gelo e mantê-lo durante a distribuição são atividades que oneram a comercialização do pescado. O frio conserva o pescado ao retardar a atividade microbiana e as reações químicas e enzimáticas que levariam à deterioração, mantendo, dessa forma, seu estado de “frescor” durante a recepção, distribuição e comercialização, tanto no atacado como no varejo (Figuras 1 e 2).

Na refrigeração, a temperatura deve ser mantida na faixa de -2 a 10 °C, conservando o pescado por cerca de 10 a 12 dias. No congelamento, especialmente no congelamento rápido, abaixo de -25 °C, a conservação alcança de um a dois anos. As câmaras frigoríficas para estocagem do pescado devem ser mantidas a, pelo menos, -15 °C; sendo que a temperatura ideal é de -25 °C.

A IMPORTÂNCIA DO GELO

O formato dos peixes depende do *habitat* e condiciona o tipo de captura; influi no dimensionamento das caixas e das câmaras para armazenamento a bordo, nas operações de limpeza manual ou mecânica, no rendimento em carne, postas ou filés, além de afetar a velocidade de resfriamento ou de congelamento a bor-

FIGURA 1 | DESEMBARQUE E RECEPÇÃO NO GELO; PARÁ, 2010



ECOMAR

do (Figura 2). Qualquer operação de manejo do pescado, tanto provindo de águas salgadas como continentais, depende da qualidade, quantidade e disponibilidade do gelo. As boas práticas devem ser seguidas para que seja mantida a higiene necessária à segurança do pescado em situação de venda no atacado, durante o transporte e no varejo.

No Brasil, o clima quente dificulta a distribuição do pescado. Em razão da falta de uma rede de frio efetiva, observam-se, no momento de venda do pescado “fresco”, mais inconformidades do que adequações. Salvo em locais próximos ao mar, não há logística que permita a distribuição de pescado *in natura* de qualidade (Figura 3).

O sistema de leilão adotado nas centrais de abastecimento dos grandes centros é trabalhoso e exige grande quantidade de gelo, além de câmaras frias complementares às que fabricam o gelo. Preconiza-se como ideal a relação 3:1 de pescado e gelo, em camadas intercaladas (Figura 4). O gelo deve ser elaborado com água potável em pequenos blocos com arestas arredondadas, ou em escamas, valendo para a exposição em gôndolas com tampo transparente, cobertura em forma de vitrine e com temperatura mantida entre -0,5 a -2°C.

PRÉ-PROCESSAMENTO E HIGIENE

Na indústria, o gelo é fundamental para promover a hipotermia necessária à manutenção do pescado em estado de pré-rigor por mais tempo, impedindo o estresse do pescado e permitindo que o glicogênio seja mantido. O pescado segue, então, para a operação única de evisceração e descamação nas mesas processadoras. O gelo acompanha o pescado nas etapas seguintes. As prerrogativas para instalação e manutenção de plantas processadoras e armazenadoras de pescado refrigerado e congelado estão estabelecidas na legislação brasileira, pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa).

FIGURA 2 | ARMAZENAMENTO CORRETO (ESQUERDA) E INCORRETO (DIREITA) DO PESCADO

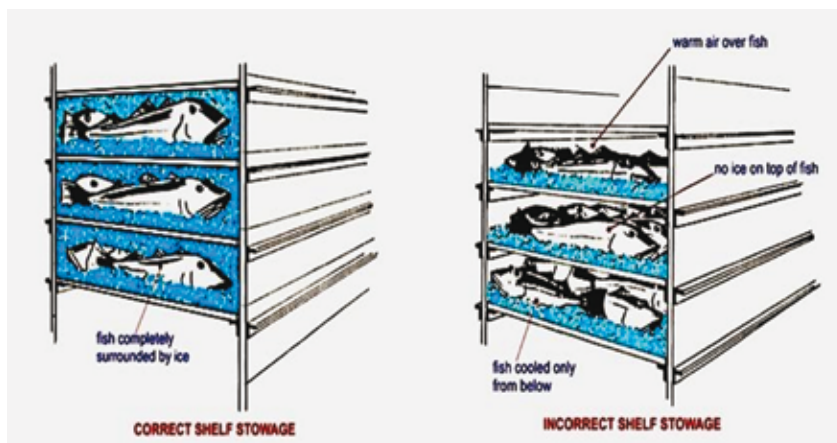
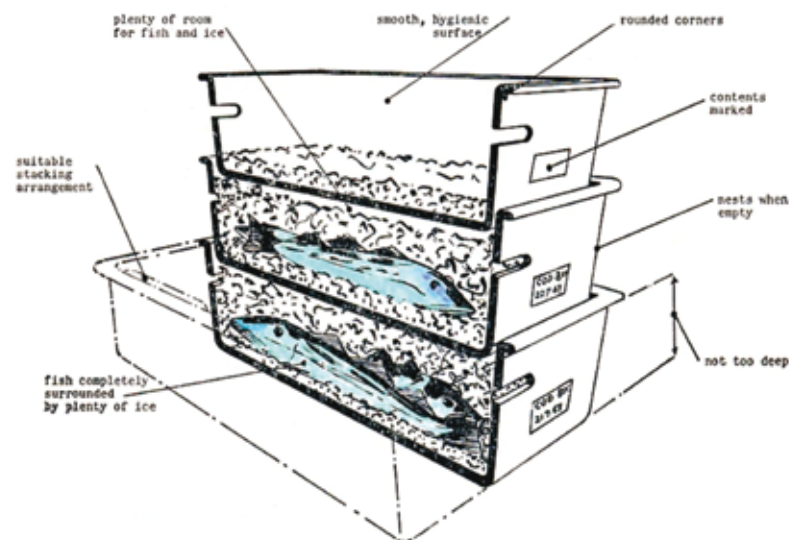


FIGURA 3 | COMERCIALIZAÇÃO DE PESCADO NO BRASIL; 2010



FIGURA 4 | CAIXAS DE ESTOCAGEM DE PESCADO NO GELO



No site da Anvisa (www.anvisa.gov.br), estão listados todos os produtos comerciais permitidos para limpeza e higiene e definidos os antissépticos, desinfetantes, sanitizantes e detergentes. São também apresentados os utensílios permitidos, os detalhes para a construção, as informações sobre o suprimento de água e de gelo e o registro da planta. Também é possível encontrar descrito o procedimento para as análises microbiológicas periódicas. O Manual de Boas Práticas de Higiene e Sanificação, destinado às indústrias de pescado congelado, apresenta as recomendações para um programa de sanificação da empresa, cuidados pessoais, manipulação e preparação do pescado, além dos requisitos para instalações físicas e de equipamentos.

As preocupações com a higiene e a sanitização devem incluir o treinamento do pessoal, que deve receber informações sobre os perigos das doenças contagiosas, a transmissão e os métodos de prevenção. As práticas sanitárias na indústria consistem no controle sistemático das condições ambientais durante o transporte, armazenamento e processamento do pescado, de forma a evitar sua contaminação por microrganismos, insetos, roedores e outros animais, além de substâncias químicas.

Os órgãos internacionais e os respectivos conjuntos de normas deveriam ser seguidos por força de lei. A Food and Agricultural Organization (FAO) e a World Health Organization (WHO), através do *Codex Alimentarius*, estabeleceram o “Recommended International Code of Practice General Principles of Food Hygiene”. O Food and Drug Administration (FDA) promulgou o “Good Manufacturing Practice, Processing, Packing or Holding”. A Association of Food and Drug Officials of the United States Administration (FDO) elaborou o “Frozen Food Code”

ASSEPSIA E HIPOTERMIA

Ao chegar à processadora, o pescado deve ser mantido em temperaturas bai-

xas e uma desinfecção satisfatória é necessária, pois ele estará vulnerável a contaminantes vindos dos manipuladores, máquinas e utensílios. O controle da temperatura é o fator mais importante para limitação do crescimento microbiano, dentro de uma planta processadora. Também são obrigatórias a higienização dos equipamentos e das superfícies de trabalho; as práticas higiênicas devem ser mantidas pelo pessoal que executa o corte dos filés. O descarregamento do peixe na processadora deve ser feito com auxílio de bombas e transportadores com o mínimo contato manual possível. O tanque de recepção deve trabalhar em fluxo contínuo ou com agitadores, pois não pode haver água parada.

A água a zero grau Celsius (água + gelo potável) no tanque de recepção permite manter a hipotermia nos peixes (cerca de 3 °C); uma vez paralisados, os peixes não perdem a energia presente no músculo na forma de glicogênio. O frio reduz a ação das enzimas tissulares e viscerais e controla a microbiota dos peixes tropicais, que é mesófila, promovendo assepsia – uma vez que a maioria dos microrganismos patogênicos sucumbe a temperaturas menores do que 7 °C.

A água de lavagem clorada à base de 5 mg/L de hipoclorito de sódio promove a assepsia, evitando que microrganismos proliferem nos resíduos de sangue, e auxilia na retirada do muco constituído de glucoproteínas liberadas por glândulas da pele, que, se não removido, passará a ser substrato para microrganismos. Nas águas de pior qualidade, a cloração é menos efetiva e o uso de uma maior concentração de cloro, nesse caso, pode prejudicar o sabor do pescado.

O resfriamento acompanha o pescado também após o abate, que é feito na mesma operação de filetagem, auxiliando na manutenção da qualidade do músculo, como a capacidade de retenção de água e cor; o músculo deve estar frio quando o

pH se estabilizar na fase de rigor. Para evitar problemas de provável enrijecimento da carne é conveniente não se proceder ao congelamento durante o rigor, e, sim, no pré-rigor ou até mesmo após o rigor. A matéria-prima não absorvida após entrada na beneficiadora deve ser mantida à temperatura de 0 °C, em câmaras de espera refrigerada.

Para a câmara de espera, caixas de cloreto de polivinila (PVC) rígido devem receber o pescado em camadas intercaladas com gelo em escamas (0,4 : 1; gelo : peixes) e estas podem permanecer na câmara até o andamento do fluxo, por períodos de algumas horas, de dois a três dias.¹³

* **Marília Oetterer** é professora titular do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, USP/ESALQ (mariliaoetterer@usp.br); **Luciana Kimie Savay-da-Silva** é técnica do Laboratório de Pescado do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, USP/ESALQ (kimie@usp.br); **Juliana Antunes Galvão** é especialista do Departamento de Agroindústria Alimentos e Nutrição, USP/ESALQ (jugalvao@usp.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução-RDC n. 275, de 21 de outubro de 2002. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria n. 326, de 30 de julho de 1997. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>.
- OETTERER, M. Industrialização do pescado cultivado. Guaíba: Editora Agropecuária, 2002. 200 p.
- PEREIRA, D. S.; JULIÃO, L.; SUCASAS, L. F. A. et al. Boas práticas para manipuladores de pescado: o pescado e o uso do frio. Piracicaba: ESALQ – Divisão de Biblioteca e Documentação, 2009. 36 p. Série Produtor Rural, n. 46.

Vantagens

Congelamento é o melhor método para a conservação do pescado

Marília Oetterer, Luciana Kimie Savay-da-Silva e Juliana Antunes Galvão*

Pode-se afirmar que o congelamento é o melhor método para prolongar a vida útil do pescado. A qualidade do produto é proporcional à intensidade de frio utilizada e os países de regiões frias levam grande vantagem, pois o manejo pós-captura, se feito sob baixa temperatura, favorece as etapas seguintes de processamento congelado. Os países detentores dos melhores índices de qualidade de vida comercializam a totalidade do pescado na forma de congelados. O pescado congelado é definido pelo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Riispoa), de 1952, sob o artigo 439 e parágrafo 3º, da seguinte forma: "Entende-se por congelado o pescado tratado por processos adequados de congelação, em temperatura não superior a -25°C". O artigo 440 estabelece que, depois de submetido ao congelamento, o pescado deve ser mantido em câmara frigorífica a -15°C; em parágrafo único diz que o pescado, uma vez descongelado, não pode ser novamente recolhido às câmaras frigoríficas.

As normas não mencionam os produtos congelados processados, como filés ou postas, ou mesmo inteiros descamados, eviscerados e descabeçados e embalados. O artigo 441 faculta, a critério do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (Dipoa), a obrigatoriedade da evisceração para que o produto possa ser apresentado ao consumo. O *Codex Alimentarius* define, para várias espécies de pescado, o congelamento rápido, como completo, quando, após a estabilidade térmica, o produto tiver alcançado no centro térmico a temperatura de -18°C.

O pescado submetido ao congelamento – no caso de salmão, por exemplo – deve estar eviscerado, e o produto embalado ou glazeado, para evitar sua oxidação e desidratação na câmara. Para filés de *cod* ou bacalhau (*Gadus morhua*) e de haddock ou eglefino (*Melanogrammis aeglefinus*), o *Codex* define os filés com e sem pele e libera, para uso como aditivos, os fosfatos e os antioxidantes.

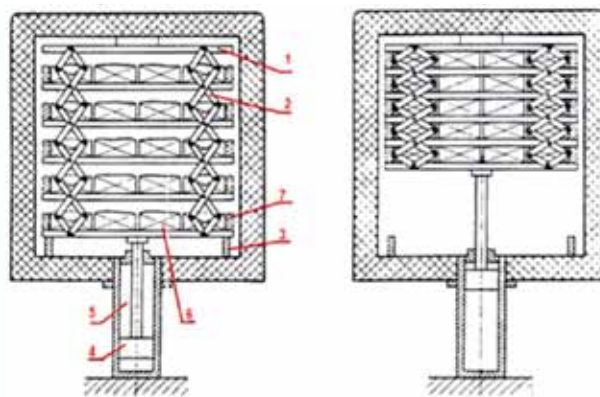
CONGELAMENTO

Os congeladores mais utilizados são os que utilizam passagem de ar frio e trabalham em temperatura na faixa de -18°C a -40°C. Os peixes são acomodados em bandejas e percorrem lentamente um túnel de ar frio onde o ar passa em contra corrente com o produto. O outro é o congelador de placas, no qual o pescado é mantido em contato com uma superfície de metal resfriada por líquido refrigerante, a amônia

(Figura 1). No congelamento do pescado, é possível acompanhar a porcentagem de água congelada conforme a intensidade do frio, como no caso do *haddock* ou eglefino (*Melanogrammus aeglefinus*), que apresenta 83,6% de umidade; à temperatura de -10°C, 86,7% dessa água estará congelada; a -20°C, 90,6%; a -30°C, 92%; e a -40°C, 92,2%.

Os congeladores criogênicos propiciam as mais baixas temperaturas ao produto, podendo atingir -45°C em 1 minuto; o congelamento consome de 1 a 1,5 kg de nitrogênio por quilo de produto. Apesar dos custos do nitrogênio líquido, tal procedimento acaba sendo econômico para estocagem longa de produtos de menor volume devido ao ganho em qualidade. Embora o nitrogênio líquido permita o congelamento do alimento a -196°C, essa temperatura não é praticada devido aos danos que provoca no alimento.

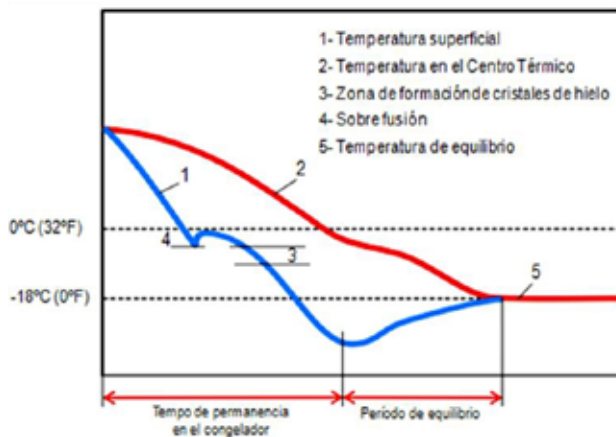
FIGURA 1 | CONGELADOR DE PLACAS



ADAPTADO DE FERREIRA E FOSTOLSKI, 1995.

a) Placas estendidas; b) placas comprimidas. 1. Placas de congelamento; 2. Suspensão pantográfica; 3. contêiner inferior; 4. Embolo do mecanismo hidráulico; 5. Cilindro do mecanismo hidráulico; 6. Produto a ser congelado; 7. Contêiner de separação.

FIGURA 2 | CURVA DE CONGELAMENTO*



* 1. Temperatura superficial; 2. Temperatura no Centro Térmico; 3. Zona de formação de cristais de gelo; 4. Sobre fusão; 5. Temperatura de equilíbrio.

A velocidade de congelamento varia com o tipo de congelamento adotado, com o coeficiente de transferência térmica superficial e com a embalagem. Assim, em câmara de circulação de ar forçado, a velocidade é de 1 mm/h, em congelador de túnel, 3 a 15 mm/h, em congelador de placas, 12 a 25 mm/h, em ar forçado contínuo, 15 a 30 mm/h e em congelamento por gases liquefeitos, 30 a 100 mm/h (Figura 2). A embalagem em recipientes de polietileno de 0,015 mm de espessura permite o congelamento a -25°C em 3h30min; as de cartão parafinado de 1 mm de espessura chegam a -20°C em 5h30min.

Ao comparar os períodos necessários para congelamento de várias espécies em diferentes embalagens, verificou-se que os mais demorados ocorreram em blocos de 100 mm de *cod* e arenques, que levaram 3h20min para atingir -35°C ; o menor tempo, 5 minutos, ocorreu no camarão para atingir -80°C em nitrogênio líquido. O ar forçado congela 8 t de peixes em 4 h; os peixes têm de estar acomodados em bandejas especiais, de alumínio ou aço inox, cujos lados são abertos e os intervalos entre prateleiras são suficientes para passagem do ar frio. A escolha do condensador é feita conforme as condições climáticas da região e o suprimento e custo da água. A faixa crítica

ca para a obtenção de peixe congelado de boa qualidade situa-se entre -1°C e -5°C ; a qual deve ser atravessada em um espaço de tempo de 30 a 60 minutos. A mudança do estado da água é primordial para a manutenção da qualidade; se a demora for maior do que 4 h na faixa crítica, o consumidor já pode detectar diferenças na textura após o descongelamento.

O congelamento rápido, ou seja, o conduzido a temperaturas muito baixas, propicia o aparecimento de numerosos microcristais de gelo no interior das fibras musculares que se distribuem uniformemente no citoplasma; no descongelamento haverá pequena perda por exsudação, ou *drip* ou gotejamento, e a estrutura e sabor serão superiores

ACONDICIONAMENTO

A embalagem deve permitir um congelamento rápido e um descongelamento adequado, proteção contra danos mecânicos, impermeabilidade ao oxigênio e ao vapor de água e um desempenho compatível com as baixas temperaturas. O pescado congelado em blocos pode ser acondicionado em recipiente plástico e colocado em caixas de cartão, impressas e revestidas de parafina, embora existam no mercado vários produtos embalados em sacos plásticos com impressão externa.

As embalagens mais utilizadas no congelamento do pescado são as caixas de papelão, confeccionadas no formato dos blocos congelados pelo congelador de placas. É possível montar o produto em fôrmas, que recebem uma camada de água para permitir a formação do glaze ou “capa de gelo” no congelador. As empresas brasileiras que trabalham com produtos congelados de pescado marinho colocam no mercado o produto congelado a -35°C , submetido ao congelador de placas ou túnel de ar frio, muitas das vezes em Individually Quick Frozen (IQF).

Esses produtos, geralmente, são comercializados em caixas de papelão parafinado ou recipientes plásticos. Os produtos congelados que predominam no mercado são os camarões e peixes como a merluza e a pescada, além das lagostas. Os camarões e lagosta de melhor qualidade são destinados à exportação. As embalagens de filmes de polietileno (permeáveis à água e de menor custo) e de poliestireno (mais caro, no entanto, mais resistente a baixas temperaturas) têm a vantagem de mostrar o produto e armazenar menores volumes para o varejo, inclusive os produtos que foram congelados como IQF, embalagens congeladas individualmente.

O rótulo é obrigatório para os produtos congelados e deve trazer o nome do produto, o peso, endereço do fabricante, empacotador ou distribuidor e os ingredientes, listados em ordem decrescente de peso, além da rotulagem nutricional. Nos Estados Unidos, a United States Food and Drug Administration regulamenta a rotulagem, inclusive para os produtos importados. A rotulagem nutricional obrigatória deve trazer a porção servida, o número de porções por produto, as calorias, teores de proteínas e gorduras, estas discriminadas como ácidos graxos insaturados e saturados e colesterol, teores de sódio e potássio e porcentagem consumida na porção, em relação à dose diária recomendada para o nutriente.

VIDA ÚTIL

O congelamento é o método mais satisfatório disponível para conservação por longo período; se conduzido adequadamente, retém o *flavour*, a cor e o valor nutritivo do alimento. No caso de pescado, os problemas estão na deterioração oxidativa, desidratação, enrijecimento e *drip* ou perda de água excessiva no descongelamento. Há várias formas de impedir os problemas mencionados, como o uso de embalagens que eliminem o oxigênio ou promovam uma barreira contra o oxigênio; e de evitar contaminação com catalisadores oxidativos, como os metais. Pode-se adicionar antioxidantes, complementar com irradiação como coadjuvante e usar temperaturas muito baixas, menores do que -25 °C, na estocagem congelada.

A desidratação, particularmente, pode ser controlada pela embalagem ou glazeamento e o exsudado do descongelamento pode ser evitado pela aplicação de polifosfatos, antes do embalamento. A estocagem a -18 °C mantém a qualidade do produto por 6 a 8 meses, se o pescado for gordo ou pré-cozido, e por 10 a 12 meses, para peixes magros e *in natura*. O armazenamento congelado entre -15 °C e -18 °C está, na maioria dos alimentos, acima do ponto eutético (ponto de congelamento), enquanto que a -40 °C está abaixo da temperatura eutética e de transição vítrea dos alimentos. A essas temperaturas baixas, os microrganismos deixam de ter importância, porém alterações físicas e químicas podem modificar a cor, o aroma e a textura dos alimentos. O maior problema está ligado às oscilações de temperatura que levam à recristalização, mudando o tipo e tamanho dos cristais e, conseqüentemente, prejudicando a qualidade da carne.

Segundo o Instituto Internacional do Frio sediado em Madri, para o pescado é difícil estabelecer um padrão para tempo de congelamento, porém, como regra geral, os peixes magros e de músculo branco mantêm-se mais tempo com a qualidade máxima na câmara: por 2 anos a -30 °C. De acordo com pesquisas da Torrey Research


Station, à temperatura da câmara de -29 °C, os peixes de músculo branco e eviscerados se mantêm por 8 meses com qualidade excelente; os mesmos peixes defumados podem ser estocados por 7 meses; os arenques (*Clupea arenngus*) inteiros são mantidos por 6 meses e os defumados, por 4 meses. A inspeção de produtos pesqueiros congelados começa pela embalagem, seguida do exame interno do produto quanto à temperatura, ao estado da superfície do produto, à comprovação da cor, à consistência e ao aroma para a espécie, ao exame do produto após o descongelamento, à perda de suco por cocção, aos exames bacteriológicos e físico-químicos.

NUTRIENTES

No geral, o valor nutritivo dos alimentos submetidos ao congelamento fica integralmente conservado. Inclusive, em termos comparativos com os outros métodos de conservação, o congelamento mantém a integridade dos nutrientes. Os nutrientes mais sensíveis ao armazenamento congelado, presentes no pescado, são a tiamina e o ácido fólico. Geralmente, os problemas que podem surgir com relação à manutenção da qualidade nutricional dos peixes submetidos ao congelamento estão na estocagem e no descongelamento; é possível ocorrerem perdas de piridoxina, niacina e ácido pantotênico em estocagem a -18 °C. Atualmente o descongelamento moderno feito com micro-ondas permite melhor retenção dos nutrientes, pois o descongelamento tradicional leva a perdas de vitaminas hidrossolúveis presentes no exsudado. O *drip* durante o descongelamento, por sua vez, será maior se houver oscilações na temperatura de estocagem, as enzimas agem na fração proteica e as proteínas solúveis são arrastadas.

Outro aspecto ligado aos nutrientes é a provável oxidação dos lipídeos que, no entanto, pode ser controlada com o glazeamento e a embalagem. A estocagem congelada por muito tempo pode prejudicar, em parte, a qualidade nutricional do pescado, se houver oxidação dos ácidos

graxos, pois um dos pontos relevantes do valor nutricional do pescado está na presença dos ácidos graxos ω -3, devido aos benefícios destes no controle de problemas das coronárias. Podem ocorrer interações bioquímicas, na estocagem congelada prolongada, entre as proteínas e os ácidos graxos do músculo de peixes.

O congelamento pode resultar em lise das mitocôndrias e lisossomos com conseqüente alteração na distribuição das enzimas, com gradual declínio das atividades destas; há perda das propriedades funcionais das proteínas. As proteínas reagem com produtos da oxidação dos lipídeos e os aminoácidos com formaldeídos. As alterações nas proteínas, porém, só são pronunciadas no caso de *minced* ou carne cominuída e isolados proteicos. O glazeamento e a embalagem a vácuo amenizam ou mesmo controlam esse problema. 

* **Marília Oetterer** é professora titular do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, USP/ESALQ (mariliaoetterer@usp.br); **Luciana Kimie Savay-da-Silva** é técnica do Laboratório de Pescado do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, USP/ESALQ (kimie@usp.br); **Juliana Antunes Galvão** é especialista do Departamento de Agroindústria Alimentos e Nutrição, USP/ESALQ (jugalvao@usp.br)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (Riispoa). Pescados e derivados, C.7, seção I. Brasília, 1952. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=14013>. Acesso em: 1º mar. 2012.
- CORDEIRO, D. Qualidade do mexilhão perna-perna submetido ao processo combinado de cocção, congelamento e armazenamento. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005, 68p.
- OETTERER, M. Industrialização do pescado cultivado. Guaíba: Ed. Agropecuária, 2002, 200p.
- PEREIRA, D. S.; JULIÃO, L.; SUCASAS, L. F. A. et al. Boas práticas para manipuladores de pescado: o pescado e o uso do frio. Piracicaba: ESALQ – Divisão de Biblioteca e Documentação, 2009. 36p. (Série Produtor Rural), n. 46.

Componentes funcionais de peixes previnem doenças e promovem saúde

Lia Ferraz de Arruda, Ligiane Din Shirahigue e Marília Oetterer*



PIXIS EDITORIAL

Opção saudável em fast food: filé de tilápia, legumes, purê de batata e brócolis; São Paulo, SP, jan. 2013

Com o surgimento de diversos distúrbios da saúde humana, como obesidade, hipertensão e problemas cardíacos, observou-se crescente interesse nos alimentos cujos componentes são funcionais, ou seja, aqueles que, além de nutrir, auxiliam na promoção de saúde e prevenção de doenças. Os alimentos que apresentam tais características são denominados “alimentos funcionais” ou nutracêuticos. Tais componentes ou substâncias funcionais podem estar presentes nos alimentos naturalmente, ou serem adicionados em produtos alimentícios industrializados. Um grande número de estudos tem sugerido múltiplos benefícios da ingestão dos ácidos graxos, do tipo ômega-3, na redução dos

fatores de risco de doenças cardiovasculares. Maior longevidade e qualidade de vida foram observadas em japoneses e esquimós que consomem, rotineiramente, pescado em suas dietas.

Doenças como a aterosclerose podem ser minimizadas com a ingestão de pescado, uma vez que o consumo de ômega-3 resulta em diminuição nos níveis de triacilglicerol e colesterol do sangue. Em 1990, ácidos graxos poli-insaturados (Pufas) foram considerados nutrientes essenciais à nutrição humana. Anteriormente, o óleo de pescado, particularmente o óleo de fígado de bacalhau, era recomendado como fonte das vitaminas A e D. Quanto ao colesterol, os teores presentes no pescado, em geral,

são normalmente baixos e menores que os encontrados na fração lipídica das outras carnes.

Nos últimos anos, a maior parte das pesquisas com ácidos graxos ômega-3 objetivou determinar seus efeitos imunológicos e anti-inflamatórios, principalmente nos casos de asma, artrite reumática e autoimunidade. Uma dieta balanceada pode influenciar no modo em que as células de nossos corpos reagem e podem afetar diretamente o desenvolvimento do cérebro e da retina, tecidos cutâneos, o desenvolvimento neurológico fetal, a resposta anti-inflamatória e autoimune, doenças cardíacas, diabetes, níveis hormonais, síndrome pré-menstrual, hipertensão e trombose.

FIGURA 1 | OLÉO DE TILÁPIA OBTIDO POR CENTRIFUGAÇÃO APÓS FRACIONAMENTO DA SILAGEM DE PESCADO; PIRACICABA, SP, 2011



LIGIANNE DIN SHIRAHIGUE

FIGURA 2 | FRACIONAMENTO DA SILAGEM DE TILÁPIA; ; PIRACICABA, SP, 2011



LIGIANNE DIN SHIRAHIGUE

Um comitê da Organização Mundial da Saúde (OMS), composto por especialistas científicos e pediatras, tem recomendado a adição de ômega-3 em todas as fórmulas infantis em níveis estabelecidos no leite humano. Esses lipídios são fundamentais para o desenvolvimento neurológico e visual pré e pós-natal. Atualmente, são encontrados no mercado grande variedade de produtos enriquecidos com ácidos graxos que contêm na sua estrutura a ligação ômega-3, como o leite, por exemplo. Porém, o pescado é considerado uma fonte natural de ômega-3, sendo exemplos de espécies ricas nesse componente o atum, o salmão, a anchova, o arenque, a truta e a sardinha. As principais fontes de ômega-6 são as sementes de oleaginosas e os óleos de milho, canola, girassol e soja.

A fração lipídica do pescado difere dos demais óleos naturalmente presentes nos alimentos e é a maior fonte de ácidos graxos poli-insaturados ômega-3. A família ômega-3 compreende o ácido graxo eicosapentaenoico (EPA) e o ácido graxo docosahexaenoico (DHA). Pesquisas têm mostrado que peixes de água doce, geralmente, contêm menores proporções de ômega-3 em relação aos peixes marinhos provenientes de regiões frias e águas profundas. O pescado é um excelente alimento em vários aspectos, particularmente pela sua proteína de alto valor biológico em função da presença de todos os aminoácidos essenciais, além das vitaminas e minerais.

Entretanto, o uso do óleo de peixe para obtenção de suplementos alimentares ocasiona forte pressão sobre algumas espécies gordas de pescado, provocando sobrepesca e até mesmo a depleção de alguns desses estoques (Figuras 1 e 2). A Food and Agriculture Organization (FAO) e a World Health Organization (WHO), tomando por base uma dieta de 3.000 calorias/dia, recomendam a ingestão diária de 3% de ácidos graxos essenciais, principalmente ômega-3 e ômega-6, porém, o mais importante é que o consumo

de ômega-3 e ômega-6 seja balanceado com relação ômega-3/ômega-6 em torno de 0,2. Deve-se consumir, portanto, de 1 g a 2 g de ômega-3 por dia e 5 g a 10 g de ômega-6 para que ocorra o aproveitamento total destes ácidos graxos.

Esses valores podem ser encontrados nas espécies mais ricas nesses componentes, como a sardinha, pescado abundante no Brasil, de fácil aquisição e que não onera a dieta, sendo também encontrada, desde a década de 1950, na forma enlatada. O atum enlatado servido na forma de salada é hoje fortemente indicado pelos nutricionistas, tanto em dietas para pessoas de grupos de risco como em regimes para perda de peso. Esses produtos, além da fração lipídica, oferecem teores proteicos mais elevados do que qualquer outro alimento de origem animal comumente consumido na dieta brasileira. Como inovação tecnológica, o atum tem sido disponibilizado em forma de patês para serviços de aperitivo e é bem-aceito na gastronomia. 🍷

* **Lia Ferraz de Arruda** é pós-doc da USP ESALQ (liaferraz2000@yahoo.com.br); **Ligiane Din Shirahigue** é pós-graduanda do Cena USP (ligianneds@yahoo.com.br); **Marília Oetterer** é professora titular do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, USP/ESALQ (mariliaoetterer@usp.br).

Conservação

Tecnologias emergentes prolongam características do pescado *in natura*

Marília Oetterer, Luciana Kimie Savay-da-Silva e Juliana Antunes Galvão*

PIXIS EDITORIAL



Produtos expostos em supermercado: São Paulo, SP, 2012

Apesar de as formas tradicionais de processamento para o pescado continuarem sendo bem-aceitas – como a salga-secagem e o enlatamento –, o setor necessita de novas tecnologias que permitam a manutenção das características sensoriais do produto no estado

fresco e que, ainda, apresentem maior rendimento, viabilizem novas formas de processamento e inovações. O objetivo dessas tecnologias seria prolongar a vida útil do pescado por tempo não tão longo quanto o dos processamentos tradicionais, porém suficiente para permitir sua comercialização. Nesse contexto, tecnologias emergentes têm surgido, objetivando a aspiração do consumidor pela praticidade e semelhança com o pescado em seu estado *in natura*.

Por exemplo, quando minimamente processado em embalagem com atmosfera modificada, ou a vácuo (Figura 1), o pescado é disponibilizado ao consumidor na forma de alimento seguro e de conveniência. Essas embalagens são combinadas com a refrigeração e conservadas via acidificação ou irradiação, trazendo no rótulo as informações ne-

cessárias para a efetiva rastreabilidade do produto. O procedimento consiste em traçar as diretrizes para o monitoramento da água, manejo pré e pós-captura, tratamento do pescado com ácido orgânico, embalagem em atmosfera modificada (ATM) e estabelecimento da vida útil do produto, por intermédio do monitoramento dos componentes físico-químicos e avaliação microbiológica e sensorial. A higienização deve ser feita em operação concomitante ao resfriamento, com uso de água clorada, da ordem de 100 µg de cloro livre. Os espécimes são acondicionados em caixas isotérmicas com gelo em escamas preparado com água filtrada e submetidos à lavagem em água tratada com 5 mg/L de hipoclorito.

FILETAGEM E ACIDIFICAÇÃO

Os peixes são submetidos às operações básicas de descabeçamento, evisceração, lavagem, retirada da pele e filetagem. Essas operações são conduzidas por operadores higienizados, em mesas processadoras com utensílios de plástico rígido para apoio, e de aço inoxidável para corte, seguindo recomendações estabelecidas na legislação brasileira (Figura 2). Vários tipos de corte vêm sendo sugeridos como alternativa ao filé, uma vez que há grande demanda por parte dos profissionais envolvidos em gastronomia.

Para a operação de acidificação, os filés são submetidos ao tratamento químico, por imersão em ácido acético a

FIGURA 1 | FILÉS DE TILÁPIA MINIMAMENTE PROCESSADOS EM EMBALAGEM COM ATMOSFERA MODIFICADA; PIRACICABA, SP, 2009

LUCIANA KIMIE SAVAY-DA-SILVA



FIGURA 2 | PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FILÉS DE TILÁPIA NO LABORATÓRIO DO GRUPO DE ESTUDO E EXTENSÃO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E QUALIDADE DO PESCADO (GETEP); USP/ESALQ; PIRACICABA, SP, 2008

LUCIANA RIMESAWY-DA-SILVA



1%, na proporção 1,2 : 1, ou seja, 1,2 kg de pescado para 1 L de solução, em recipientes contendo gelo fabricado com água filtrada, por pelo menos 2 minutos (Figura 3). Em seguida, os peixes são submetidos à drenagem. Os ácidos orgânicos são registrados como acidulantes na legislação brasileira e atuam como coadjuvantes na conservação do pescado.

O ácido acético não dissociado, devido a sua viscosidade, penetra na membrana das células, dissocia-se no citoplasma e altera o pH intracelular. A presença do ácido acético na fase logarítmica de crescimento inibe o crescimento microbiano.

O processamento mínimo gera resíduo sólido, sendo o rendimento da ordem de 35%. É necessário, portanto, que haja um planejamento para operar em um sistema de empresa limpa, utilizar o resíduo e elaborar coprodutos que aumentam a receita e não poluem. Neste contexto, a silagem obtida em várias formas – química, enzimática ou microbiológica – é bem-vinda como ingrediente para ração e/ou adubo e outros produtos.

ACONDICIONAMENTO

Os filés minimamente processados podem ser armazenados em embalagens sob atmosfera modificada (60% CO₂/40% O₂) na proporção 2 : 1 (gás/peixe) e embalagens a vácuo (etileno-álcool-vinílico – Evoh). Ou, ainda, podem ser utilizadas embalagens submetidas a vácuo, nas quais o filés foram previamente imersos em solução de ácido acético. Com essa combinação de duas barreiras de proteção o produto tende a ter uma maior vida de prateleira. Em embalagem a vácuo ou tipo *skin*, o produto é acondicionado em uma embalagem com baixa permeabilidade ao oxigênio, o ar é evacuado e a embalagem, lacrada. São necessários polímeros com filmes de alta barreira e equipamentos de embalagens termo soldadas. Os fenômenos *post mortem* podem continuar ocorrendo, pois são tipicamente anaeróbicos.

Já a embalagem com ATM é uma extensão do processo de embalamento a vácuo. Consiste no embalamento sob a atmosfera de vários gases combinados

– geralmente CO₂, N₂ e O₂, sendo o CO₂ o mais comumente usado. O gás age inibindo a atividade microbiana de duas formas: dissolve-se na água do alimento para formar ácido carbônico, com consequente diminuição do pH do produto. Além disso, exerce efeito negativo nas atividades enzimáticas e bioquímicas da célula do pescado e do microrganismo.

A aplicação do gás deve ser controlada para evitar alterações fisiológicas no tecido e deterioração secundária por microrganismos anaeróbicos. Pode ocorrer colapso da embalagem provocada pelo fenômeno do *dripping* – o gás se dissolve na carne, reduz o pH e a capacidade da proteína de reter água com alteração na textura da carne. O desempenho depende do controle da temperatura de refrigeração, visando evitar o crescimento de anaeróbicos facultativos.

O pescado refrigerado é definido pelo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Riispoa), no artigo 438, parágrafo 2º, como o pescado devidamente acondicionado em gelo e mantido em câmara frigorífica à temperatura entre 0,5 e -2°C. Este é o pescado “fresco” exposto à venda. A refrigeração objetiva retardar o crescimento microbiano, as atividades *post mortem* dos tecidos animais, controlar reações químicas degenerativas, inclusive escurecimento enzimático, oxidação de lipídeos e alterações químicas de degradação da cor, além do controle da autólise do pescado.

FIGURA 3 | FILÉS DE TILÁPIA IMERSOS EM SOLUÇÃO DE ÁCIDO ACÉTICO; LABORATÓRIO DO GETEP; USP/ESALQ; PIRACICABA, SP, 2009



LUCIANA RIMESAWY-DA-SILVA

A refrigeração é efetiva no pescado se este estiver refrigerado dentro de 1 hora após a captura, pois a microbiota do produto de zonas tropicais é predominantemente mesofílica; o gelo, no entanto, está susceptível à contaminação por microrganismos psicrotróficos. Todas as operações realizadas durante o processamento devem ser mantidas preferencialmente sob refrigeração, bem como o armazenamento do produto nas câmaras frigoríficas até a compra. A refrigeração doméstica deve manter o pescado até o momento da cocção, ou assamento para consumo.

TILÁPIA IRRADIADA

É um processo combinado de barreiras empregando a irradiação e a refrigeração. A irradiação ou pasteurização a frio permite a distribuição do produto refrigerado e no “estado de fresco”, sem sofrer processos tecnológicos radicais. A irradiação, segundo o Comitê Internacional de Irradiação, constitui-se em um dos maiores benefícios à saúde pública, equiparado à pasteurização do leite. A irradiação pode auxiliar no controle de riscos de contaminação microbológica e deve ser vista como as demais formas de eliminar patógenos, sem preconceitos.

A irradiação de alimentos foi aprovada no Brasil em 1973, pelo decreto 7218 do Ministério da Saúde. Posteriormente a Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen) na resolução 05, de 1980, aprovou

as normas de irradiação, regulamentadas pela portaria n. 9 da Divisão Nacional de Vigilância Sanitária e Alimentos (Dinal) em 8 de março de 1985.


O Food and Drug Administration (FDA) liberou a irradiação para vários alimentos, devido ao grande benefício desta técnica na erradicação de patógenos e na segurança que representa. No mercado americano é possível adquirir carne irradiada para consumo no mercado varejista. A operacionalidade dessa tecnologia tipo multiuso exigirá uma conscientização junto aos consumidores, que devem ser informados das reais vantagens do produto, considerando aspectos de segurança.

Os filés são acomodados nas embalagens, constituídas de bandejas de poliestireno envoltas em filme de Evox esticável e seguem para a irradiação (Figura 4). O irradiador de Cobalto 60 semicomercial, modelo Gammabeam 650 da Nordion, instalado no Cena-USP-Piracicaba, SP, é um exemplo de irradiador utilizado para a irradiação de filés de peixes. Podem ser utilizadas doses de 1 a 2,2 kGy (preconizadas pela legislação para desinfestação de deteriorantes) e 5 kGy (considerada eficiente para descontaminação de microrganismos patogênicos não formadores de esporos) com uma taxa de dose de 0,627 kGy/h, sob gelo seco.

As doses de 5 kGy permitiram vida útil de 30 dias em relação à segurança microbológica, pois os índices microbiológicos encontravam-se abaixo dos permitidos pela legislação. À exceção, os aspectos sensoriais que podem ser comprometidos a partir de 20 dias, provavelmente devido a limitações das embalagens, caso não sejam adequadas, pois podem ser consideradas como um elemento desencadeador das reações oxidativas.

Para o monitoramento de produtos irradiados é sugerida a realização da análise de teor de substâncias que reagem ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) em função da possibilidade de ocorrer oxidação lipídica, prejudicial quanto aos aspectos

sensoriais, com formação de aldeídos e compostos voláteis que podem conferir odor desagradável, rancidez incipiente e alteração na cor.

Em pesquisa realizada na USP/ESALQ com filés irradiados a 5 kGy, foram detectados 1,36 mg de malonaldeído/kg de amostra, quando a não irradiada apresentou 0,3 mg, porém, o produto é considerado em bom estado se apresentar até 3 mg. Não há limite máximo na legislação brasileira. 

* **Marília Oetterer** é doutora, professora titular do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, USP/ESALQ (mariliaoetterer@usp.br); MSc. **Luciana Kimie Savay-da-Silva** é técnica do Laboratório de Pescado do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, USP/ESALQ (kimie@usp.br); **Juliana Antunes Galvão** é doutora, especialista do Departamento de Agroindústria Alimentos e Nutrição, USP/ESALQ (jugalvao@usp.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COZZO-SIQUEIRA, A.; OETTERER, M.; GALLO, C. R. Effects of irradiation and refrigeration on the nutrients and shelf life of tilápia. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 2003, v. 12, n. 1, 85-102 pp.
- OETTERER, M. Industrialização do pescado cultivado. Guaíba: Editora Agropecuária, 2002, 200 p.
- SAVAY-DA-SILVA, L.K. Desenvolvimento do produto de conveniência: tilápia (*Oreochromis niloticus*) refrigerada minimamente processada embalada a vácuo – padronização para a rastreabilidade. 2009. 324 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009. Disponível em: <www.teses.usp.br>. Acesso em: 10 fev. 2012.
- SAVAY-DA-SILVA, L. K.; RIGGO, R.; MARTINS, P. E. et al. Otimização e padronização do uso da metodologia para determinação de bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT) em camarões *Xyphopenaeus kroyeri*. *Brazilian Journal of Food and Technology*. Campinas, VII BMCFB. Preprint Series, n. 20, p. 138-144 p., dez 2008. Disponível em: <http://bj.ital.sp.gov.br/artigos/especiais/especial_2009_2/v12ne_t0288.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2012.
- SOCCOL, M. C. H.; OETTERER, M. Use of modified atmosphere in seafood preservation. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 2003, v. 46, n. 4, 569-580 p.

FIGURA 4 | FILÉS DE TILÁPIA EMBALADOS; PIRACICABA, SP, GETEP; PIRACICABA, SP, 2008



LUCIANA KIMIE SAVAY-DA-SILVA

Estatísticas

Consumo de pescado no Brasil fica abaixo da média internacional

Daniel Yokoyama Sonoda e Ricardo Shirota*



PIXIS EDITORIAL

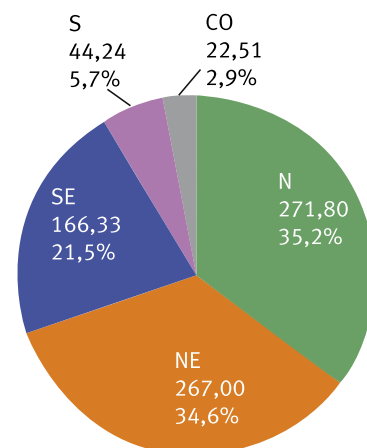
Balcão de sushis em restaurante self service; São Paulo, SP, jan. de 2013

A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda que o consumo de pescado seja de 12 kg por pessoa ao ano. A média mundial, em 2009, ficou acima dessa quantidade, atingindo 16,7 kg por habitante ao ano, com grande variação entre os países analisados. Enquanto no Japão e em Portugal o consumo *per capita* é de mais de 50 kg/ano, no Paquistão e na Bolívia, por exemplo, o consumo fica abaixo de 2 kg/habitante/ano. No Brasil, o consumo de pescado verificado, ainda em 2009, foi de 8,9 kg/habitante/ano. Entretanto, existem evidências de que o consumo domiciliar real seja bem menor, de 4 kg/habitante/ano. Como no resto do mundo, o consumo de pescado varia

grandemente entre as diversas regiões e estados de nosso país.

O pescado é a fonte de proteína animal mais importante para a alimentação humana, com uma produção mundial de 145 milhões de t, em 2009. Em seguida, aparecem as carnes de suínos, aves e bovinos, com 100, 72 e 57 milhões de t/ano, respectivamente. Em razão de outros usos, o consumo como alimento dessas carnes tem sido menor do que a produção total registrada, particularmente o do pescado. Das 145 milhões de t produzidas, apenas 117 milhões foram consumidas como alimento em 2009. No Brasil, o pescado ocupa a quarta posição dentre as proteínas consumidas de origem animal,

FIGURA 1| CONSUMO DOMICILIAR DE PESCADO (EM MIL T) E SUA DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL POR REGIÃO; BRASIL, 2008/ 2009



FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES A PARTIR DE DADOS DA PNH, 2008/2009

TABELA 1 | QUANTITATIVO E RECURSOS APORTADOS EM PROJETOS DE PESQUISA POR MEIO DE EDITAIS CONJUNTOS DO MPA E MCTI; 2003 A 2010

UNIDADE DA FEDERAÇÃO	CONSUMO	PER CAPITA	POR CONSUMIDOR
Rondônia	5,36	3,71	28,96
Acre	7,44	12,52	36,42
Amazonas	102,93	34,32	57,06
Roraima	3,66	10,37	35,68
Pará	139,60	21,41	39,68
Amapá	9,67	18,37	39,09
Tocantins	3,13	2,57	19,58
Maranhão	68,16	11,67	27,19
Piauí	15,23	5,23	18,85
Ceará	46,88	6,08	20,08
Rio Grande do Norte	18,15	6,32	26,01
Paraíba	12,65	3,61	19,19
Pernambuco	28,87	3,55	17,05
Alagoas	12,32	4,24	20,33
Sergipe	12,17	6,54	23,61
Bahia	52,58	3,93	22,84
Minas Gerais	27,81	1,51	18,42
Espírito Santo	8,12	2,52	28,49
Rio de Janeiro	54,96	3,71	26,08
São Paulo	75,45	1,96	18,03
Paraná	14,71	1,49	15,88
Santa Catarina	12,10	2,17	23,47
Rio Grande do Sul	17,43	1,67	23,29
Mato Grosso do Sul	3,98	1,85	22,75
Mato Grosso	4,62	1,76	30,24
Goiás	7,28	1,38	22,96
Distrito Federal	6,62	3,05	27,20
TOTAL	771,88	4,39	26,16

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados da POF 2008/2009.

TABELA 2 | CONSUMO DOMICILIAR PER CAPITA (KH/HAB./ANO) DE PESCADO; CONSUMO DOMICILIAR DE PESCADO (MIL T), POR FAIXA DE RENDA (R\$/DOMICILIO/MÊS) E POR REGIÃO DO PAÍS; BRASIL, 2008/2009

	< 830a	830a	1.245a	2.490a	4.150a	6.225a	> 10.375	TOTAL
per cap.	3,75	4,71	4,51	4,41	3,82	4,26	7,76	4,39
por cons.	27,28	28,52	26,05	23,44	21,99	24,32	29,96	26,16
N	73,21	59,63	88,36	31,69	9,16	5,65	4,09	271,80
NE	87,50	56,74	70,24	26,30	10,89	7,17	8,17	267,00
SE	9,67	16,25	36,71	36,98	19,21	18,10	29,41	166,33
S	1,88	3,13	13,71	8,31	6,20	4,06	6,95	44,24
CO	2,12	2,19	6,23	2,99	1,69	4,29	2,99	22,51
TOTAL	174,38	137,94	215,25	106,26	47,16	39,27	51,62	771,88

Fonte: Desenvolvimento pelos autores a partir de dados da POF 2008/2009.

com cerca de 1,2 milhões de t, ainda em 2009. Aqui as aves ocupam o primeiro lugar no ranking, seguidas pelas carnes bovina e suína. Estima-se que as produções dessas carnes tenham sido de 11,0, 9,2 e 3,1 milhões de t, respectivamente (Figura 1).

Devido às exportações, o consumo doméstico no Brasil é menor do que as produções de aves, bovinos e suínos. Em 2009, o mercado interno absorveu 8,0, 7,4 e 2,4 milhões de t dessas carnes, respectivamente (Figura 2). No caso do pescado, o fenômeno é inverso e o Brasil é um importador líquido. Nesse ano, o consumo foi de 1,7 milhões de t, indicando importação de cerca de 500 mil t.

CONSUMO DE PESCADO

Uma parcela significativa dos brasileiros não tem o hábito de consumir pescado; o consumo *per capita* real é de 4,6 kg/hab/ano. Em 2008-2009, esse número caiu para 4,4 kg/hab. Considerando apenas as famílias que consomem pescado, a média passa para 27,2 kg/hab./ano, pois há um baixo percentual de pessoas que consomem pescado; porém o fazem em quantidades significativas. As regiões Norte e Nordeste concentram quase 70% do consumo domiciliar de pescado; já a região Centro-Oeste representa 3%

O Pará é o estado com maior consumo domiciliar; o menor é o Tocantins. O maior consumo *per capita* encontra-se no Amazonas, enquanto o menor ocorre em Goiás (Tabela 1). A renda do brasileiro parece afetar pouco o consumo *per capita* e por consumidor (Tabela 2). Porém, 68% da demanda provém dos domicílios com renda menor do que R\$ 2.490,00/mês. O pescado inteiro é a forma mais comum de venda, com 68% do total. O filé é a segunda, com cerca de 10% (Tabela 3), apesar do aumento da preferência por alimentos processados no país. ³³

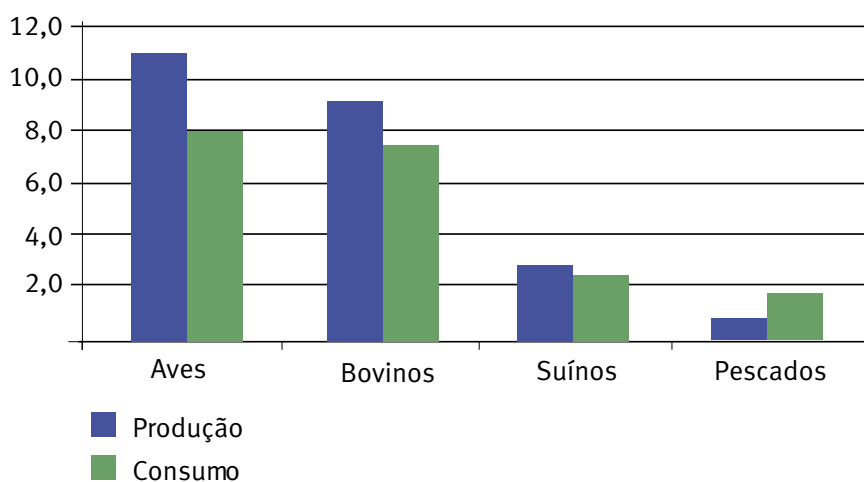
* **Daniel Yokoyama Sonoda** é pesquisador do Pecege/ESALQ/USP (dysonoda@pecege.esalq.usp.br); **Ricardo Shirota** é professor Doutor LES/ESALQ/USP (rshirota@usp.br).

TABELA 3 | CONSUMO DOMICILIAR DE PESCADO (MIL T) POR FAIXA DE RENDA (R\$/DOMICILIO/MÊS), POR FORMA DE AQUISIÇÃO; BRASIL, 2008/2009.

FORMA DE AQUISIÇÃO	< 830	830a 1.245	1.245a 2.490	2.490a 4.150	4.150a 6.225	6.225a 10.375	> 10.375	TOTAL
Inteiro	137,55	104,30	154,01	61,34	24,79	17,56	21,40	520,96
Filé	6,07	5,67	15,34	15,72	8,10	10,13	15,00	76,04
Em conserva	15,38	11,16	17,52	10,36	3,50	2,53	1,99	62,45
Seco/salg./def.	5,70	4,70	11,78	7,26	4,55	3,33	3,59	40,91
Não discriminado	4,05	7,00	7,74	7,21	4,43	3,53	4,13	38,09
Postas	4,87	4,16	8,41	4,32	1,55	2,14	4,32	29,80
Pronto/processado	0,76	0,91	0,44	0,04	0,24	0,04	1,19	3,62
TOTAL	174,38	137,94	215,25	106,26	47,16	39,27	51,62	771,88

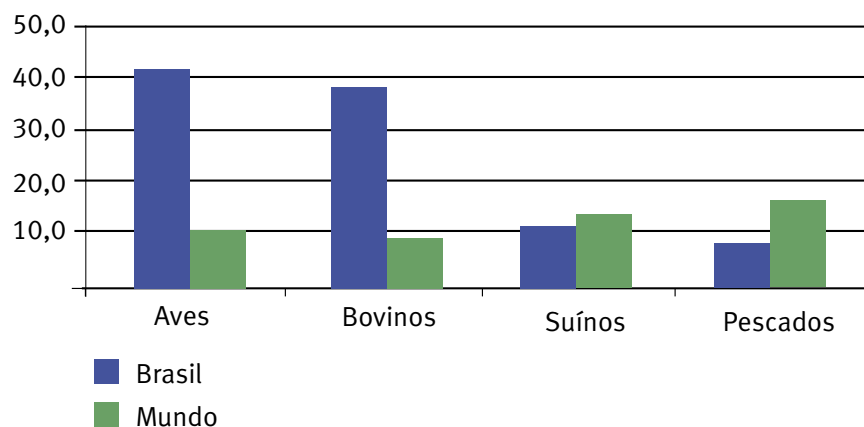
Fonte: Desenvolvido pelos autores a partir de dados da POF 2008/2009.

FIGURA 2 | PRODUÇÃO E CONSUMO DOMÉSTICO (APARENTE) DE CARNES DE AVES, BOVINOS, SUÍNOS E PESCADO, EM MILHÕES DE TONELADAS; BRASIL, 2009



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados da FAO.

FIGURA 3 | CONSUMO PER CAPITA DE CARNES DE PROTEÍNA ANIMAL (AVES, BOVINO, PESCADO E SUÍNA), EM KG/HAB./ANO; BRASIL E MUNDO; 2009



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados da FAO.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 - Despesas, Rendimentos e Condições de Vida. Rio de Janeiro. 2010. 222p.
- SIDONIO, L.; CAVALCANTI, I.; CAPANEMA, L.; MORCH, R.; MAGALHÃES, G.; LIMA, J.; BURNS, V.; ALVES JR., A.J.A.; MUNGIOLI, R. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. BNDES Setorial, 35, pp. 421-463, 2012.
- SONODA, D.Y. Demanda por pescados no Brasil entre 2002 e 2003. 118 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

Pesquisa

A complexa avaliação do consumo de pescado

Erika da Silva Maciel, Juliana Antunes Galvão e Marília Oetterer*



LUCIANA KIMIE-SMAY-DAS-SILVA

Beijupirás provenientes de maricultura; Recife, PE, 2012

Segundo dados de 2009 da FAO, o consumo *per capita* de pescado em nível mundial tem aumentado continuamente, nas últimas décadas, passando de 10 kg em 1965, para 11,8 kg em 1975; 12,6 kg em 1985; 14,9 kg em 1995; 16,4 kg em 2005; e 17 kg em 2007. O maior interesse pelo pescado observado, por meio de pesquisas realizadas nos últimos anos, em populações

que têm o produto como base alimentar, está vinculado a informações sobre seu valor nutricional e sua associação com melhorias na saúde. Como principais benefícios à saúde, têm sido observadas, por exemplo, a redução dos níveis de colesterol, assim como menores incidências de acidentes vasculares cerebrais, de doenças cardíacas e, possivelmente, do

Alzheimer. Apesar de tais constatações, o consumo desse alimento ainda é baixo em muitos países, como é o caso do Brasil.

A avaliação do consumo de pescado é complexa, inclusive para países nos quais ele é substancial e estabelecido. Ao longo dos anos, vem sofrendo diversas influências, dentre elas as culturais e econômicas, que dizem respeito à qualidade e ao preço dos produtos. Em estudos realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por meio da Pesquisa de Orçamento Familiar (POF), estimou-se que nos anos 2002 e 2003 o consumo *per capita* de pescado no Brasil foi da ordem de 4,6 kg/ano. Nas áreas rurais, o consumo *per capita* foi de 9,9 kg/ano; maior, portanto, que a média nacional. Nos centros urbanos, o consumo *per capita* foi de 3,4 kg/ano. Em relação às regiões do país, o consumo foi, no Norte, de 24,6 kg/ano; no Nordeste, de 4,9 kg/ano; no Sudeste, de 2,1 kg/ano; no Sul, de 1,7 kg/ano; e no Centro-Oeste, de 1,3 kg/ano.

Na POF de 2008 e 2009, a aquisição de pescado no país foi de 4 kg *per capita* ao ano. A região Norte apresentou média de 17,5 kg, muito acima das outras regiões e da média do Brasil. Na região Nordeste, o consumo foi de 4,9 kg; na Sudeste de 2,0 kg; na Sul de 1,5 kg; e na Centro-Oeste, de 1,6 kg (IBGE, 2010). Vale destacara aqui a redução substancial ocorrida nos anos mais recentes da pesquisa no consumo de pescado na região Norte, que apresenta, contudo, ainda os maiores valores de consumo nacional.

Em estudo realizado em Brasília, buscando identificar as características do consumo de pescado naquela cidade, foi observado que o consumo anual *per capita* de pescado referente ao ano de 2009 foi de 14,05 kg/habitantes/ano. Os supermercados e restaurantes correspondem à maior parte da distribuição de pescado, com 46,84 % e 27,16 %, respectivamente. O consumo total de pescado na região metropolitana do Rio de Janeiro, em 2009, apresentou um valor estima-

do médio anual *per capita* de 18,5 kg/habitantes/ano. Na cidade de São Paulo, a estimativa de consumo *per capita* no ano de 2009 foi de 15,1 kg/habitantes/ano (Neiva et al., 2010).

Em recente pesquisa realizada, *on-line*, junto à comunidade universitária da USP, em todos os campi – o de São Paulo e os do interior –, contando com a participação de 1966 pessoas, foi observado, no que tange à frequência de consumo de pescado, que 27,11 % consomem pescado apenas uma vez na semana, 25,94% consomem de duas a três vezes ao mês, 17,4%, uma vez ao mês, e 14,8 % consomem raramente. Entre os participantes que consomem duas vezes por semana, 9,5%, a maioria desses, 60,9%, apresentaram estado nutricional na faixa de normalidade e 74,3% indicaram ser ativos fisicamente, sendo a maioria composta por mulheres, 59,3%, alunas de graduação, 42,7% do Campus de São Paulo, 60,9% (MACIEL, 2011).

Apesar de o consumo de pescado estar associado a questões culturais, idade, sexo e renda, o incremento no consumo depende de iniciativas e melhorias em todo o setor pesqueiro, associadas e substanciadas no fato de que seu consumo favorece as questões ligadas à saúde (MACIEL et al., 2009). As dificuldades observadas na cadeia de produção geram preocupação quanto à qualidade e segurança do produto, afetando o consumo. Há esforços coletivos para que essa barreira do consumo seja superada, e o mais importante deles é o interesse global pela implementação do rastreamento do pescado (MACIEL, 2011).

O governo brasileiro, através do Ministério da Pesca e Aquicultura, vem fazendo a campanha para aumento de consumo. Na Semana do Peixe, há um subsídio aos preços e a população é convidada a comprar o produto e conhecer a respeito da qualidade sanitária e nutricional do pescado. A ESALQ tem colaborado elaborando “cartilhas” com informações básicas à comunidade e dispendo-se a

esclarecer dúvidas a respeito da aquisição do pescado com qualidade, formas de preparo que garantam os nutrientes e, ainda, ministrando cursos aos futuros aquicultores, particularmente no referente à transformação tecnológica, a agroindústria do pescado. ☞

* **Érika da Silva Maciel** é bolsista Pós-Doc Capes do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da USP/ESALQ (erikasmaciel@gmail.com); **Juliana Antunes Galvão** é especialista do Departamento de Agroindústria Alimentos e Nutrição. USP/ESALQ (jugalvao@usp.br); **Marília Oetterer** é professora titular do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição. USP/ESALQ (mariliaoetterer@usp.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FAO. The State of world fisheries and aquaculture (SOFIA) 2008: 2008. Rome, 2009. 196 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Pesquisa de Orçamento Familiar. 2008-2009. Microdados: Rio de Janeiro, 2010.
- MACIEL, E. S.; ANGELINI, M. F. C.; SUCASAS, L. F. A. et al. Inquérito sobre o consumo de pescado em feira comemorativa da “Semana do Peixe” em cidade do interior de São Paulo. Revista Ciência e Tecnologia – UNIMEP, Piracicaba, v. 31, n. 16, 59-68p, 2009.
- MACIEL, E. S. (2011). Perspectiva do consumidor perante produto proveniente da cadeia produtiva de tilápia do Nilo rastreada (*Oreochromis niloticus*) – consumo de pescado e qualidade de vida. Tese (Doutorado) em Ciências. Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2011. 304 p.
- NEIVA, C. R.; TOMITA, R. Y.; CERQUEIRA, A. A. S. et al. O mercado de pescado da região metropolitana de São Paulo. São Paulo, Brasil: Infopesca, 2010. Disponível em: <www.infopesca.org/Downloads/publicacoes_libre_acceso/informe-san-pablo.pdf>. Acesso em: 6 fev. 2012.

Tratamento

Aproveitamento de resíduos reduz desperdícios e poluição ambiental

Lia Ferraz de Arruda Sucasas, Ricardo Borghesi e Marília Oetterer*

LIA FERRAZ DE ARRUDA



Resíduo de pescado triturado

No Brasil e no mundo, a cadeia produtiva do pescado gera grande quantidade de resíduo. Considerando-se que 50% do total produzido são desperdiçados, estima-se que 72,5 milhões de toneladas de resíduo são geradas, por ano, no mundo (produção mundial de pescado, de 145,1 milhões de t), das quais 620,4 mil t no Brasil (produção de pescado no Brasil, de 1,24 milhões de t). Culturalmente, o resíduo é mal aproveitado e, portanto, não valorizado. A disposição indiscriminada do resíduo no solo pode causar poluição do ar (por exalar maus odores, fumaça, gases tóxicos ou material particulado), poluição das águas superficiais, devido ao carreamento de resíduos pela ação da água das chuvas, além de poluição do solo e águas subterrâneas (pela infiltração de líquidos).

O ideal seria a utilização da matéria-prima, em toda a sua extensão, evitando-se desse modo a própria formação do resíduo; ou então, havendo resíduo, este deve ser minimizado e transformado em coprodutos. O aproveitamento das sobras comestíveis nas operações industriais pode reduzir o problema da poluição ambiental, diminuir os custos dos insumos e, até mesmo, da matéria-prima em questão. A maior justificativa para o uso dos resíduos de pescado é de ordem nutricional, pois eles são fontes de nutrientes de excelente qualidade e baixo custo. Os resíduos podem, por exemplo, ser transformados em utensílios e artefatos de couro (Souza, 2004), em óleos para produção de tintas e vernizes, em farinha de peixe artesanal (Boscolo et al, 2004), em hidrolisados proteicos, silagem e óleos de peixe (Borghesi et al, 2008; Ferraz

de Arruda et al., 2009). A tecnologia para produção do biodiesel a partir dos resíduos pode ser, ainda, outra fonte interessante de energia.

SILAGEM DE PESCADO


Uma alternativa para destinação do resíduo de pescado é a fabricação da silagem, que é um produto liquefeito obtido da ação de ácidos ou por fermentação microbiana de peixes inteiros ou do resíduo do beneficiamento de pescado. Assim, a silagem pode ser obtida pela ação de ácidos (silagem química), por fermentação microbiana induzida por carboidratos (silagem microbiológica) ou por enzimas selecionadas para acelerar o processo hidrolítico (silagem enzimática). A liquefação é conduzida pela atividade de enzimas proteolíticas, naturalmente presentes nos peixes ou adicionadas.

O tratamento do resíduo deve ser imediato, assim que é escoado das mesas processadoras. Entretanto, se o processo de obtenção da silagem não for imediato, o material deve ficar sob temperatura refrigerada por, no máximo, 24 horas. A massa homogeneizada deve ser distribuída em tanques, unidades de volume conhecido, que receberão uma solução ácida – por exemplo, ácidos propiônico e

fórmico (1:1) – para promover-se a autólise e o abaixamento de pH do material. Outros ácidos que podem ser utilizados são o muriático, o cítrico e o fórmico. A escolha da solução ácida depende da disponibilidade, de custos e da acessibilidade aos ácidos pelo produtor, podendo ser alterada em função dessas características (Figura 1). É importante revolver a mistura, para que ocorra homogeneização entre os componentes, resíduos e o ácido, uma vez que partes do material sem tratamento podem entrar em putrefação. Os tanques podem ser mantidos ao ambiente e o controle do pH deve ser feito, diariamente, e mantido próximo de quatro.

A silagem pode ser utilizada após uma semana e até um mês de estocada, apresentando composição semelhante à da matéria-prima utilizada e alta digestibilidade, sem perdas significativas dos aminoácidos constituintes do pescado. Se a estocagem se estender por um período maior, haverá perda nutricional, pois os aminoácidos e os lipídios passam a sofrer alterações. Estudos em andamento, entretanto, buscam avaliar a viabilidade de utilização de material com maior período de estocagem para elaboração de fertilizantes.

A silagem pode substituir, parcialmente, fontes convencionais de proteína, ou

ser utilizada como palatabilizante. É uma tecnologia simples e independente de escala. Não necessita de grande capital, apresenta reduzidos problemas com odor e efluentes e o processo é rápido em regiões de clima tropical. No entanto, é um produto volumoso, de difícil transporte e estocagem. Silagens químicas, microbiológicas e enzimáticas, além de óleo de pescado, foram desenvolvidas pelos pesquisadores da USP/ESALQ, a partir do resíduo de plantas processadoras de pescado e utilizadas como fonte proteica em ração de alevinos de várias espécies de peixes. 

***Lia Ferraz de Arruda Sucasas** é bolsista pós-doc do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da USP/ESALQ (liaferraz2000@yahoo.com.br); **Ricardo Borghesi** é pesquisador da Embrapa Pantanal (borghesi@epap.embrapa.br); **Marília Oetterer** é professora titular do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da USP/ESALQ (mariliaoetterer@usp.br).

FIGURA 1 | SILAGEM ÁCIDA DE PESCADO PRODUZIDA COM DIFERENTES ÁCIDOS



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORGHESI, R.; FERRAZ DE ARRUDA, L.; OETTERER, M. Fatty acid composition of acid, biological and enzymatic fish silage. Boletim do CEPPIA, Curitiba, v. 26, n. 2, p. 205-212, 2008.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M. Digestibilidade aparente da energia e proteínas das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da corvina (*Plagioscion squamosissimu*) e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 8-13, 2004.
- FERRAZ de ARRUDA, L. BORGHESI, R.; PORTZ, L.; CYRINO, J. E. P.; OETTERER, M. Fish silage in black bass (*Micropterus salmoides*) feed as an alternative to fish meal. Brazilian Archives of Biology and Technology, Curitiba, v. 52, n. 5, p. 1261-1266, 2009.
- SOUZA, M.L.R. Tecnologia para processamento das peles de peixe. Coleção Fundamentum, II. Maringá: Ed. da Universidade Estadual de Maringá, 2004. 59p.

Qualificação

Produtores e cientistas buscam novas práticas que protejam o meio ambiente

Lia Ferraz de Arruda Sucasas, Juliana Antunes Galvão, Ricardo Borghesi, Marília Oetterer*

JEFFERSON CHRISTOFOLETTI



Pesca artesanal; Palmas, TO, 2012

A produção do pescado por meio da aquicultura é considerada, atualmente, uma importante fonte proteica de origem animal. A projeção crescente dessa atividade deve-se ao fato de ser uma alternativa à captura, que chegou a seu limite máximo sustentável. Assim, com a produção pesqueira estabilizada, esta atividade zootécnica tem sido considerada um dos caminhos mais eficientes para a redução do déficit entre a demanda e a oferta de pescado no mercado mundial.

A aquicultura utiliza várias espécies, exigindo tecnologia e métodos apropriados a cada uma. A atividade envolve produção em ambientes naturais ou artificiais contendo grandes volumes de água, adição de insumos, alimentação artificial e medicamentos, que devem ser conduzidos de forma racional e equilibrada para minimizar possíveis impactos ambientais (Figural). O manejo da água do local de cultivo deve, também, ser adequado para se evitar o acúmulo de resíduos advindos da aquicultura e possíveis impactos não só nos corpos de água, como no entorno das regiões adjacentes à produção.

O desenvolvimento da aquicultura tem despertado interesse no que se refere à proteção ambiental. O setor produtivo e a comunidade científica têm buscado formas de minimizar efeitos indesejáveis ao meio ambiente e proteger os recursos naturais. Porém, é imprescindível que todos os atores envolvidos – desde pescadores, produtores, processadores, varejistas,

FIGURA 1 | TANQUES-REDE DE TILÁPIA NO RIO SÃO FRANCISCO; BAHIA



fabricantes de insumos, comunidade científica, técnicos e extensionistas – atuem de forma responsável, buscando a sustentabilidade. Uma vez sustentável, a cadeia produtiva do pescado poderá se firmar e, este alimento excelente em sua qualidade nutricional, poderá chegar à mesa do consumidor com segurança.

O beneficiamento de pescado é um dos principais aspectos restritivos da cadeia produtiva aquícola, uma vez que os produtores ainda vendem seus produtos *in natura*, sem valor agregado e com baixa qualidade. O setor ressen-te-se da falta de transferência de técnicas de processamento visando ao aproveitamento adequado dos resíduos para obtenção de coprodutos de qualidade, minimizando o impacto da produção de resíduos no ambiente.

Usualmente, em dietas para peixes carnívoros, a maior parte da proteína é oriunda da farinha de peixe. Com a progressiva escassez desse insumo no mercado mundial, a produção de ração comercial de qualidade dependerá, num futuro breve, da elaboração de um substituto adequado para a farinha, tanto no aspecto nutricional quanto no custo. O rápido crescimento da aquicultura tem aumentado a demanda por ingredientes de qualidade para ração e, dessa forma, a necessidade de utilização de óleos e farinhas de peixes vem crescendo gradativamente. Para a farinha de peixe, a produção mundial na

última década tem se mantido entre 5,5 e 7,5 milhões de toneladas.

Além das considerações econômicas, o uso de farinha e óleo de peixe ocasiona forte pressão sobre as espécies forrageiras de pescado, ou seja, as que servem de matéria-prima para a elaboração destes produtos, ocasionando sobrepesca e até mesmo a depleção de alguns desses estoques. A substituição da farinha e do óleo de peixe por fontes alternativas serviria para amenizar a pressão sobre os estoques pesqueiros, além de contribuir para a redução dos custos de produção.

Vários estudos com fontes proteicas alternativas à farinha de peixe vêm sendo desenvolvidos. A procura por ingredientes alternativos para a formulação de rações aponta para oportunidades de pesquisas inovadoras, uma vez que a maioria das iniciativas de produção aquícola em águas brasileiras utiliza ração contendo farinha de peixe importada, de alto custo e com uma logística que deixa a desejar quanto ao abastecimento do mercado nacional. Uma alternativa de grande potencial é o aproveitamento dos resíduos do processamento de animais, como farinhas ou hidrolisados proteicos, que apresentam altos teores de proteína, peptídios, aminoácidos livres e flavorizantes, caracterizando-se como uma excelente fonte nutricional. Se for empregada tecnologia adequada, este material residual pode ser convertido em produtos comerciais ou matéria-prima para processos secundários. Desta forma, ao serem adicionados como ingredientes em rações para organismos aquáticos, poderiam reduzir custos, ao mesmo tempo que manteriam, ou até mesmo melhorariam, a qualidade nutricional e a atratividade das dietas.

O aproveitamento desse material que seria desperdiçado é de extrema importância, pois, além de diminuir os custos e aumentar a eficiência de produção, também minimiza os problemas de poluição ambiental que seriam gerados pela falta de destino adequado.

Para alcançar a sustentabilidade, a comunidade científica tem apontado quatro metas principais. São elas: (I) o aumento no cultivo de peixes de baixas cadeias tróficas; (II) a redução da utilização de farinha e óleo de peixe em insumos para alimentação animal; (III) o desenvolvimento de sistemas integrados com a agricultura e policultivos; e (IV) o provimento de práticas ambientalmente saudáveis. Espécies como carpa e tilápia devem ser selecionadas para possibilitar acessibilidade às pessoas de baixa renda. A aquicultura também pode reabastecer espécies esgotadas pelo excesso de pesca por meio da soltura de juvenis na natureza.

A aquicultura, se praticada dentro do conceito de sustentabilidade, com a valorização de práticas ambientalmente corretas, pode auxiliar na minimização dos impactos ambientais decorrentes da própria atividade. Com adoção de rações de qualidade, adequado manejo alimentar e sanitário e o monitoramento da utilização e da qualidade da água (Boas Práticas de Manejo) – aliados ao processamento adequado, visando agregar valor aos produtos – a produção de recursos aquícolas contribuirá para a produção de alimentos dentro de uma cadeia produtiva que prima por sustentabilidade. Projetos em andamento no Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição buscam rastrear a cadeia produtiva da tilápia e têm colaborado para equiparar o Brasil aos países da Europa e aos Estados Unidos, no que se refere à padronização para futura implantação de sistemas sustentáveis de produção e industrialização do pescado. ³⁰

***Lia Ferraz de Arruda Sucasas** é bolsista pós-doc do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da USP/ESALQ (liaferraz2000@yahoo.com.br); **Juliana Antunes Galvão** é pesquisadora especialista do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da USP/ESALQ (jugalvao@usp.br); **Ricardo Borghesi** é pesquisador da Embrapa Pantanal (borghesi@cpap.embrapa.br); **Márlia Oetterer** é professora titular do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da USP/ESALQ (mariliaoetterer@usp.br).

Antioxidantes naturais evitam deterioração de carne mecanicamente separada (CMS)



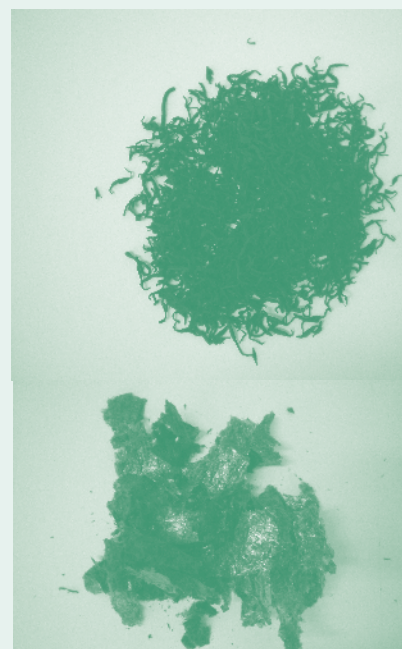
MARIA FERNANDA ANGELINI

Processo de obtenção de carne mecanicamente separada (CMS); Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ-USP, 2009

O aumento no rendimento da produção tem feito crescer o interesse pelo processo de extração da carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia, devido à sua capacidade de gerar uma matéria-prima básica e versátil ao desenvolvimento de coprodutos e de minimizar resíduos. No entanto, a CMS se constitui em uma estrutura vulnerável à deterioração, o que torna indispensável o uso no processo de antioxidantes sintéticos ou naturais. Para constatação dessa hipótese, foi operacionalizado um experimento no laboratório de Pescado, do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da USP/ESALQ, no período de 2009 a 2010, quando se constatou que, dentre

os produtos naturais utilizados, as algas marinhas Nori e Hijiki apresentavam alta atividade antioxidante, detectada por métodos *in vitro*.

Os compostos bioativos dos extratos foram identificados por meio da técnica da cromatografia líquida e gasosa. As algas foram aplicadas na forma de extratos etanólicos em *minced* de tilápia, obtido a partir de CMS. Verificou-se que o *minced* de tilápia é um produto que, após 180 dias de armazenamento congelado (à temperatura de -18 °C), mantém-se estável e dentro dos padrões de qualidade, sendo possível o uso de extratos de algas marinhas em substituição aos conservantes sintéticos.




INGRIDY RIBEIRO CABRAL

As algas marinhas Hijiki e Nori; 2009

Quenelles de tilápia são práticas, nutritivas e seguras

MARIA FERNANDA ANGELINI



As empresas do setor de pescado devem sempre inovar, a fim de se manterem sólidas no mercado, atraindo consumidores. Nesse sentido, a carne mecanicamente separada (CMS), ou seja, a fração comestível do pescado processada mecanicamente, possibilita maior flexibilidade nos processos de industrialização, gerando produtos diversificados, cujos rendimentos são superiores aos obtidos por meio do simples processamento de filés. A CMS minimiza os resíduos e gera coprodutos, como *nuggets*, surimi e *fish-burger*, todos com alto valor agregado. É o caso da *Quenelle* de tilápia, congelada e pronta para consumo, rica em ferro e vitamina A, que pode ser armazenada em congelador até 120 dias. As *quenelles* – termo derivado da culinária francesa – podem resultar em pratos diversos nutritivos e seguros, além de práticos. 

A *Quenelle* de tilápia deve ser desen-

Quenelles de tilápia prontas para consumo: Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da USP/ESALQ

volvida seguindo-se as seguintes etapas: *briençing* (ou grupo focal), formulação teórica, seleção de ingredientes, desenvolvimento e degustação de 11 formulações, aprovação da formulação final, escolha da embalagem adequada, seleção e treinamento dos provedores, elaboração do produto, avaliação sensorial, congelamento, embalamento, armazenamento e controle de qualidade por meio de análises físico-química, microbiológica e sensorial, pelo período de 120 dias. A manipulação sugerida na comercialização é o assamento direto (*fast-food*) para venda em quiosques, que podem ser instalados em *shopping centers*, aeroportos e locais de lazer em geral.



MARIA FERNANDA ANGELINI

Embalagem de Quenelle de tilápia: Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da USP/ESALQ, 2011

Faça seu pedido

VISÃO agrícola

Nome: _____

Endereço: _____

Bairro: _____

Cidade: _____

Est.: _____ CEP: _____

Tel.: _____ Fax: _____

e-mail: _____

Empresa: _____

CNPJ: _____

IE: _____

Data: _____

Assinatura: _____

Aquisição e/ou reserva de exemplares avulsos, no valor de R\$ 30,00 cada, incluindo postagem em território nacional. Marque abaixo o(s) exemplar(es) que deseja:

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> nº 1 – Cana-de-açúcar | <input type="checkbox"/> nº 7 – Pós-colheita |
| <input type="checkbox"/> nº 2 – Citrus | <input type="checkbox"/> nº 8 – Agroenergia |
| <input type="checkbox"/> nº 3 – Bovinos | <input type="checkbox"/> nº 9 – Plantio Direto |
| <input type="checkbox"/> nº 4 – Florestas | <input type="checkbox"/> nº 10 – Agricultura e sustentabilidade |
| <input type="checkbox"/> nº 5 – Soja | <input type="checkbox"/> nº 11 – Aquicultura |
| <input type="checkbox"/> nº 6 – Algodão | |

Como adquirir sua revista:

Favor enviar o comprovante de depósito/cheque com os dados pessoais (nome completo, instituição, endereço completo, telefone e e-mail), informando as duas edições para a assinatura anual ou o número avulso que deseja receber para o endereço, e-mail e pelo fax:

Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz
 CNPJ: 48.659.502/0001-55
 Banespa (033) - Agência 0041 - conta 13 50077-2 ou
 Banco do Brasil (001) - Agência 3149-6 - conta 4008-8

Encaminhar para:
 USP/ESALQ – Visão Agrícola
 End.: Av. Pádua Dias, nº II CP 9
 Prédio da Cultura e Extensão
 Piracicaba SP 13418-900, ou por tel./fax: (19) 3429-4109

www.esalq.usp.br/visaoagricola
visaoagricola@usp.br
 tel. / fax (19) 3429 4249

EXPEDIENTE

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Reitor
João Grandino Rodas

Vice-Reitor
Hélio Nogueira da Cruz

Vice-Reitor Executivo de Administração
Antonio Roque Dechen

Vice-Reitor Executivo de Relações Internacionais
Adnei Melges de Andrade

Pró-Reitora de Cultura e Extensão Universitária
Maria Arminda do Nascimento Arruda

Pró-Reitoria de Graduação
Telma Maria Tenório Zorn

Pró-Reitoria de Pesquisa
Marco Antonio Zago

Pró-Reitoria de Pós-Graduação
Vahan Agopyan



ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"

Diretor
José Vicente Caixeta Filho

Vice-Diretora
Marisa Aparecida Bismara Regitano d'Arce

Prefeito do Campus Luiz de Queiroz
Wilson Roberto Soares Mattos

VISÃO AGRÍCOLA

Editor Responsável
Luiz Gustavo Nussio

Conselho Editorial
Evaristo Marzabal Neves
Gerson Barreto Mourão
João Luis Ferreira Batista
João Roberto Spotti Lopes
José Baldin Pinheiro
José Laércio Favarin
José Djair Vendramim
Marta Helena Fillet Spoto
Nelson Sidnei Massola Junior
Rodrigo Estevam Munhoz de Almeida
Thais Maria Ferreira de Souza Vieira
Thiago Libório Romanelli

Coordenadoras
Juliana Antunes Galvão
Marília Oetterer

Colaboradores – 11ª edição
Alba Maria Guadalupe Orellana González
Alceu Donadelli

Alexandre de Toledo Alves
Alexandre Matthiensen
Alexandre Wagner Silva Hilsdorf
Álvaro José de Almeida Bicudo
Andre Muniz Afonso
Andréa Belém-Costa
Angela Puchnick Legat
Antonio Fernando Monteiro de Camargo
Antonio Olinto
Bruno Inácio Abdon de Sousa
Carlos Antônio Lopes de Oliveira
Carlos Augusto Prata Gaona
Carlos Lima dos Santos
Célia Dória Frasca Scorvo
Cristiane Rodrigues Pinheiro Neiva
Daniel Yokoyama Sonoda Pecege
Danilo P. Streit Jr.
Darci C. Fornari
Dariano Krummenauer
Debora da Silva Avelar
Débora Machado Fracalossi
Eduardo Gianini Amorad
Elizabeth Urbinati
Emiko Kawakami de Resende
Eric Bastos Routledge
Érika da Silva Maciel
Erika Fabiane Furlan
Fernanda Garcia Sampaio
Gabriele Rodrigues de Lara
Geraldo Kipper Fôes
Ingridy Ribeiro Cabral
Jair Sebastião da Silva Pinto
Jayme A. Povh
João Donato Scorvo Filho
Jomar Carvalho Filho
Jorge Antônio Ferreira de Lara
José Eurico Possobon Cyrino
Juliana Antunes Galvão
Julio Ferraz de Queiroz
Laura Helena Órfão
Lauro Vargas
Leandro Portz
Lia Ferraz de Arruda Sucasas

Ligianne Din Shirahigue
Luciana Kimie Savay-da-Silva
Lucineide Aparecida Maranhão
Luís Henrique Poersch,
Luiz Alexandre Filho
Marcos Vinicius Folegatti
Maria do Carmo Bittencourt Oliveira
Maria Fernanda Calil Angelini
Marildes Josefa Lemos Neto
Marília Oetterer
Matheus Nicolino Peixoto Henares
Mirella de Souza Nogueira Costa
Paulo Alexandre de Toledo Alves
Rafael Grossi Botelho
Ricardo Borghesi
Ricardo Pereira Ribeiro
Ricardo Shirota
Ricardo Yuji Sado
Rodrigo Máximo Sánchez-Román
Ronaldo Oliveira Cavalli
Rubia Yuri Tomita
Sérgio Henrique Monteiro
Valdemar Luiz Tornisielo
Welliton Gonçalves de França
Wilson Wasielesky Júnior

Instituições convidadas 11ª edição

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (Apta) / Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo
 Apta – Polo Regional Leste Paulista
 Apta – Polo Regional Noroeste Paulista
 Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista "Júlio Mesquita Filho" (Caunesp)
 Centro de Engenharia Nuclear na Agricultura (Cena)/USP
 Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos (Unifeb)
 Delicius Fish, MT
 Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna
 Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI
 Embrapa Pantanal, Corumbá, MS
 Embrapa Pesca e Aquicultura
 Embrapa Suíno e Aves, Concórdia, SC
 Escola de Engenharia de Piracicaba (EEP)/Fundação Municipal de Ensino de Piracicaba, SP
 Faculdade de Ciências Agrárias – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
 Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA)/USP
 Instituto de Pesca (IP)/ Governo do Estado de São Paulo
 Instituto de Pesca (IP)/ Governo do Estado de São Paulo
 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa)
 Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA)
 Revista Panorama da Aquicultura
 Universidade de Mogi das Cruzes (UMC), SP
 Universidade Estadual de Maringá (UEM), PR
 Universidade Estadual Paulista "Júlio Mesquita Filho" (Unesp), Campus Rio Claro, SP
 Universidade Federal de Pernambuco
 Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), SC
 Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS
 Universidade Federal do Amazonas (Ufam)
 Universidade Federal do Ceará (UFC), CE
 Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT)
 Universidade Federal do Paraná (UFPR)
 Universidade Federal do Rio Grande (Furg)
 Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
 Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), PE
 Universidade José do Rosário Vellano (Unifenas), MG
 Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Edição geral

Pyxis Editorial e Comunicação
 Tels. (11) 3875-3434, (11) 2589.6068
www.pyxisnet.com.br
 Jornalista responsável:
 Luís André do Prado (MTb 2212)
 Preparação e revisão de textos:
 Fernanda Guerriero Antunes

Projeto gráfico e editoração eletrônica

Fonte Design
 Tels. (11) 3864-8974
www.fontedesign.com.br

Características da publicação

Número de páginas: 156. Tiragem: mil exemplares.
 Foto capa: Acervo Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA).
 Obs.: Os créditos das fotos usadas como figuras técnicas são, quando não indicados, de responsabilidade do(s) autor(es) dos artigos correspondentes.

Agradecimentos

ACOM – Assessoria de Comunicação da ESALQ
 Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ)
 José Adilson Milanez
 Jefferson Christofoletti
 Luciana Kimie Savay-da-Silva
 Luis Ricardo Jayme Guerreiro
 Luiz Carlos Rodriguez
 Luiz Fernando Faleiros
 Matheus Chiodi Sanches
 Paulo Soares

USP/ESALQ
 Av. Pádua Dias, 11 CP9, 13418-900
 Piracicaba-SP CNPJ 63.025.530/0025-81
 PABX: (19) 3429-4100 fax: (19) 3429-4468
www.esalq.usp.br
director@usp.br