

Cadernos Técnicos de

ISSN 1676-6024

VETERINÁRIA e ZOOTECNIA

Nº 89 - AGOSTO DE 2018

Inspeção e Tecnologia de Pescado



FEPE
FUNDAÇÃO DE APOIO AO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

Conselho Regional de
Medicina Veterinária do
Estado de Minas Gerais
CRMV-MG



Conselho Regional de Medicina Veterinária do Estado de Minas Gerais

PROJETO DE EDUCAÇÃO CONTINUADA

É o CRMV-MG participando do processo de atualização técnica dos profissionais e levando informações da melhor qualidade a todos os colegas.



VALORIZAÇÃO PROFISSIONAL
compromisso com você

www.crmvmg.org.br



Editorial

A Escola de Veterinária e o Conselho Regional de Medicina Veterinária de Minas Gerais têm a satisfação de encaminhar à comunidade veterinária e zootécnica mineira um volume dos Cadernos Técnicos inteiramente destinado à inspeção e tecnologia de pescado. Neste segundo volume de 2018, apresentam-se temas inéditos à atualização profissional, com vistas a auxiliar na atuação para a qualidade dos produtos de pescado. Cresce a preocupação ambiental e da sustentabilidade, além das exigências de qualidade, para a conformidade com as normas sanitárias definidas pela Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) e Organização Mundial de Comércio (OMC). O médico veterinário tem a atribuição legal de assegurar a saúde animal, e, consequentemente, a saúde humana, envolvendo-se profissionalmente de forma definitiva no conceito de saúde única da Organização Mundial da Saúde (OMS). As principais antropozoonoses parasitárias e bacterianas de importância à segurança alimentar em indústrias de pescados são apresentadas e as exigências legais. Descrevem-se as técnicas moleculares de identificação de espécies para limitar a ocorrência de fraudes e a legislação e inovação em produtos industrializados de pescado. Ressalta-se a preocupação com o uso correto de antimicrobianos na aquicultura e a eventual presença de resíduos no produto de consumo. O Grupo de Estudo, Pesquisa e Extensão em Pescado (GEPpesc), do Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal, da Escola de Veterinária da UFMG, aborda nesta edição o pescado como alimento, a sua inspeção, as zoonoses, legislação, tecnologia e processamento.

Méd. Vet. Bruno Divino Rocha

Presidente do CRMV-MG - CRMV-MG 7002

Profa. Zélia Inês Portela Lobato

Diretor da Escola de Veterinária da UFMG - CRMV-MG 3259

Prof. Antonio de Pinho Marques Junior

Editor-Chefe do Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (ABMVZ) - CRMV-MG 0918

Prof. Nelson Rodrigo da Silva Martins

Editor dos Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia - CRMV-MG 4809

**Universidade Federal
de Minas Gerais**

Escola de Veterinária

Fundação de Estudo e Pesquisa em
Medicina Veterinária e Zootecnia
- FEPMVZ Editora

**Conselho Regional de
Medicina Veterinária do
Estado de Minas Gerais
- CRMV-MG**

www.vet.ufmg.br/editora

Correspondência:

FEPMVZ Editora

Caixa Postal 567

30161-970 - Belo Horizonte - MG

Telefone: (31) 3409-2042

E-mail:

editora.vet.ufmg@gmail.com

Conselho Regional de Medicina Veterinária do Estado de Minas Gerais - CRMV-MG

Presidente:

Méd. Vet. Bruno Divino Rocha - CRMV-MG nº 7002

E-mail: crmvmg@crmvmg.org.br

CADERNOS TÉCNICOS DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

Edição da FEPMVZ Editora em convênio com o CRMV-MG

Fundação de Estudo e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia - FEPMVZ

Editor da FEPMVZ Editora:

Prof. Antônio de Pinho Marques Junior

Editor do Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia:

Prof. Nelson Rodrigo da Silva Martins

Editoras convidadas para esta edição:

Lílian Viana Teixeira - Professora associada do DTIPOA, Escola de Veterinária, UFMG, CRMV-MG 7357.

Débora Cristina Sampaio de Assis - Professora adjunta do DTIPOA, Escola de Veterinária, UFMG, CRMV-MG14718

Revisora autônoma:

Giovanna Spotorno

Tiragem desta edição:

1.000 exemplares

Layout e editoração:

Soluções Criativas em Comunicação Ltda.

Impressão:

Imprensa Universitária da UFMG

**Permite-se a reprodução total ou parcial,
sem consulta prévia, desde que seja citada a fonte.**

Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia. (Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG)

N.1- 1986 - Belo Horizonte, Centro de Extensão da Escola de Veterinária da UFMG, 1986-1998.

N.24-28 1998-1999 - Belo Horizonte, Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, FEP MVZ Editora, 1998-1999

v. ilustr. 23cm

N.29- 1999- Belo Horizonte, Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, FEP MVZ Editora, 1999-Periodicidade irregular.

1. Medicina Veterinária - Periódicos. 2. Produção Animal - Periódicos. 3. Produtos de Origem Animal, Tecnologia e Inspeção - Periódicos. 4. Extensão Rural - Periódicos.

I. FEP MVZ Editora, ed.

Prefácio

Lílian Viana Teixeira

*Professora associada do DTIPOA, Escola de Veterinária, UFMG, CRMV-MG
7357*

Débora Cristina Sampaio de Assis

Professora adjunta do DTIPOA, Escola de Veterinária, UFMG - CRMV-MG 14718

A produção aquícola brasileira vem crescendo de forma significativa e o potencial de expansão desta atividade no país para os próximos anos é ainda maior. Associado a isso, cresce também a preocupação com o meio ambiente e a sustentabilidade da produção, bem como as exigências do mercado, que determina a conformidade da produção animal com as normas sanitárias internacionais, estabelecidas pela Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) e Organização Mundial de Comércio (OMC). Nesse contexto, o Médico Veterinário tem a atribuição legal de garantir a saúde animal, e, conseqüentemente, a saúde humana, atestando a qualidade higiênico-sanitária e tecnológica dos produtos de origem animal, o que vai de acordo com o conceito de Saúde Única da Organização Mundial da Saúde (OMS), que envolve a unificação da saúde animal e humana. Esta visão unificada de Saúde Única exige uma ampla fundamentação teórico-prática, baseada em estudos de patologia veterinária, epidemiologia, doenças bacterianas, virais e parasitárias, e de clínica veterinária. Diante do exposto, o Grupo de Estudo, Pesquisa e Extensão em Pescado (GEPpesc), vinculado ao Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal, da Escola de Veterinária da UFMG, apresenta esta edição de Cadernos Técnicos, que aborda o pescado como alimento e alguns temas que compõem esta área, como inspeção, zoonoses e tecnologia e processamento de pescado.

Sumário

- 1. Zoonoses emergentes associadas ao consumo e à manipulação de pescado9**
Guilherme Campos Tavares, Márcia Pimenta Leibowitz, Carlos Augusto Gomes Leal, Henrique César Pereira Figueiredo
- 2. Resíduos de antimicrobianos em pescado41**
Débora Cristina Sampaio de Assis; Silvana de Vasconcelos Caçado; Lillian Viana Teixeira; Guilherme Resende da Silva; Fernanda Luiza Perdigão Rodrigues.
- 3. A utilização de técnicas moleculares para a identificação de espécies em pescado 51**
Dr. Lissandra Sousa Dalsecco, Dr. Lillian Viana Teixeira
- 4. Pesca e aquicultura – a busca pela inovação.....64**
Afonso de Liguori Oliveira
- 5. Off-flavor em pescado: o “sabor de barro”96**
Anna Carolina Massara Brasileiro, Lillian Viana Teixeira
- 6. Discussões atuais sobre abate de peixes..... 105**
Sarah Antonieta de Oliveira Veríssimo, Daniele Salgueiro de Melo, Ana Carolina Garcez Bueno Carneiro, Lillian Viana Teixeira
- 7. Alguns mitos e verdades sobre pescado 115**
Sarah Antonieta de Oliveira Veríssimo, Daniele Salgueiro de Melo, Ana Carolina Garcez Bueno Carneiro, Lillian Viana Teixeira



1. Zoonoses emergentes associadas ao consumo e à manipulação de pescado

pixabay.com

Guilherme Campos Tavares¹ · CRMV-MG 11340,

Márcia Pimenta Leibowitz²,

Carlos Augusto Gomes Leal³ · CRMV-MG 9014,

Henrique César Pereira Figueiredo^{4*} · CRMV-MG 5839,

¹Médico veterinário, doutor, DMVP, Escola de Veterinária, UFMG

²Residente pós-doutoral, zootecnista, doutora, DMVP, Escola de Veterinária, UFMG

³Professor adjunto, médico veterinário, doutor, DMVP, Escola de Veterinária, UFMG

⁴Professor adjunto, médico veterinário, doutor, DMVP, Escola de Veterinária, UFMG

*Autor para correspondência: figueiredoh@yahoo.com

1. Introdução

Pescado é um termo genérico utilizado para se referir aos organismos aquáticos tanto de origem animal, como peixes, crustáce-

Pescado é um termo genérico utilizado para se referir aos organismos aquáticos tanto de origem animal, como peixes, crustáceos, moluscos, anfíbios, répteis e alguns mamíferos, quanto os de origem vegetal, como as algas, destinados à alimentação humana.

os, moluscos, anfíbios, répteis e alguns mamíferos, quanto os de origem vegetal, como as algas, destinados à alimentação humana (GONÇALVES, 2011). A produção de pescado no Brasil, no ano

de 2015, ultrapassou 1 milhão de toneladas, somando a pesca extrativa (~500 mil toneladas) e a aquicultura (592,23 mil toneladas) (KUBITZA, 2015; IBGE, 2016). Segundo a Organização das Nações Unidas para

a Agricultura e Alimentação (FAO), o Brasil é o 14º maior produtor mundial de pescado (FAO, 2016) e possui capacidade de ampliação da produção em decorrência do vasto território marítimo e da grande quantidade de espécies nativas de peixes.

A carne de pescado tem sido considerada um importante alimento da dieta da população mundial, possuindo qualidades nutricionais benéficas, como alto teor proteico, alta digestibilidade, presença de íons cálcio e fósforo, vitaminas A e D e ácidos graxos insaturados (ômega 3 e 6), sendo estes encontrados em algumas espécies de peixes e relacionado com a redução da incidência de doenças cardiovasculares (SILVA *et al.*, 2013). Tais características têm impulsionado o consumo de pescado no Brasil, entretanto o consumo *per capita* médio (entre 5 a 10kg/hab./ano) ainda é inferior ao recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), de 12 kg/hab./ano (FAO, 2016). Outro fator que tem contribuído para o aumento do consumo de pescado é o au-

O termo zoonose tem sido definido como doenças e infecções que são naturalmente transmitidas entre animais vertebrados e os seres humanos.

mento significativo do número de estabelecimentos que comercializam comidas típicas da culinária oriental e hispano-americana no país (OKUMURA *et al.*, 1999), devido à grande aceitação da popula-

ção brasileira pelos pratos à base de pescado cru, como “sushi”, “sashimi” e “ceviche” (BARROS *et al.*, 2006). Infelizmente, associada a essa alteração do hábito alimentar com relação ao processamento do pescado consumido, existe a possibilidade da veiculação de agentes infecciosos, inclusive os de caráter zoonótico (PAVANELLI *et al.*, 2015).

O termo zoonose tem sido definido como doenças e infecções que são naturalmente transmitidas entre animais vertebrados e os seres humanos (HUBÁLEK, 2003). Quando a transmissão da doença ocorre dos animais para o ser humano, a doença é formalmente denominada como antropozoonose, enquanto a transmissão advinda do ser humano para os animais é designada como zooantropozoonose (HUBÁLEK, 2003). As doenças zoonóticas podem ser causadas por diferentes agentes etiológicos, como vírus, bactérias, fungos ou parasitos, e transmitidas por meio do contato direto com o agente infeccioso, ou indiretamente, mediante a ingestão

de alimentos contaminados, ou ainda veiculadas por vetores (PAVANELLI *et al.*, 2015). Segundo a OMS, mais de 200 zoonoses têm sido descritas, principalmente em países com baixo desenvolvimento socioeconômico (WHO, 2017). No Brasil, as principais zoonoses listadas pela OMS são: influenza aviária, raiva, malária, febre amarela, dengue, toxoplasmose, ancilostomíase (larva migrans cutânea), tripanossomíase, esquistossomose, leishmaniose, leptospirose, brucelose e tuberculose (PAVANELLI *et al.*, 2015). Cabe ressaltar que, nessa lista, não há menção de um agente zoonótico transmitido por pescado, já que tais zoonoses não são as mais frequentes e apenas uma pequena parcela desses patógenos é capaz de causar enfermidades em seres humanos no Brasil ou no mundo. Além disso, em muitos casos associados à transmissão de doenças por pescados, faltam dados epidemiológicos que comprovem os elos de causa/consequência, fundamentais para que se possa considerar uma determinada doença como zoonose. Nesse sentido, o termo mais apropriado seria “zoonose potencial”.

Ultimamente, não está consolidado na literatura o papel de alguns patógenos bacterianos como agentes etiológicos de doenças transmissíveis por alimentos (DTA) ou como agentes zoonóticos (GIBELLO *et al.*, 2016). De acordo com o Ministério

da Saúde, as DTAs podem ser consideradas como doenças causadas pela ingestão de alimentos e/ou água contaminados, geralmente causados por bactérias e suas toxinas, vírus, parasitas, envenenamento por toxinas naturais (biotoxinas marinhas de moluscos bivalves, por exemplo) ou por produtos químicos que contaminam o alimento (BRASIL, 2010). Entre os dados oficiais divulgados pelo Sistema de Vigilância em Saúde, de 2007 a 2016, relacionados com surtos de DTA, o pescado tem sido implicado na ocorrência de 0,8% dos surtos identificados (BRASIL, 2016). A grande maioria desses surtos tem sido associada a quadros de intoxicação alimentar provocada por bactérias oriundas de contaminação do pescado processado. Entretanto, pouca informação se tem a respeito de patógenos bacterianos de organismos aquáticos identificados em seres humanos atuando como agentes zoonóticos.

Neste capítulo do Caderno Técnico, iremos abordar as principais antropozoonoses, tanto de origem parasitária como bacteriana, que estão associadas ao consumo e à manipulação do pescado, tendo em vista a importância da segurança alimentar em indústrias de pescados, para que os produtos atendam as exigências legislativas como também para oferecer aos consumidores produtos de maior qualidade.

2. Ocorrência de zoonoses associadas ao consumo e à manipulação do pescado no Brasil

A interação de um agente infeccioso entre uma espécie aquática e o homem é complexa tendo em vista as diferentes rotas de transmissão e ao fato de que alguns desses agentes não causam doenças no hospedeiro aquático. Entretanto, esse animal se torna um portador do agente infeccioso com potencial risco de transmissão do agente para o ser humano (LOWRY e SMITH, 2007). Dessa forma, a ingestão de peixe cru ou malcozido tem sido considerada o principal fator de risco para o aparecimento de zoonoses parasitárias (EIRAS *et al.*, 2016), enquanto alguns patógenos bacterianos têm sido implicados como agentes zoonóticos adquiridos por meio do contato direto com o pescado contaminado (LOWRY e SMITH, 2007). Zoonoses associadas tanto ao consumo quanto à manipulação do pescado têm sido relatadas mundialmente, como pode ser visualizado na Tab. 1. O maior número de relatos tem sido observado em países da Ásia, principalmente Sudeste Asiático,

...a ingestão de peixe cru ou malcozido tem sido considerada o principal fator de risco para o aparecimento de zoonoses parasitárias..., enquanto alguns patógenos bacterianos têm sido ... contato direto com o pescado contaminado...

O maior número de relatos tem sido observado em países da Ásia, principalmente Sudeste Asiático, China e Japão, onde o consumo de peixe cru é elevado.

China e Japão, onde o consumo de peixe cru é elevado.

No Brasil, por outro lado, os casos de zoonoses por pescado são esporádicos, com poucos relatos descritos. Em 1945, um relato de infecção por uma zoonose parasitária foi descrito em uma paciente na cidade de São Luís, Maranhão, que supostamente ingeriu peixe infec-

tado com o nematoide *Dioctophyme renale* (LISBOA, 1945). Em 1987, um caso de parasitismo humano pelo trematoide digenético *Phagicola* sp. foi identificado no estado de São Paulo e associado ao consumo da carne crua de tainha (*Mugil* sp.) (CHIEFFI *et al.*, 1990). Posteriormente, em 1998, uma paciente que havia ingerido “paela” de frutos do mar em uma viagem internacional apresentou quadro de dispneia progressiva e foi assistida em um hospital no estado da Bahia. Após exame radiográfico, tomografia e biópsia bronquial, o trematoide digenético *Paragonimus* sp. foi determinado como agente etiológico da doença (LEMOS *et al.*, 2007). Entre 2003 e 2005, o cestóide *Diphyllobothrium latum* foi identificado em pacientes

Tabela 1. Principais zoonoses ou patógenos com potencial zoonótico associados ao consumo e à manipulação de pescado

Doença	Agente etiológico	Países onde a ocorrência da zoonose foi relatada	Referência
Zoonoses causadas por cestódeos			
Difilobotríase	<i>Diphyllobothrium latum</i> <i>D. nihonkaiense</i>	Brasil, Peru, Chile, Argentina, Suíça, França, Itália, EUA, Japão, Rússia e Coreia do Sul	[32, 47, 106,107]
Zoonoses causadas por trematódeos			
Fagicolose	<i>Ascocotyle (Phagicola) longa</i>	Brasil	[21]
Clonorquíase	<i>Clonorchis sinensis</i>	China, Rússia, Japão, Coreia do Sul, Vietnã e Taiwan	[53, 55, 75]
Opistorquíase	<i>Opisthorchis felineus</i> <i>O. viverrini</i>	França, Alemanha, Grécia, Itália, Rússia, Ucrânia, Espanha, Polônia, Laos, Malásia e Tailândia	[86, 95, 121]
Paragonimíase	<i>Paragonimus sp.</i>	Brasil, China, Japão, Filipinas, Coreia do Sul, Equador e EUA	[57, 70]
Zoonoses causadas por nematódeos			
Anisaquíase	<i>Anisakis simplex</i> <i>Anisakis sp.</i>	Brasil, Holanda, América do Norte, Espanha, China e Japão	[5, 15, 101]
Pseudoterranovíase	<i>Pseudoterranova decipiens</i> <i>Pseudoterranova sp.</i>	Japão, Coreia do Sul, Chile, Itália e França	[17, 83]
Contracequíase	<i>Contracaecum sp.</i> <i>Contracaecum osculatum</i>	Austrália, Alemanha, Coreia do Sul e Japão	[13, 110]
Histerotilacíase	<i>Hysterothylacium sp.</i>	Japão	[1]
Gnastostomíase	<i>Gnathostoma gracile</i> <i>G. spinigerum</i>	Brasil, Sudeste Asiático, Coreia do Sul, China, Japão, Índia, Sri Lanka, Zâmbia, Botsuana, Austrália, Peru, Guatemala, Equador, Colômbia e México	[19, 23, 24, 26]
Capilariase	<i>Capillaria philippinensis</i>	Filipinas, Tailândia, Coreia do Sul, Japão, Taiwan, Índia, Irã, Emirados Árabes, Egito, Itália e Reino Unido	[3, 74, 104]
Eustrongilídiase	<i>Eustrongylides ignotus</i> <i>E. tubifex</i>	EUA	[8]
Dioctofimose	<i>Dioctophyme renale</i>	Brasil, Índia, Grécia, Rússia, Austrália, Coreia do Sul, Irã, China e EUA	[71, 125]

(Continua)

(continuação)

Doença	Agente etiológico	Países onde a ocorrência da zoonose foi relatada	Referência
Doenças parasitárias com potencial zoonótico			
Botriocefalíase (cestódeo)	<i>Bothriocephalus acheilognathi</i>	Guiana Francesa	[130]
Clinostomíase (trematódeo)	<i>Clinostomum complanatum</i> <i>C. marginatum</i>	Japão	[50]
Centrocestose (trematódeo)	<i>Centrocestus formosanus</i>	Taiwan, Filipinas e Laos	[18, 26, 55]
Zoonoses causadas por bactérias			
Infecção por <i>Streptococcus agalactiae</i> , sorotipo III, ST-283		Singapura	[59, 97, 117, 118]
Infecção por <i>Streptococcus iniae</i>		EUA, Canadá, Singapura, Taiwan e Hong Kong	[28, 67, 116, 127]
Micobacteriose	<i>Mycobacterium marinum</i>	Brasil, EUA, Espanha, França e Israel	[4, 109, 122]
Doenças bacterianas com potencial zoonótico			
Infecção por <i>Lactococcus garvieae</i>		Brasil, China, Taiwan, França, Coreia do Sul e Israel	[42, 52]
Erisipeloide	<i>Erysipelothrix spp.</i>	Japão e Canadá	[51, 100]
Vibriose	<i>Vibrio vulnificus</i>	Brasil, EUA, Europa, Israel e Taiwan	[2, 39, 58]
Fotobacteriose	<i>Photobacterium damsela</i>	Coreia do Sul	[60]
Brucelose	<i>Brucella sp.</i>	Nova Zelândia e Peru	[80, 114]

hospitalizados que relataram terem ingerido peixe cru (salmão importado do Chile) nos estados de São Paulo e Bahia (SAMPAIO *et al.*, 2005; SANTOS e FARO, 2005). Ainda em 2005, um homem pescou e consumiu, na forma *in natura* (sashimi), um tucunaré (*Cichla sp.*), apresentando sensibilidade abdominal e dores no ombro dias após a ingestão do peixe. Lesões avermelhadas foram verificadas no ombro deste paciente, sugerindo a possibilidade de migração de larvas na pele. Apesar da não visualização da

forma larval e dos ovos do parasito, o nematoide *Gnathostoma spinigerum* foi detectado por meio de um método de imunodiagnóstico, que usou o sangue coletado deste paciente (VARGAS *et al.*, 2012). Por fim, em 2010, um caso clínico de anisakiíase foi observado no estado do Mato Grosso, em um paciente que havia relatado a ingestão de frutos do mar crus, sendo o nematoide *Anisakis sp.* visualizado no estômago e no intestino do paciente mediante exame endoscópico (ROSA DA CRUZ *et al.*, 2010). Com

relação às zoonoses bacterianas, relatos de doenças em seres humanos provocadas pelo consumo da carne de pescado contaminado com *Vibrio vulnificus* e *Lactococcus garviae* foram descritos nos estados de São Paulo e Paraná (ARAÚJO *et al.*, 2007; HIRAKAWA *et al.*,

2011; FRANÇA *et al.*, 2013), enquanto *Mycobacterium marinum* foi identificado em paciente com doença cutânea associada à limpeza de aquário domiciliar, que provavelmente continha um peixe ornamental infectado pela bactéria (SETTE *et al.*, 2015).

3. Zoonoses parasitárias

As zoonoses parasitárias são as principais doenças transmissíveis por pescado. Várias revisões de literatura já foram publicadas sobre esse assunto (OKUMURA *et al.*, 1999; CÁRDIA e BRESCIANI, 2012; MAGALHÃES *et al.*, 2012), inclusive já se tem disponível um livro que aborda a grande maioria das zoonoses parasitárias transmissíveis por peixes no Brasil (PAVANELLI *et al.*, 2015). Dessa forma, optamos por fazer uma revisão descritiva. A

...relatos de doenças em seres humanos provocadas pelo consumo da carne de pescado contaminado com Vibrio vulnificus e Lactococcus garviae foram descritos nos estados de São Paulo e Paraná...

...enquanto Mycobacterium marinum foi identificado em paciente com doença cutânea associada à limpeza de aquário domiciliar...

As zoonoses parasitárias são as principais doenças transmissíveis por pescado.

caracterização morfológica, o ciclo de vida dos parasitos, o diagnóstico e o tratamento de seres humanos não serão abordados neste capítulo.

3.1. Difilobotríase

Difilobotríase é uma doença zoonótica causada por cestódeos do gênero

Diphyllobothrium. O ser humano é um dos hospedeiros definitivos da doença, sendo infectado por meio da ingestão de larvas plerocercoides presentes em carne de peixe (hospedeiro intermediário) sem um tratamento térmico adequado. Tais larvas se alojam no intestino do hospedeiro definitivo e atingem a forma adulta (PAVANELLI *et al.*, 2015). O curso clínico da doença no ser humano pode variar de assintomático a quadros de desconforto abdominal, náuseas, vômitos, diarreia e epilepsia. Complicações como anemia microcítica e megaloblástica, resultantes da má absorção e deficiência de vitamina B12 em infestações prolongadas, podem ser observadas (EMMEL *et al.*, 2006). Surtos de difilobotríase geralmente estão associados ao consumo de carne crua de salmonídeos (KUCHTA *et al.*, 2017). No Brasil, estudo recente

identificou a presença de larvas de cestóides em *sushis* e *sashimis* comercializados na cidade de Fortaleza (MELO *et al.*, 2014). Não há registros de transmissão da doença por peixes de água doce (PAVANELLI *et al.*, 2015), entretanto larvas plerocercóides já foram identificadas em diferentes espécies de peixes residentes em lagos italianos, representando uma possível fonte de infecção para a população local (GUSTINELLI *et al.*, 2016).

3.2.

Botriocefalíase

O cestódeo *Bothriocephalus acheilognathi* tem emergido como um agente infeccioso de potencial zoonótico. Esse parasito e outros do gênero *Bothriocephalus* têm sido identificados em diferentes espécies de peixes marinhos e de água doce (KUCHTA e SCHOLZ, 2007). Esse cestódeo é considerado um importante patógeno para peixes cultivados ou de vida livre (especialmente carpas) ou para peixes ornamentais (HAN *et al.*, 2010; KOSUTHOVA *et al.*, 2015). *B. acheilognathi* já foi reporta-

No Brasil, estudo recente identificou a presença de larvas de cestóides [Diphyllbothrium] em sushis e sashimis comercializados na cidade de Fortaleza.

B. acheilognathi já foi reportado em carpas (Cyprinus carpio) cultivadas em uma fazenda produtora no Nordeste brasileiro ... A infecção em seres humanos pode ocorrer de forma acidental, por meio do consumo de carne crua de peixe parasitado.

do em carpas (*Cyprinus carpio*) cultivadas em uma fazenda produtora no Nordeste brasileiro (EIRAS *et al.*, 2010). A infecção em seres humanos pode ocorrer de forma acidental, por meio do consumo de carne crua de peixe parasitado. Entretanto, apenas um relato da doença foi descrito até a presente data, em um paciente oriundo da Guiana Francesa. A doença está relacionada com a passagem do parasito através do intestino humano, causando dor abdominal crônica e eosinofilia, sendo os ovos desse verme identificados em amostras de fezes de um paciente acometido pela doença (YERA *et*

al., 2013).

3.3. Fagicolose

A fagicolose é uma zoonose causada pelo trematódeo digenético *Ascocotyle (Phagicola) longa*. Metacercárias desse parasito têm sido comumente encontradas em vísceras e musculatura de tainhas (*Mugil* sp.) e atuam como forma infectante para o ser humano (MORAES, 2005). O consumo de carne crua de tainha é considerado fator predisponente

para o surgimento dessa doença. Estudo prévio detectou uma prevalência de 18,5% e 14,8% de metacercárias em *sushis* e *sashimis*, respectivamente, produzidos com tainha e comercializados na região metropolitana de São Paulo (OKUMURA *et al.*, 2013). Após serem ingeridas pelo homem, as metacercárias se alojam no intestino delgado desse hospedeiro, em especial o jejuno, e passam por processo de maturação. A infecção decorrente do alojamento desse parasito no tecido intestinal geralmente não causa sintomas clínicos, entretanto dores estomacais, enterite, diarreia, má absorção de alimentos e emagrecimento podem ser observados em infecções massivas (PAVANELLI *et al.*, 2015).

3.4. Clonorquíase

A clonorquíase é uma doença zoonótica ocasionada pelo trematódeo digenético *Clonorchis sinensis*. O homem adquire a infecção mediante a ingestão da carne crua, malcozida, ou inadequadamente curada, desidratada ou salgada, de peixes ou camarões infectados pela metacercária do parasito (LUN *et al.*, 2005).

A infecção intestinal por [Ascocotyle (Phagicola) longa] embora geralmente não causa sintomas clínicos, dores estomacais, enterite, diarreia, má absorção de alimentos e emagrecimento podem ser observados...

Não há relatos de identificação de metacercárias de C. sinensis em peixes no Brasil, entretanto o molusco que participa do ciclo de vida do parasita como hospedeiro intermediário (família Thiaridae) já foi encontrado nos rios brasileiros.

Após chegar ao duodeno, a larva infectante é capaz de migrar para os ductos biliares, considerado local de predileção desse parasita, e passa para a forma adulta. O ducto biliar infectado sofre diversas alterações patológicas, que culminam na manifestação de sinais clínicos de anorexia, indigestão, dores abdominais, diarreia, edema e hepatomegalia. Complicações cardíacas, emagrecimento, cirrose e toxemia decorrente da falência do fígado já foram relatados (HONG e FANG, 2012; HUNG *et al.*, 2013). Não há relatos de identificação de metacercárias de *C. sinensis* em peixes no Brasil, entretanto o molusco que participa do ciclo de vida do parasita como hospedeiro intermediário (família Thiaridae) já foi encontrado nos rios brasileiros (PAVANELLI *et al.*, 2015) com a presença da forma larval, do tipo pleurolofocerca, detectada (PINTO e MELO, 2013). Não há relato de caso autóctone de clonorquíase no Brasil, todavia ovos de *C. sinensis* foram detectados em imigrantes asiáticos residentes em São Paulo, em 1984, submetidos a exames la-

boratoriais para a regularização da permanência deles no país (LEITE *et al.*, 1989).

3.5. Clinostomíase

A clinostomíase é uma zoonose provocada pelos trematódeos digenéticos do gênero *Clinostomum*, incluindo *C. complanatum* e *C. marginatum*. Metacercárias desse parasita têm sido encontradas em diferentes espécies de peixes no Brasil, incluindo tilápia (*Oreochromis niloticus*), dourado (*Salminus brasiliensis*) e jundiá (*Rhandia quelen*) (SILVA *et al.*, 2008), encistando-se em várias regiões do corpo dos peixes, inclusive nos músculos, entretanto surtos da doença ainda não foram registrados no país. A infecção em ser humano pode ocorrer pela ingestão de carne de peixe crua contendo a metacercária, que possui a capacidade de migrar pelo esôfago e atingir a cavidade oral, causando faringite e/ou laringite (HARA *et al.*, 2014).

3.6. Opistorquíase

A opistorquíase é uma zoonose causada pelos trematódeos digenéticos *Opisthorchis viverrini* e *O. felineus*. O ser humano é infectado pela ingestão de peixe

A clinostomíase é uma zoonose provocada pelos trematódeos digenéticos do gênero Clinostomum ... encontrado em tilápia (Oreochromis niloticus), dourado (Salminus brasiliensis) e jundiá (Rhandia quelen).

de água doce na forma *in natura* (cru), salgado, curtido, defumado ou desidratado contendo as metacercárias do parasito (OKUMURA *et al.*, 1999). Esses parasitos afetam ductos biliares e pancreáticos, provocando obstruções, processos inflamatórios e fibrose em casos não tratados (TSELEPATIOTIS *et*

al., 2003). Febre, dor abdominal, cefaleia, artralgia, diarreia e náusea são os sinais clínicos relatados em infecções em seres humanos. Com a cronicidade da doença, quadro de colangite, abscessos hepáticos, pancreatite aguda e peritonite biliar têm sido observados (POZIO *et al.*, 2013). Acredita-se que a infecção causada por *O. viverrini* possa induzir a formação de um tumor maligno do epitélio do ducto biliar conhecido como colangiocarcinoma (NAIR *et al.*, 2011). Assim como *Clonorchis sinensis*, as metacercárias de *O. viverrini* e *O. felineus* não foram identificadas

em peixes no Brasil, entretanto doenças provocadas por esses parasitos ocorrem com alta frequência nos países asiáticos (NAIR *et al.*, 2011).

3.7. Paragonimíase

Paragonimíase é

Acredita-se que a infecção causada por O. viverrini possa induzir a formação de um tumor maligno do epitélio do ducto biliar conhecido como colangiocarcinoma.

uma doença zoonótica ocasionada por trematódeos digenéticos do gênero *Paragonimus*. A infecção em seres humanos ocorre pela ingestão de crustáceos de água doce crus ou malcozidos contaminados com as metacercárias do parasito (LEMOS *et al.*, 2007). Após atingir o intestino delgado desse hospedeiro, o parasito começa a migrar para os pulmões, que é considerado o seu principal local de infecção. Durante esse processo de migração, quadros de pneumotórax e pneumonia hemorrágica podem ser observados no ser humano infectado. Já no pulmão, os parasitos adultos se encistam, cavitando o parênquima pulmonar. Os sintomas clínicos da doença são inespecíficos, e os resultados de exames radiográficos podem ser confundidos com tuberculose (JHAYYA *et al.*, 2000). O hospedeiro primário desse parasita, o molusco *Thiara (Melanoides) tuberculata*, foi introduzido no Brasil em 1967, entretanto o segundo hospedeiro intermediário ainda não é conhecido, o que parece dificultar a ocorrência de casos autóctones no nosso país

[*Paragonimus*]
Durante o processo de migração, quadros de pneumotórax e pneumonia ... podem ser confundidos com tuberculose.

Não há relatos da infecção [*Anisakis*] em seres humanos no Brasil, porém cercárias do tipo pleurolofocerca e metacercárias ... foram encontradas no molusco *Thiara (Melanoides) tuberculata*

(SIQUEIRA-BATISTA *et al.*, 2006).

3.8. Centrocestose

Poucos casos de infecção em seres humanos pelo trematódeo digenético *Centrocestus formosanus* têm sido reportados. Entre os casos descritos, o consumo de peixe cru tem sido

associado com a eliminação do parasito adulto (DE e LE, 2011; CHAI *et al.*, 2013). No entanto, a patogenicidade da infecção em seres humanos é, até então, desconhecida.

Não há relatos da infecção em seres humanos no Brasil, porém cercárias do tipo pleurolofocerca e metacercárias desse parasito foram encontradas no molusco *Thiara (Melanoides) tuberculata* (XIMENES *et al.*, 2016) e em tecido branquial de peixes (PINTO e MELO, 2012), inclusive de tilápias (PINTO *et al.*, 2014).

3.9. Anisakiase

A anisakiase é uma parasitose gastrointestinal resultante da ingestão acidental de larvas de terceiro estágio (L3) viáveis de nematódeos do gênero *Anisakis*, principalmente *A. simplex*, que podem ser adquiridas por meio do consumo de salmão,

bacalhau, anchovas, linguado, merluza, lula, entre outros, que não receberam tratamento térmico adequado (PRADO e CAPUANO, 2006). A severidade da anisakiase varia de leve a grave e pode se apresentar como doença gastrointestinal, ectópica ou alérgica (BAO *et al.*, 2017). Na doença gastrointestinal, são observados sinais clínicos, como dores abdominais, diarreia, náusea e vômito. A doença ectópica ou extragastrointestinal tem sido reportada pela migração da larva e identificação do parasita em diferentes órgãos do hospedeiro. Por fim, a exposição aos antígenos do parasito após a ingestão do peixe infectado pode causar uma reação de hipersensibilidade, formando pápulas pruriginosas e edemas de tecido subcutâneo ou dérmico. Em casos de infecção severa, a reação alérgica pode culminar na morte do ser humano infectado, por choque anafilático (CASTI *et al.*, 2017). Essa zoonose já foi descrita no Brasil (ROSA DA CRUZ *et al.*, 2010) e as larvas desse parasito têm sido identificadas em diferentes espécies de peixes no país, como pescada-olhuda (*Cynoscion guatucupa*), anchoita (*Engraulis anchoita*), congro-rosa (*Genypterus blacodes*), peixe-sapo (*Lophius gastrophysus*), carapau (*Trachurus latha-*

mi) e linguado (*Paralichthys isosceles*) (EIRAS *et al.*, 2016).

3.10. Pseudoterranovíase

Nematódeos do gênero *Pseudoterranova* têm sido considerados um risco para a saúde humana em decorrência de patologias causadas após a ingestão de peixes crus ou malcozidos (TIMI *et al.*, 2014). Sintomas inespecíficos, como febre, urticária, erupções cutâneas e dores abdominais no lado direito são descritos (CAVALLERO *et al.*, 2016). Entretanto, larvas (L3) desse parasito têm sido identificadas na região do pescoço, da boca, da faringe, da laringe, do esôfago e do cólon ascendente de seres humanos infectados, provocando irritação local e quadros alérgicos (MERCADO *et al.*, 2001). Larvas desse parasito têm sido identificadas em diferentes espécies de peixes no Brasil, como cavala (*Caranx hippos*), pirapema (*Priacanthus arenatus*), pargo (*Pagrus pagrus*) e em amostras de bacalhau (*Gadus sp.*), importadas e comercializadas no estado de Minas Gerais (MAFRA *et al.*, 2015). Porém, nenhuma infecção humana foi reportada no país.

Nematódeos do gênero
Pseudoterranova
[larvas]
...identificadas.
em... peixes como
cavala (*Caranx*
hippos), pirapema
(*Priacanthus*
arenatus), pargo
(*Pagrus pagrus*) ...
bacalhau (*Gadus sp.*),
... porém nenhuma
infecção humana foi
reportada no país.

3.11. Contracequiase

A contracequiase é um problema zoonóti-

co relacionado com a ingestão de peixes e derivados contaminados com a larva (L3) de nematódeos do gênero *Contraecaecum*, especialmente *C. osculatum*, sem um prévio tratamento térmico adequado (ZUO *et al.*, 2017). Seres humanos infectados podem apresentar episódios de dores gastrointestinais, vômito, diarreia e náuseas (SHAMSI e BUTCHER, 2011; BUCHMANN e MEHRDANA, 2016). Larvas desse parasito têm sido identificadas em diferentes espécies de peixes, tanto de água doce como marinhos, em todo o território brasileiro, como piraputanga (*Brycon hilarii*), traíra (*Hoplias malabaricus*), pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), jundiá e dourado. Entretanto, casos clínicos da infecção em seres humanos não têm sido reportados no país (EIRAS *et al.*, 2016).

3.12. Histerotilacíase

A histerotilacíase

Larvas [de Contraecaecum foram]... identificadas em ... peixes ... em ... território brasileiro, como piraputanga (Brycon hilarii), traíra (Hoplias malabaricus), pintado (Pseudoplatystoma corruscans), jundiá e dourado. ... Entretanto, casos humanos não [foram] reportados no país.

Tanto a forma larval como o estágio adulto [Hysterothylacium] ... são encontrados no Brasil [em] garoupa (Epinephelus guttatus), tiravira (Percophis brasiliensis), abrótea (Urophycis brasiliensis), pargo e dourado... No entanto, nenhum ... [caso humano foi] descrito no país.

é uma zoonose relacionada à ingestão acidental de larvas (L3) de nematódeos do gênero *Hysterothylacium*, presentes em peixes crus, malcozidos, defumados ou salgados (ANDRADE-PORTO *et al.*, 2015). Tanto a forma larval como o estágio adulto desse parasito são encontrados na cavidade visceral, no mesentério e no intestino de peixes de água doce e marinhos no Brasil, como garoupa (*Epinephelus guttatus*), tira-vira (*Percophis brasiliensis*), abrótea (*Urophycis brasiliensis*), pargo e dourado (EIRAS *et al.*, 2016). No entanto, nenhum caso dessa doença tem sido descrito no país.

Larvas desse parasito também têm sido identificadas em lulas destinadas ao consumo humano na Itália (SERRACCA *et al.*, 2013). No ser humano infectado, as larvas invadem a parede intestinal, produzindo um granuloma eosinofílico e uma reação alérgica acentuada. Com isso, episódios de dores abdominais e diarreia persistente podem ser observados (ANDRADE-PORTO *et al.*, 2015; PAVANELLI *et al.*, 2015).

3.13. Gnatostomíase

Gnatostomíase é uma zoonose helmíntica secundária à ingestão de peixe ou frutos do mar *in natura* contaminados com larvas (L3) encistadas de nematódeos pertencentes ao gênero *Gnathostoma* (VANEGAS *et al.*, 2014). A ingestão de água contendo copépodes infectados com a larva de primeiro estágio (L1) e a penetração direta de larvas (L3) na pele de manipuladores de pescado têm sido consideradas vias alternativas de transmissão da doença (DIAZ, 2015). O consumo de “ceviche” em países hispano-americanos tem sido considerado fator predisponente da ocorrência de surtos dessa parasitose (CORNAGLIA *et al.*, 2016). Dores gástricas, náuseas e episódios de vômitos são sinais clínicos observados posteriormente à ingestão do parasito. Entretanto, quatro manifestações clínicas típicas podem ser observadas, como: doença cutânea com migração intermitente, que pode culminar no encapsulamento das larvas no tecido subcutâneo; doença visceral ou gastrointestinal; neurognatostomíase; e gnatostomíase ocular (DANI *et al.*, 2009; DIAZ, 2015; CHAVES *et al.*, 2016; CORNAGLIA *et al.*, 2016). Dentre todas essas manifestações clí-

*Larvas de
[Gnathostoma]
..[foram] encontradas
em pirarucu
(Arapaima gigas) e
tucunaré, ... [cuja]
carne [é] consumida
na forma de sashimi,
... com relatos dessa
zoonose... no Brasil.*

nicas, a doença cutânea é a mais comum, sendo observadas lesões pruriginosas eritematoedematosas (DANI *et al.*, 2009). Larvas desse parasito têm sido encontradas em pirarucu (*Arapaima gigas*) e tucunaré, peixes com bastante aceitação pela população brasileira, sendo, inclusive, a carne con-

sumida na forma de *sashimi*, (EIRAS *et al.*, 2016). Relatos dessa zoonose têm sido descritos no Brasil (VARGAS *et al.*, 2012; CHAVES *et al.*, 2016).

3.14. Capilaríase

A capilaríase é uma zoonose causada pelo nematódeo *Capillaria philippinensis*, e infecções em seres humanos são raramente observadas (ATTIA *et al.*, 2012). O consumo de carne de peixe cru ou malcozida tem sido considerado fator crucial para a infecção intestinal por esse parasito. Entretanto, a infecção também tem sido observada em pessoas sem histórico da ingestão de peixes (LU *et al.*, 2006). *C. philippinensis* parasita o intestino delgado, causando diarreia contínua ou intermitente, dores abdominais, borborigmos, perda muscular, emagrecimento, fraqueza e edema. Caso a parasitose não seja tratada, uma exa-

*Há registros
[de Capillaria
philippinensis] no
Brasil, principalmente
em peixes
ornamentais.*

cerbada perda muscular é observada, seguida por caquexia, desequilíbrio eletrolítico, complicações cardíacas, septicemia, culminando, inclusive, no óbito do paciente (SAICHUA *et al.*, 2008). Há registros da presença desse parasito no Brasil, principalmente em peixes ornamentais (LUQUE *et al.*, 2011).

3.15. Eustrongilidíase

A eustrongilidíase é uma doença zoonótica causada por nematódeos do gênero *Eustrongylides*. *E. ignotus* e *E. tubifex* são as espécies que possuem maior incidência em infecções em seres humanos (OKUMURA *et al.*, 1999). A ingestão de larvas de quinto estágio (L5), presentes em carne de peixes de água doce crua ou malcozida, tem proporcionado quadro de gastrite, dor abdominal e perfuração intestinal em seres humanos (BRANCIARI *et al.*, 2016). Tais larvas podem ser encontradas encistadas ou livres na cavidade celomática ou na musculatura esquelética de muitas espécies de peixes no Brasil, conferindo aspecto repugnante para

...larvas [de *Eustrongylides*] podem ser encistadas ou livres na cavidade celomática ou na musculatura esquelética ... de peixes no Brasil, conferindo aspecto repugnante para a carne de traíra, pintado, pirarucu, pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e dourado.

D. renale já foi identificado em peixes de vida livre no Brasil, como peixe-cachorro (*Acestrorhynchus lacustres*) e tamoatá (*Hoplosternum littorale*) ... Contudo, apenas um caso ... de infecção em seres humanos...

a carne de traíra, pintado, pirarucu, pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e dourado (MENEQUETTI *et al.*, 2013; EIRAS *et al.*, 2016). Entretanto, essa zoonose não tem sido reportada em seres humanos no Brasil.

3.16. Dioctofimose

A dioctofimose é uma doença zoonótica causada pelo nematódeo *Dioctophyme renale*. Esse parasito tem tropismo

pelo tecido renal, causando obstrução, nefrite, hipertrofia renal, hidronefrose, cólica e destruição do parênquima renal, sendo necessária a remoção cirúrgica do rim afetado (VENKATRAJIAH *et al.*, 2014). *D. renale* já foi identificado em peixes de vida livre no Brasil, como peixe-cachorro (*Acestrorhynchus lacustres*) e tamoatá (*Hoplosternum littorale*) (EIRAS *et al.*, 2016). Contudo, apenas um caso clínico de infecção em seres humanos foi assistido no país (LISBOA, 1945). A infecção por esse parasito tem sido associada à ingestão de larvas encistadas em rãs ou peixe crus ou à ingestão acidental de anelídeos aquáticos infectados

(VENKATRAJIAH *et al.*, 2014).

4. Zoonoses bacterianas

No ambiente aquático, uma grande variedade de espécies bacterianas coabita com os organismos aquáticos, podendo algumas delas causar doenças nesses animais (LOWRY e SMITH, 2007). Apesar da identificação de patógenos bacterianos em pescados e a detecção de alguns desses agentes infecciosos também em seres humanos, pouco se sabe sobre a conexão epidemiológica das bactérias nesses diferentes hospedeiros, ou se existe uma relação de caráter zoonótico entre elas (GAUTHIER, 2015). Entretanto, algumas infecções bacterianas têm sido descritas como zoonose ou de potencial zoonótico, e a sua transmissão está associada tanto à ingestão do pescado, quanto ao contato direto, por abrasão, cortes, ou penetração bacteriana por meio de feridas na pele, quando o ser humano manipula peixes ou fômites (água) infectados (BOYLAN, 2011; GAUTHIER, 2015). Assim, manipuladores de pescado possuem o maior risco de desenvolvimento de algumas zoonoses bacterianas, devido ao contato direto com o animal infectado, o que sugere, portanto, uma doença de caráter ocupacional. A doença ocupacional é considerada epidemiologicamente mais grave do que o consumo de pescado *in natura*, devido ao contato constante com o animal/produto.

A seguir, descreveremos as princi-

pais bactérias patogênicas de organismos aquáticos, especialmente peixes, consideradas zoonoses ou de potencial zoonótico, por importância epidemiológica, focando nas formas de contágio e principais sinais clínicos observados no ser humano infectado.

4.1. Vibriose

Vibrio vulnificus é um bastonete Gram-negativo frequentemente encontrado na água do mar, em sedimentos, plânctons e frutos do mar (ostras, mexilhões e caranguejo) (HAENEN *et al.*, 2013). Essa bactéria também tem causado doenças em diferentes espécies de peixes, incluindo as enguias (GAUTHIER, 2015). No ser humano, a doença pode se manifestar de duas formas: uma em razão da ingestão de frutos do mar, principalmente ostras cruas, contendo a bactéria (JONES e OLIVER, 2009), que geralmente está mais associada com DTA do que com uma zoonose propriamente dita; outra em razão do contato de lesões da pele com a água do mar, peixe ou moluscos infectados (HAENEN *et al.*, 2013). O consumo do pescado contaminado pode resultar em uma severa e fulminante infecção sistêmica, com sinais clínicos que podem variar de febre, calafrios, náuseas, formação de lesões secundárias nas extremidades, choque séptico hipotensivo e morte (JONES e OLIVER, 2009). A doença cutânea, por outro lado, pode evoluir

para fasciíte necrosante, septicemia generalizada e morte do paciente afetado (HAENEN *et al.*, 2013). *V. vulnificus* já foi isolado em camarões comercializados em uma feira de pescado em Fortaleza (NASCIMENTO *et al.*, 2001) e dois relatos de morte associados com o consumo de pescado contaminado com essa bactéria já foram relatados no Brasil (ARAÚJO *et al.*, 2007; FRANÇA *et al.*, 2013).

4.2. Micobacteriose

Mycobacterium marinum é um bacilo Gram-positivo, ácido-álcool resistente, que causa doença sistêmica e granulomatosa em várias espécies de peixes, tanto de água doce como marinhos, no mundo, especialmente em peixes ornamentais, contaminando aquários, rios e mares (NGUYEN *et al.*, 2015). Há evidências moleculares da transmissão zoonótica dessa bactéria, realizada por meio de metodologias de genotipagem que demonstraram um padrão restrito

V. vulnificus .. foi isolado de camarões ... em uma feira de pescado em Fortaleza ... e dois relatos de morte associados com o consumo de pescado contaminado ... foram relatados no Brasil.

causando uma lesão inflamatória granulomatosa crônica, nodular e ulcerada, geralmente observada nas mãos e nos antebraços (UCKO e COLORNI, 2005), especialmente em regiões mais frias, como costas das mãos e dedos (KUSAR *et al.*, 2016). Porém, a bactéria consegue atingir outros órgãos por meio de disseminação linfática, resul-

tando em tenossinovite, bursite, artrite e osteomielite (GAUTHIER, 2015). *M. marinum* tem sido isolado em linguado, “barbergoby” (*Elacatinus figaro*) (ROMANO *et al.*, 2012) e rãs (FERREIRA *et al.*, 2006) no Brasil, tendo um caso da infecção humana descrito no país (SETTE *et al.*, 2015).

4.3. Infecção por *Streptococcus agalactiae* (sorotipo III, ST-

A infecção [por *Mycobacterium marinum*] em seres humanos ocorre mediante o contato com peixes ou água contaminados ... atinge a pele e os tecidos adjacentes ... [com] lesão inflamatória granulomatosa crônica, nodular e ulcerada, geralmente ... nas mãos e nos antebraços.

Em 2015, surtos de bacteremia e meningite em seres humanos, associados ao consumo de carne crua de peixe, foram investigados em Singapura, e *Streptococcus agalactiae* (sorotipo III, ST-283) foi diagnosticado nesses surtos (TAN *et al.*, 2017). *S. agalactiae* acomete principalmente seres humanos, bovinos e peixes, destacando-se como patógeno emergente para a piscicultura mundial (MIAN *et al.*, 2009). Entretanto, apesar de uma alta similaridade genômica entre isolados de peixes obtidos na Ásia com um isolado humano (LIU *et al.*, 2013), não havia indícios concretos da possibilidade de transmissão natural dessa bactéria entre diferentes hospedeiros nos últimos anos. Estudos subsequentes realizados em Singapura demonstraram que o aumento de casos provocados por *S. agalactiae* estava associado com o consumo de “yusheng”, um prato preparado com carne crua de peixe de água doce (RAJENDRAM *et al.*, 2016; TAN *et al.*, 2016). Pacientes acometidos pela infecção apresentaram quadros de meningoencefalite, artrite séptica, infecção da medula espinhal, e alguns foram a óbito (KALIMUDDIN *et al.*, 2017; TAN *et al.*, 2017). Idosos, diabéticos e

S. agalactiae tem sido isolado em tilápias, pintado-da-amazônia, curimba (*Prochilodus lineatus*) e cará (*Geophagus brasiliensis*) no Brasil...

peças com doenças cardiovasculares foram considerados como grupo de risco para o aparecimento da doença (TAN *et al.*, 2016). *S. agalactiae* tem sido isolado em tilápias, pintado-da-amazônia, curimba (*Prochilodus lineatus*) e cará (*Geophagus brasiliensis*) no Brasil, desde 2001 (SALVADOR *et al.*, 2005; LEIRA *et al.*, 2016; TAVARES *et al.*, 2016). Entretanto, o padrão genômico da maioria dos isolados brasileiros pertence a um grupo genético relacionado apenas com o hospedeiro peixe (GODOY *et al.*, 2013), o que justificaria a não ocorrência de surtos de infecção por essa bactéria em seres humanos, quando relacionado ao consumo especialmente de tilápias no país. Contudo, no final de 2016, emergiu um novo sorotipo dessa bactéria no país, isolada em tilápias cultivadas na região Nordeste, sendo determinado como sorotipo III (CHIDEROLI *et al.*, 2017), porém os autores não avaliaram se esses isolados pertenciam ao genótipo ST-283. Portanto, não se pode afirmar que esse novo sorotipo introduzido no país possa representar risco para a saúde do consumidor.

4.4. Infecção por *Streptococcus iniae*

As infecções em peixes causadas por *Streptococcus iniae* estão associadas a quadros de septicemia e meningoencefalite, altos índices de mortalidade e perdas econômicas significativas, sendo a bactéria isolada em tilápias (FIGUEIREDO *et al.*, 2012) e pintado-da-amazônia (*Leiarius marmoratus* x *Pseudoplatystoma corruscans*) (TAVARES *et al.*, 2016) cultivados no Brasil. A infecção em seres humanos ocorre raramente e é oriunda da manipulação de peixes de cultivo e ornamentais infectados pela bactéria, caracterizando uma doença de cunho ocupacional (DODSON *et al.*, 1999). Celulite bacteriana nas mãos é o principal sinal clínico da infecção invasiva de *S. iniae* em seres humanos, entretanto bacteremia, artrite, meningite, endocardite e osteomielite também já foram descritos (WEINSTEIN *et al.*, 1997; LAU *et al.*, 2003; SUN *et al.*, 2007). Não há registros dessa zoonose em seres humanos no Brasil.

4.5. Infecção por *Lactococcus garviae*

Lactococcus garviae é um dos principais patógenos bacterianos que acometem a produção de peixes no Brasil e no mundo, provocando pre-

[*Streptococcus iniae* foi isolado de] tilápias e pintado-da-amazônia (*Leiarius marmoratus* x *Pseudoplatystoma corruscans*).

juízos econômicos significativos ao produtor (FUKUSHIMA *et al.*, 2017). Relatos de infecção por essa bactéria em ser humano geralmente têm sido associados ao consumo de peixe contaminado (RASMUSSEN *et al.*, 2014), entretanto são escassos os dados disponíveis de análises microbiológicas e moleculares que suportam a hipótese de que esse patógeno seja um agente zoonótico, sendo considerado apenas como uma bactéria de potencial zoonótico decorrente dos casos descritos na literatura (GIBELLO *et al.*, 2016). Seres humanos infectados apresentam complicações cardíacas, como endocardite, com colonização bacteriana nas valvas mitral ou tricúspide, bem como abscesso hepático, hemorragia cerebral, úlcera gástrica, osteomielite, peritonite, bacteremia, septicemia, e, em alguns casos, o paciente vai a óbito (WANG *et al.*, 2007; RUSSO *et al.*, 2012; RASMUSSEN *et al.*, 2014). *L. garviae* tem sido isolado de tilápia

Lactococcus garviae [foi] isolado de tilápia (*Oreochromis niloticus*) ... e surubim (*Pseudoplatystoma sp.*) ... doentes no Brasil, e um surto em ser humano.

(*Oreochromis niloticus*) (EVANS *et al.*, 2009) e surubim (*Pseudoplatystoma sp.*) (FUKUSHIMA *et al.*, 2017) doentes no Brasil, e um surto em ser humano (paciente com endocardite), associado ao consumo da carne

de peixe, foi relatado no país (HIRAKAWA *et al.*, 2011).

4.6. Fotobacteriose

Photobacterium damsela é um bastonete Gram-negativo que tem causado fotobacteriose em espécies marinhas de peixes no mundo. No Brasil, tem sido isolado de bijupirá (*Rachycentron canadum*) cultivado com ulcerações e lesões granulomatosas de tegumento (FIGUEIREDO *et al.*, 2011). Essa bactéria tem sido considerada um patógeno zoonótico e pode causar uma infecção oportunista por meio da exposição de feridas com a água salobra ou do mar contaminadas, entretanto lacerações ou perfurações durante a manipulação de peixes infectados têm sido consideradas a principal forma de infecção em seres humanos (GONÇALVES *et al.*, 2016). As lesões na pele podem evoluir para uma fasciíte necrosante e culminar na morte da pessoa afetada (GAUTHIER, 2015). A ingestão de pescado contaminado na forma *in natura* também tem sido associada a surtos de fotobacteriose em seres humanos. Nesses casos, febre, dores abdominais, dispneia, ascite, septicemia e morte foram os sinais clínicos e a evo-

[*Photobacterium damsela* foi isolado] de bijupirá (*Rachycentron canadum*) cultivado com ulcerações e lesões granulomatosas de tegumento...

lução clínica reportados (KIM *et al.*, 2009). Não há indícios dessa infecção em seres humanos no Brasil.

4.7. Brucelose

Brucelose é uma doença causada por uma bactéria intracelular,

Gram-negativa, pertencente ao gênero *Brucella*. A doença é endêmica em vários países do mundo, e o seu aparecimento está associado ao contato com animais contaminados, ou com a ingestão de carne ou produtos lácteos não pasteurizados oriundos desses animais (GODFROID *et al.*, 2005). Sabe-se que algumas espécies de peixes podem ser naturalmente infectadas por *Brucella* sp., atuando como possíveis reservatórios da bactéria (EL-TRAS *et al.*, 2010). Entretanto, são escassas as informações quanto à transmissão desse patógeno entre peixes e seres humanos. Apenas dois relatos na literatura científica demonstraram a possibilidade da infecção por *Brucella* sp.

em seres humanos pela ingestão de pescado cru. Os pacientes acometidos apresentaram neurobrucelose, granuloma intracerebral e osteomielite espinhal (SOHN *et al.*, 2003; MCDONALD *et al.*, 2006).

Dois relatos na literatura científica demonstraram a possibilidade da infecção por *Brucella* sp. em seres humanos pela ingestão de pescado cru.

4.8. Erisipeloide

Erysipelothrix rhusiopathiae é um bacilo Gram-positivo, reconhecido como patógeno em animais, especialmente em suínos. Entretanto, essa bactéria é ubíqua na natureza e tem sido reportada como colonizadora de peixes, frutos do mar, aves e insetos (ROMNEY *et al.*, 2001). A doença em seres humanos geralmente está associada à exposição ocupacional a carnes ou peixes contaminados, sendo açougueiros, magarefe, fazendeiros e manipuladores de pescado o grupo de risco para a aquisição da infecção (ROMNEY *et al.*, 2001). A infecção ocorre via contaminação de feridas cutâneas e resulta em uma localizada, dolorosa e autolimitante celulite, caracterizada por uma área edematosa de coloração roxa (GAUTHIER, 2015), tipicamente observada nos dedos e nas mãos (HARADA *et al.*, 2011). Doenças sistêmicas são incomuns, entretanto endocardite e osteomielite também já foram descritas em seres humanos, associadas com exposição ao pescado contaminado (ROMNEY *et al.*, 2001; HARADA *et al.*, 2011). Há apenas um

Há apenas um relato de ... septicemia hemorrágica em peixes no mundo ... Porém, esse patógeno já foi isolado da superfície corporal de peixes marinhos no Brasil.

relato de que essa bactéria cause septicemia hemorrágica em peixes no mundo (CHONG *et al.*, 2015). Porém, esse patógeno já foi isolado da superfície corporal de peixes marinhos no Brasil (CASTRO *et al.*, 1967). Por ser ubíqua também em ambientes

aquáticos e pela possibilidade de os peixes atuarem como vetores mecânicos da transmissão da bactéria (GAUTHIER, 2015), a erisipeloide tem uma importância significativa para a saúde pública humana no Brasil.

5. Prevenção das doenças zoonóticas

Medidas preventivas visando evitar doenças zoonóticas transmissíveis por pescado podem ser realizadas tanto durante o cultivo da espécie aquática quanto durante a recepção da matéria-prima em estabelecimentos de pescados e derivados.

Em uma propriedade produtora de organismos aquáticos, a identificação dos principais problemas vigentes deve ser observada e monitorada, de forma a minimizar condições que propiciem o aparecimento de doença

Em uma propriedade produtora de organismos aquáticos, a identificação dos principais problemas vigentes deve ser observada e monitorada, de forma a minimizar condições que propiciem o aparecimento de doença nos animais.

nos animais. O produtor e os demais responsáveis pelo criatório devem realizar um levantamento sobre os índices produtivos, o manejo, a taxa de mortalidade, e, além disso, coletar periodicamente material biológico e/ou água de cultivo para a realização de exames laboratoriais para a

Para assegurar que o pescado comercializado possua condições sanitárias propícias para o consumo humano, devem ser adotadas medidas preventivas em toda a cadeia produtiva...

detecção de patógenos. Dessa forma, é possível investigar a presença de agentes causadores de doenças infecciosas no plantel e, conseqüentemente, propor a ação corretiva mais apropriada para aquele local. Caso os agentes bacterianos ou parasitários, causadores ou não de zoonoses, estejam ausentes em uma determinada propriedade, a implementação de práticas de biossegurança deve ser realizada (FIGUEIREDO e LEAL, 2008). Tal medida visa impedir a recorrência de doenças e evitar a entrada de novos patógenos na propriedade. Uma medida de biossegurança seria, por exemplo, o controle de caramujos (hospedeiros intermediários) em criatórios comerciais, o que impossibilitaria o desenvolvimento do ciclo de vida dos trematódeos, com conseqüente não infecção dos peixes destinados à alimentação humana.

Para assegurar que o pescado comercializado possua condições sanitárias propícias para o consumo humano,

devem ser adotadas medidas preventivas em toda a cadeia produtiva após a recepção da matéria-prima no estabelecimento de pescado, que pode ser tanto barco-fábrica, abatedouro frigorífico ou unidade de beneficiamento de pescado e de produtos de pescado.

Nesses estabelecimentos,

é obrigatória a lavagem prévia do pescado destinado ao consumo humano, visando à remoção de sujidades e da microbiota superficial. Também é obrigatória a verificação visual de lesões atribuídas a doenças ou infecções ou à presença de parasitas. Dessa forma, peixes com lesões de origem infecciosa ou que apresente infestação maciça por parasitas devem ser considerados impróprios para o consumo humano (Figura 1). Por outro lado, pescado injuriado, mutilado, deformado, com alteração de cor ou com a presença de parasitos localizados, pode ser submetido ao aproveitamento condicional por meio do congelamento, da salga ou da cocção (BRASIL, 2017).

A presença de vermes na musculatura dos peixes pode ser observada como conseqüência da migração *post-mortem* ou durante o procedimento de congelamento da carne (CLEMENTE, 2011). A evisceração de peixes imediatamente após a captura previne a possibilidade de migração de larvas de alguns

parasitos das vísceras (Figura 2) para a musculatura dos peixes (KNOFF *et al.*, 2007). Durante a avaliação de filés na mesa de inspeção, conhecida como “candlingtable”, é possível visualizar larvas na musculatura do peixe, entretanto esse procedimento é dependente de algumas variáveis para aumentar a sua eficiência, como: a espessura do filé, a presença de pele na amostra, a pigmentação da musculatura (carnes mais escuras dificultam a identificação de larvas de helmintos) e o nível de experiência do avaliador (EIRAS *et al.*, 2016). Amostras de pescado também podem ser coletadas e submetidas à digestão enzimática com pepsina acidificada para a extração de larvas e cistos de parasitos, com posterior visualização em estereomicroscópio e identificação do parasito (OKUMURA *et al.*, 2013).

Quanto à detecção de patógenos bacterianos, durante a inspeção do pescado, deve-se avaliar a presença de lesões ou granulomas na superfície corporal e na musculatura do peixe (Figura 3). Análises laboratoriais podem ser realizadas para garantir a inocuidade do pescado e de pratos elaborados com pescados crus, atendendo ao Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos (RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001), elaborado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2001). Amostras de vísceras e musculatura podem ser obtidas de pescados, coletadas de forma

asséptica e enviadas para laboratórios especializados em diagnóstico de doenças alimentares (LOWRY e SMITH, 2007).

Outro fator importante de prevenção de doenças zoonóticas transmissíveis por pescado seria pelo controle da temperatura. Entre os tratamentos térmicos, a conservação do pescado por congelamento tem sido considerada metodologia que garante maior proteção para a população quanto à qualidade da carne de peixe cru. Dessa forma, o produto destinado ao consumo *in natura* deve ser submetido ao processo de congelamento a -20°C, por 24 horas, ou a -35°C, durante 15 horas, como estipulado pela legislação brasileira (BRASIL, 2017). Cabe ressaltar que esse procedimento é capaz de mitigar a ocorrência de zoonoses de origem parasitária (EIRAS *et al.*, 2016) e atua como método bacteriostático para os principais microrganismos patogênicos de origem bacteriana (SOUZA *et al.*, 2013). A cocção, quando empregada, também reduz o risco de transmissão das zoonoses, por meio da destruição do agente infeccioso. Esse procedimento pode ser realizado tanto pela indústria como pelo consumidor final, sendo recomendado o aquecimento da carne a, pelo menos, 70°C (ROSSI *et al.*, 2014).

A salga e a conservação em vinagre reduzem os riscos da infecção por zoonoses parasitárias mediante o consumo de pescado, entretanto não eli-

minam a possibilidade de transmissão, visto que alguns helmintos, principalmente os nematódeos, são capazes de sobreviver em salmouras (MASSON e PINTO, 1998). A defumação da carne de pescado a 121°C por três horas tem possibilitado a inativação de metacercárias de *Ascocotyle longa* em tainhas (OKUMURA *et al.*, 1999), sendo, portanto, uma medida alternativa de prevenção.

Para reduzir os riscos da aquisição de infecções bacterianas de caráter zoonótico por meio da manipulação do pescado, deve-se evitar o contato direto com o animal e a água com suspeita de contaminação, caso haja ferimentos, cortes ou lacerações na pele. Ao manipular ou processar o pescado, limpar aquários ou tanques, a pessoa responsável deve utilizar luvas, especialmente a prova d'água, e, ao terminar a atividade, deve higienizar adequadamente as mãos com água, sabão e sanitizante. É recomendado que grupo de risco, como idosos, diabéticos e pacientes imunossuprimidos, evitem a manipulação de pescado ou realizem a limpeza dos tanques/aquários onde esses animais habitam. A comercialização de peixes abatidos, eviscerados, sem a presença de escamas e nadadeiras, é considerada

Para reduzir os riscos da aquisição de infecções bacterianas de caráter zoonótico por meio da manipulação do pescado, deve-se evitar o contato direto com o animal e a água com suspeita de contaminação ...

uma medida preventiva da ocorrência de zoonoses cutâneas associadas à manipulação de pescado (HAENEN *et al.*, 2013).

Três ações do governo podem ser realizadas para reduzir a incidência de zoonoses em pescado: melhorias no saneamento básico, controle de importação de pescado e educação continuada. O investimento em saneamento básico poderia evitar a contaminação de rios e mares com excrementos de seres humanos que possam favorecer a perpetuação e sobrevivência de parasitos no

ambiente. Deve-se evitar a importação de pescado oriundo de regiões endêmicas das zoonoses, tanto de origem parasitária quanto bacteriana. E, por fim, deve-se promover a conscientização da população, por meio de programas de educação continuada, quanto aos riscos associados à ingestão da carne de pescado cru ou malcozido, caso esses alimentos este-

jam contaminados, visto que peixe cru, na forma de *sushi*, *sashimi* ou derivados, tem grande aceitação por parte da população, sendo o consumo desse tipo de carne considerado, em algumas regiões, um hábito cultural (OKUMURA *et al.*, 1999; BARROS *et al.*, 2006; MAGALHÃES *et al.*, 2012; HAENEN *et al.*, 2013).

6. Considerações finais

Apesar da baixa incidência de zoonoses relatadas no país associada à ingestão ou à manipulação de pescado, não se pode descartar a possibilidade da transmissão delas entre organismos aquáticos e o homem, visto que o peixe atua como hospedeiro intermediário de algumas zoonoses parasitárias. Ainda há uma dificuldade no diagnóstico dessas doenças, sendo elas muitas vezes negligenciadas, uma vez que falta conhecimento prévio por parte dos profissionais de saúde em relação à complexidade da biologia desses patógenos zoonóticos.

Considerar que o consumo de peixe cru seja risco no Brasil nos leva a acreditar que há falhas na inspeção desse produto, porém essa sentença não é verdadeira. No Brasil, a grande maioria dos estabelecimentos que manipulam pescado é fiscalizada por algum órgão governamental, seja por inspeção federal (SIF), estadual, municipal ou pela Anvisa, e, do mesmo modo, tais estabelecimentos necessitam ter responsáveis técnicos (médicos veterinários) para assegurar a qualidade do produto comercializado. Além disso, a maior parte da população adquire o peixe na forma congelada, em estabelecimentos comerciais que possuem fisca-

... a maior parte da população adquire o peixe na forma congelada, em estabelecimentos comerciais que possuem fiscalização sanitária frequente, o que reduz as chances de doenças zoonóticas.

lização sanitária frequente, o que reduz as chances da ocorrência de doenças zoonóticas. Infelizmente, o consumo da carne de pescado *in natura* só se torna risco para a população quando esse produto não é inspecionado. Isso pode ocorrer em decorrência do repasse do pescado diretamente do produtor para um comerciante ambulante, não registrado em órgãos federais, ou diretamente para o consumidor final.

7. Referências Bibliográficas

1. ANDRADE-PORTO, S. M.; CÁRDENAS, M. Q.; MARTINS, M. L. *et al.* First record of larvae of *Hysterothylacium* (Nematoda: Anisakidae) with zoonotic potential in the pirarucu *Arapaima gigas* (Osteichthyes: Arapaimidae) from South America. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, p. 790-795, 2015.
2. ARAÚJO, M. R. E. D.; AQUINO, C.; SCARAMAL, E. *et al.* *Vibrio vulnificus* infection in São Paulo, Brazil: case report and literature review. **Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 11, p. 302-305, 2007.
3. ATTIA, R. A. H.; TOLBA, M. E. M.; YONES, D. A. *et al.* *Capillaria philippinensis* in upper Egypt: has it become endemic? **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 86, n. 1, p. 126-133, 2012.
4. AUBRY, A.; CHOSIDOW, O.; CAUMES, E. *et al.* Sixty-three cases of *Mycobacterium marinum* infection: clinical features, treatment, and antibiotic susceptibility of causative isolates. **Archives of Internal Medicine**, v. 162, n. 15, p. 1746-1752, 2002.
5. BAO, M.; PIERCE, G. J.; PASCUAL, S. *et al.* Assessing the risk of an emerging zoonosis

- of worldwide concern: anisakiasis. **Scientific Reports**, v. 7, p. 43699, 2017.
6. BARROS, L. A.; FILHO, J. M.; OLIVEIRA, R. L. Nematoides com potencial zoonótico em peixes com importância econômica provenientes do rio Cuiabá. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 13, n. 1, p. 55-57, 2006.
 7. BOYLAN, S. Zoonoses associated with fish. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, v. 14, n. 3, p. 427-438, 2011.
 8. BRANCIARI, R.; RANUCCI, D.; MIRAGLIA, D. *et al.* Occurrence of parasites of the genus *Eustrongylides* spp. (Nematoda: Dioctophymatidae) in fish caught in Trasimeno Lake, Italy. **Italian Journal of Food Safety**, v. 5, n. 4, p. 6130, 2016.
 9. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001**. 2001. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_12_2001.pdf/15fdddf6-3767-4527-bfac-740a0400829b>.
 10. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual integrado de vigilância, prevenção e controle de doenças transmitidas por alimentos**. 2010. Disponível em: <<http://portalarquivos.saude.gov.br/images/PDF/2014/setembro/22/Manual-VE-DTA.PDF>>.
 11. BRASIL. Ministério da Saúde. **Surtos de doenças transmitidas por alimentos no Brasil**. 2016. Disponível em: <<http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2016/junho/08/Apresentacao-Surtos-DTA-2016.pdf>>.
 12. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto Nº 9.013, de 29 de março de 2017**. 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9013.htm>.
 13. BUCHMANN, K.; MEHRDANA, F. Effects of anisakid nematodes *Anisakis simplex* (s.l.), *Pseudoterranova decipiens* (s.l.) and *Contracaecum osculatatum* (s.l.) on fish and consumer health. **Food and Waterborne Parasitology**, v. 4, p. 13-22, 2016.
 14. CÁRDIA, D. F. F.; BRESCIANI, K. D. S. Helmintoses zoonóticas transmitidas pelo consumo de peixes de forma inadequada. **Veterinária e Zootecnia**, v. 19, n. 1, p. 55-65, 2012.
 15. CASTI, D.; SCARANO, C.; PIRAS, M. C. *et al.* Occurrence of nematodes of the genus *Anisakis* in mediterranean and atlantic fish marketed in Sardinia. **Italian Journal of Food Safety**, v. 6, n. 1, p. 6185, 2017.
 16. CASTRO, A. F. P.; CAMPEDELLI FILHO, O.; TROYSE, C. Isolamento de *Erysipelothrix rhusiopathiae* de peixes marítimos. **Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo**, v. 9, n. 3, p. 169-171, 1967.
 17. CAVALLERO, S.; SCRIBANO, D.; D'AMELIO, S. First case report of invasive pseudoterranoviasis in Italy. **Parasitology International**, v. 65, n. 5, p. 488-490, 2016.
 18. CHAI, J.-Y.; SOHN, W.-M.; YONG, T.-S. *et al.* *Centrocestus formosanus* (Heterophyidae): human infections and the infection source in Lao PDR. **Journal of Parasitology**, v. 99, n. 3, p. 531-536, 2013.
 19. CHAVES, C. M.; CHAVES, C.; ZOROQUIAIN, P. *et al.* Ocular gnathostomiasis in Brazil: a case report. **Ocular Oncology and Pathology**, v. 2, n. 3, p. 194-196, 2016.
 20. CHIDEROLI, R. T.; AMOROSO, N.; MAINARDI, R. M. *et al.* Emergence of a new multidrug-resistant and highly virulent serotype of *Streptococcus agalactiae* in fish farms from Brazil. **Aquaculture**, v. 479, p. 45-51, 2017.
 21. CHIEFFI, P. P.; LEITE, O. H.; DIAS, R. M. D. S. *et al.* Human parasitism by *Phagicola* sp (Trematoda, Heterophyidae) in Cananéia, São Paulo state, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 32, p. 285-288, 1990.
 22. CHONG, R. S.; SHINWARI, M. W.; AMIGH, M. J. *et al.* First report of *Erysipelothrix rhusiopathiae*-associated septicaemia and histologic changes in cultured Australian eels, *Anguilla reinhardtii* (Steindachner, 1867) and *A. australis* (Richardson, 1841). **Journal of Fish Diseases**, v. 38, n. 9, p. 839-847, 2015.
 23. CLEMENTE, S. C. S. Parasitos em pescado. In: GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo: Editora Atheneu, 2011. cap. 1.8, p.85-94.
 24. CORNAGLIA, J.; JEAN, M.; BERTRAND, K. *et al.* Gnathostomiasis in Brazil: an emerging disease

- se with a challenging diagnosis. **Journal of Travel Medicine**, v. 24, n. 1, p. taw074-taw074, 2016.
25. DANI, C. M. D. C.; MOTA, K. F.; SANCHOTENE, P. *Vet al.* Gnatostomíase no Brasil: relato de caso. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 84, p. 400-404, 2009.
 26. DE, N. V.; LE, T. H. Human infections of fish-borne trematodes in Vietnam: prevalence and molecular specific identification at an endemic commune in Nam Dinh province. **Experimental Parasitology**, v. 129, n. 4, p. 355-361, 2011.
 27. DIAZ, J. H. Gnathostomiasis: an emerging infection of raw fish consumers in *Gnathostoma* nematode-endemic and nonendemic countries. **Journal of Travel Medicine**, v. 22, n. 5, p. 318-324, 2015.
 28. DODSON, S. V.; MAURER, J. J.; SHOTTS, E. B. Biochemical and molecular typing of *Streptococcus iniae* isolated from fish and human cases. **Journal of Fish Diseases**, v. 22, n. 5, p. 331-336, 1999.
 29. EIRAS, J. C.; PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. *Met al.* Potential risk of fish-borne nematode infections in humans in Brazil – current status based on a literature review. **Food and Waterborne Parasitology**, v. 5, p. 1-6, 2016.
 30. EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. **Diversidade dos parasitas de peixes de água doce do Brasil**. Maringá: Clichetec, 2010. 333p.
 31. EL-TRAS, W. F.; TAYEL, A. A.; ELTHOLTH, M. *Met al.* Brucellainfection in fresh water fish: evidence for natural infection of Nile catfish, *Clarias gariepinus*, with *Brucellamelitensis*. **Veterinary Microbiology**, v. 141, n. 3, p. 321-325, 2010.
 32. EMMEL, V. E.; INAMINE, E.; SECCHI, C. *et al.* *Diphyllobothrium latum*: relato de caso no Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 39, p. 82-84, 2006.
 33. EVANS, J. J.; KLESZIUS, P. H.; SHOEMAKER, C. A. First isolation and characterization of *Lactococcus garvieae* from Brazilian Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), and pintado, *Pseudoplatystomacorruscans* (Spix & Agassiz). **Journal of Fish Diseases**, v. 32, n. 11, p. 943-951, 2009.
 34. FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2016: contributing to food security and nutrition for all**. 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf>>.
 35. FERREIRA, R.; FONSECA, L. D. S.; AFONSO, A. *Met al.* A report of mycobacteriosis caused by *Mycobacterium marinum* in bullfrogs (*Ranacatesbeiana*). **The Veterinary Journal**, v. 171, n. 1, p. 177-180, 2006.
 36. FIGUEIREDO, H. C. P.; LEAL, C. A. G. Certificação sanitária na aquicultura. **Panorama da Aquicultura**, v. 18, n. 107, p. 14-20, 2008.
 37. FIGUEIREDO, H. C. P.; LEAL, C. A. G.; COSTA, F. A. A. Fotobacteriose em bijupirá cultivado: uma “velha” doença em uma produção “jovem”. **Panorama da Aquicultura**, v. 21, n. 125, p. 30-35, 2011.
 38. FIGUEIREDO, H. C. P.; NETTO, L. N.; LEAL, C. A. G. *et al.* *Streptococcus iniae* outbreaks in Brazilian Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) farms. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 43, n. 2, p. 576-580, 2012.
 39. FRANÇA, J. C. B.; RABONI, S. M.; SANFELICE, E. *et al.* *Vibriovulnificus* infection in Southern Brazil - case report. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 88, n. 3, p. 424-426, 2013.
 40. FUKUSHIMA, H. C. S.; LEAL, C. A. G.; CAVALCANTE, R. B. *et al.* *Lactococcus garvieae* outbreaks in Brazilian farms Lactococcosis in *Pseudoplatystoma* sp. – development of an autogenous vaccine as a control strategy. **Journal of Fish Diseases**, v. 40, n. 2, p. 263-272, 2017.
 41. GAUTHIER, D. T. Bacterial zoonoses of fishes: a review and appraisal of evidence for linkages between fish and human infections. **The Veterinary Journal**, v. 203, n. 1, p. 27-35, 2015.
 42. GIBELLO, A.; GALÁN-SÁNCHEZ, F.; BLANCO, M. M. *et al.* The zoonotic potential of *Lactococcus garvieae*: an overview on microbiology, epidemiology, virulence factors and relationship with its presence in foods. **Research in Veterinary Science**, v. 109, p. 59-70, 2016.
 43. GODFROID, J.; CLOECKAERT, A.; LIAUTARD, J.-P. *et al.* From the discovery of the Malta fever’s agent to the discovery of a marine mammal reservoir, brucellosis has continuously been a re-emerging zoonosis. **Vet. Res.**, v. 36, n. 3, p. 313-326, 2005.
 44. GODOY, D. T.; CARVALHO-CASTRO, G.

- A.; LEAL, C. A. G. *et al.* Genetic diversity and new genotyping scheme for fish pathogenic *Streptococcusagalactiae*. **Letters in Applied Microbiology**, v. 57, n. 6, p. 476-483, 2013.
45. GONÇALVES, A. A. Aspectos gerais do pescado. In: GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo: Editora Atheneu, 2011. cap. 1, p.2-9.
46. GONÇALVES, E. L. T.; SANCHES, E. G.; MARTINS, M. L. *et al.* Detecção, controle e prevenção de fotobacteriose em cultivo de bijupirá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 465-472, 2016.
47. GUSTINELLI, A.; MENCONI, V.; PREARO, M. *et al.* Prevalence of *Diphyllbothriumlatum* (Cestoda: Diphyllbothriidae) plerocercoids in fish species from four Italian lakes and risk for the consumers. **International Journal of Food Microbiology**, v. 235, p. 109-112, 2016.
48. HAENEN, O. L. M.; EVANS, J. J.; BERTHE, F. Bacterial infections from aquatic species: potential for and prevention of contact zoonoses. **Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.**, v. 32, n. 2, p. 497-507, 2013.
49. HAN, J. E.; SHIN, S. P.; KIM, J. H. *et al.* Mortality of cultured koi *Cyprinus carpio* in Korea caused by *Bothriocephalus acheilognathi*. **African J. Microbiol. Res.**, v. 4, n. 7, p. 543-546, 2010.
50. HARA, H.; MIYAUCHI, Y.; TAHARA, S. *et al.* Human laryngitis caused by *Clinostomum complanatum*. **Nagoya Journal of Medical Science**, v. 76, n. 1-2, p. 181-185, 2014.
51. HARADA, K.; AMANO, K.; AKIMOTO, S. *et al.* Serological and pathogenic characterization of *Erysipelothrix rhusiopathiae* isolates from two human cases of endocarditis in Japan. **New Microbiologica**, v. 34, n. 4, p. 409-412, 2011.
52. HIRAKAWA, T. F.; COSTA, F. A. A. D.; VILELA, M. C. *et al.* Endocardite por *Lactococcusgarvieae*: primeiro relato de caso da América Latina. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 97, p. e108-e110, 2011.
53. HONG, S.-T.; FANG, Y. *Clonorchis sinensis* and clonorchiasis, an update. **Parasitology International**, v. 61, n. 1, p. 17-24, 2012.
54. HUBÁLEK, Z. Emerging human infectious diseases: anthroponoses, zoonoses, and sapronoses. **Emerging Infectious Diseases**, v. 9, n. 3, p. 403-404, 2003.
55. HUNG, N.; MADSEN, H.; FRIED, B. Global status of fish-borne zoonotic trematodiasis in humans. **Acta Parasitologica**, v. 58, n. 3, p. 231-258, 2013.
56. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal**. 2016. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2013>>.
57. JHAYYA, T. D. J.; COLOMA, M. A.; PÉREZ, M. *et al.* Paragonimíase pulmonar e pleural: relato de dois casos. **Jornal de Pneumologia**, v. 26, p. 103-106, 2000.
58. JONES, M. K.; OLIVER, J. D. *Vibriovulnificus*: disease and pathogenesis. **Infection and Immunity**, v. 77, n. 5, p. 1723-1733, 2009.
59. KALIMUDDIN, S.; CHEN, S. L.; LIM, C. T. K. *et al.* 2015 Epidemic of severe *Streptococcusagalactiae* sequence type 283 infections in Singapore associated with the consumption of raw freshwater fish: a detailed analysis of clinical, epidemiological, and bacterial sequencing data. **Clinical Infectious Diseases**, v. 64, n. suppl_2, p. S145-S152, 2017.
60. KIM, H. R.; KIM, J. W.; LEE, M. K. *et al.* Septicemia progressing to fatal hepatic dysfunction in a cirrhotic patient after oral ingestion of *Photobacteriumdammsela*: a case report. **Infection**, v. 37, n. 6, p. S55, 2009.
61. KNOFF, M.; CARMONADESÃO CLEMENTE, S.; GONÇALVES DA FONSECA, M. C. *et al.* Anisakidae parasitos de congro-rosa, *Genypterus brasiliensis* Regan, 1903, comercializados no estado do Rio de Janeiro, Brasil de interesse na saúde pública. **Parasitología latino-americana**, v. 62, p. 127-133, 2007.
62. KOSUTHOVA, L.; SMIGA, L.; OROS, M. *et al.* The pathogenic Asian fish tapeworm, *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (cestoda) in the red discus (*Symphysodon discus*). **Helminthologia**, v. 52, n. 3, p. 287-292, 2015.
63. KUBITZA, F. Aquicultura no Brasil: principais espécies, áreas de cultivo, rações, fatores limitantes e desafios. **Panorama da Aquicultura**, v. 25, n. 150, p. 10-23, 2015.
64. KUCHTA, R.; OROS, M.; FERGUSON, J. *et al.* *Diphyllbothrium nihonkaiense* tapeworm lar-

- vae in salmon from North America. **Emerging Infectious Diseases**, v. 23, n. 2, p. 351-353, 2017.
65. KUCHTA, R.; SCHOLZ, T. Diversity and distribution of fish tapeworms of the "Bothriocephalidea" (Eucestoda). **Parassitologia**, v. 49, p. 129-146, 2007.
66. KUSAR, D.; ZAJC, U.; JENCIC, V. *et al.* Mycobacteria in aquarium fish: results of a 3-year survey indicate caution required in handling pet-shop fish. **Journal of Fish Diseases**, doi: 10.1111/jfd.12558.
67. LAU, S. K. P.; WOO, P. C. Y.; TSE, H. *et al.* Invasive *Streptococcusiinae* infections outside North America. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 41, n. 3, p. 1004-1009, 2003.
68. LEIRA, M. H. *Susceptibilidade de serrasalmídeos e seus híbridos a parasitos em sistema de recirculação indoor e de peixes em policultivo a bactérias*. 2016. 98f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
69. LEITE, O. H. M.; HIGAKI, Y.; SERPENTINI, S. L. P. *et al.* Infecção por *Clonorchis sinensis* em imigrantes asiáticos no Brasil: tratamento com praziquantel. **Rev. Inst. Med. Trop.**, v. 31, n. 6, p. 416-422, 1989.
70. LEMOS, A. C. M.; COELHO, J. C.; MATOS, E. D. *et al.* Paragonimiasis: first case reported in Brazil. **Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 11, p. 153-156, 2007.
71. LISBOA, A. Estrongilose renal humana. **Bras. Med.**, v. 11, n. 13, p. 102-103, 1945.
72. LIU, G. J.; ZHANG, W.; LU, C. P. Comparative genomics analysis of *Streptococcusagalactiae* reveals that isolates from cultured tilapia in China are closely related to the human strain A909. **BMC Genomics**, v. 14, p. 10, 2013.
73. LOWRY, T.; SMITH, S. A. Aquatic zoonoses associated with food, bait, ornamental, and tropical fish. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 231, n. 6, p. 876-880, 2007.
74. LU, L. H.; LIN, M. R.; CHOI, W. M. *et al.* Human intestinal capillariasis (*Capillaria philippinensis*) in Taiwan. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 74, n. 5, p. 810-813, 2006.
75. LUN, Z.-R.; GASSER, R. B.; LAI, D.-H. *et al.* Clonorchiasis: a key foodborne zoonosis in China. **The Lancet Infectious Diseases**, v. 5, n. 1, p. 31-41, 2005.
76. LUQUE, J. L.; AGUIAR, J. C.; VIEIRA, F. M. *et al.* Checklist of nematoda associated with the fishes of Brazil. **Zootaxa**, v. 3082, p. 1-88, 2011.
77. MAFRA, C.; MANTOVANI, C.; BORGES, J. N. *et al.* Morphological and molecular diagnosis of *Pseudoterranovadecipiens* (Anisakidae) in imported cod sold in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 24, p. 209-215, 2015.
78. MAGALHÃES, A. M. S.; COSTA, B. S.; TAVARES, G. C. *et al.* Zoonoses parasitárias associadas ao consumo de carne de peixe cru. **PUBVET**, v. 6, n. 25, p. a1416, 2012.
79. MASSON, M. L.; PINTO, R. A. Perigos potenciais associados ao consumo de alimentos derivados de peixe cru. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 16, n. 1, p. 71-84, 1998.
80. MCDONALD, W. L.; JAMALUDIN, R.; MACKERETH, G. *et al.* Characterization of a *Brucella* sp. strain as a marine-mammal type despite isolation from a patient with spinal osteomyelitis in New Zealand. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 44, n. 12, p. 4363-4370, 2006.
81. MELO, M. V. C.; HOLANDA, M. O.; MARTINS, N. M. *et al.* Ocorrência de helmintos em sushis e sashimis comercializados em supermercados de Fortaleza, Ceará. **Nutrivisa**, v. 1, n. 3, p. 11-16, 2014.
82. MENEGUETTI, D. U. D. O.; LARAY, M. P. D. O.; CAMARGO, L. M. A. Primeiro relato de larvas de *Eustrongylides* sp. (Nematoda: Dioctophymatidae) em *Hopliasmalabaricus* (Characiformes: Erythrinidae) no estado de Rondônia, Amazônia Ocidental, Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 4, p. 55-58, 2013.
83. MERCADO, R.; TORRES, P.; MUÑOZ, V. *et al.* Human infection by *Pseudoterranovadecipiens* (Nematoda, Anisakidae) in Chile: report of seven cases. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 96, p. 653-655, 2001.
84. MIAN, G. F.; GODOY, D. T.; LEAL, C. A. G. *et al.* Aspects of the natural history and virulence of *S. agalactiae* infection in Nile tilapia. **Veterinary**

- Microbiology**, v. 136, n. 1–2, p. 180-183, 2009.
85. MORAES, I. R. *Estudo comparativo da sensibilidade de cistos de metacercárias de Phagicola Faust, 1920 (Trematoda: Heterophyidae) à radiação ionizante e ao congelamento em peixes crus preparados a partir de tainha Mugil Linnaeus, 1758 (Pisces: Mugilidae)*. 2005. 111f. Tese (Doutorado) - Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo.
86. NAIR, S. S.; BOMMANA, A.; PAKALA, S. B. *et al.* Inflammatory response to liver fluke *Opisthorchis viverrini* in mice depends on host master coregulator MTA1, a marker for parasite-induced cholangiocarcinoma in humans. **Hepatology**, v. 54, n. 4, p. 1388-1397, 2011.
87. NASCIMENTO, S. M. M. D.; VIEIRA, R. H. S. D. F.; THEOPHILO, G. N. D. *et al.* *Vibriovulnificus* as a health hazard for shrimp consumers. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 43, p. 263-266, 2001.
88. NGUYEN, H. H.; FADUL, N.; ASHRAF, M. S. *et al.* Osteomyelitis infection of *Mycobacterium marinum*: a case report and literature review. **Case Reports in Infectious Diseases**, v. 2015, p. 5, 2015.
89. OKUMURA, M. P. M.; CLEMENTE, S. C. S.; PADOVANI, R. E. S. *et al.* Metacercárias de *Ascocotyle (Phagicola) longa* (Ransom, 1920; Price, 1932) em sushi e sashimi da região metropolitana de São Paulo. **Revista Higiene Alimentar**, v. 27, n. 3, p. 104-110, 2013.
90. OKUMURA, M. P. M.; PEREZ, A. C. A.; FILHO, A. E. Principais zoonoses parasitárias transmitidas por pescado – revisão. **Revista de Educação Continuada do CRMV-SP**, v. 1, n. 1, p. 66-80, 1999.
91. PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C.; YAMAGUCHI, M. U. *et al.* **Zoonoses humanas transmissíveis por peixes no Brasil**. Maringá: UniCesumar, 2015. 145p.
92. PINTO, H. A.; MATI, V. L.; MELO, A. L. Metacercarial infection of wild Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) from Brazil. **The Scientific World Journal**, v. 2014, a. 807492, 7pp., 2014.
93. PINTO, H. A.; MELO, A. L. Larvas de trematódeos em moluscos do Brasil: panorama e perspectivas após um século de estudos. **Rev. Patol. Trop.**, v. 42, n. 4, p. 369-386, 2013.
94. PINTO, H. A.; MELO, A. L. Metacercariae of *Centrocestus formosanus* (Trematoda: Heterophyidae) in *Australoheros facetus* (Pisces: Cichlidae) in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 21, p. 334-337, 2012.
95. POZIO, E.; ARMIGNACCO, O.; FERRI, F. *et al.* *Opisthorchis felineus*, an emerging infection in Italy and its implication for the European Union. **Acta Tropica**, v. 126, n. 1, p. 54-62, 2013.
96. PRADO, S. D. P. T.; CAPUANO, D. M. Relato de nematóides da família Anisakidae em bacalhau comercializado em Ribeirão Preto, SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 39, p. 580-581, 2006.
97. RAJENDRAM, P.; KYAW, W. M.; LEO, Y. S. *et al.* Group B *Streptococcus* sequence type 283 disease linked to consumption of raw fish, Singapore. **Emerging Infectious Disease journal**, v. 22, n. 11, p. 1974, 2016.
98. RASMUSSEN, M.; BJÖRK WERNER, J.; DOLK, M. *et al.* *Lactococcus garvieae* endocarditis presenting with subdural haematoma. **BMC Cardiovascular Disorders**, v. 14, p. 13-13, 2014.
99. ROMANO, L. A.; SAMPAIO, L. A.; TESSER, M. B. Micobacteriose por *Mycobacterium marinum* em “linguado” *Paralichthys orbignyanus* e em “barber goby” *Elacatinus figaro*: diagnóstico histopatológico e imuno-histoquímico. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, p. 254-258, 2012.
100. ROMNEY, M.; CHEUNG, S.; MONTESSORI, V. *Erysipelothrix rhusiopathiae* endocarditis and presumed osteomyelitis. **The Canadian Journal of Infectious Diseases**, v. 12, n. 4, p. 254-256, 2001.
101. ROSA DA CRUZ, A.; SOUTO, P. C. S.; FERRARI, C. K. B. *et al.* Endoscopic imaging of the first clinical case of anisakidosis in Brazil. **Sci. Parasitol.**, v. 11, n. 2, p. 97-100, 2010.
102. ROSSI, G. A. M.; HOPPE, E. G. L.; MARTINS, A. M. C. V. *et al.* Zoonoses parasitárias veiculadas por alimentos de origem animal: revisão sobre a situação no Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, p. 290-298, 2014.
103. RUSSO, G.; IANNETTA, M.; D'ABRAMO, A. *et al.* *Lactococcus garvieae* endocarditis in a pa-

- tient with colonic diverticulosis: first case report in Italy and review of the literature. **New Microbiologica**, v. 35, n. 4, p. 495-501, 2012.
104. SAICHUA, P.; NITHIKATHKUL, C.; KAEWPITON, N. Human intestinal capillariasis in Thailand. **World Journal of Gastroenterology : WJG**, v. 14, n. 4, p. 506-510, 2008.
 105. SALVADOR, R.; MULLER, E. E.; FREITAS, J. C. D. *et al.* Isolation and characterization of *Streptococcus* spp. Group B in Nile tilapias (*Oreochromis niloticus*) reared in hapas nets and earth nurseries in the northern region of Parana State, Brazil. **Ciência Rural**, v. 35, p. 1374-1378, 2005.
 106. SAMPAIO, J. L. M.; PIANA DE ANDRADE, V.; LUCAS, M. D. C. *et al.* Diphyllbothriasis, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, v. 11, n. 10, p. 1598-1600, 2005.
 107. SANTOS, F.; FARO, L. D. The first confirmed case of *Diphyllbothrium latum* in Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 100, p. 585-586, 2005.
 108. SERRACCA, L.; CENCETTI, E.; BATTISTINI, R. *et al.* Survey on the presence of *Anisakis* and *Hysterothylacium* larvae in fishes and squids caught in Ligurian Sea. **Veterinary Parasitology**, v. 196, n. 3, p. 547-551, 2013.
 109. SETTE, C. S.; WACHHOLZ, P. A.; MASUDA, P. Y. *et al.* *Mycobacterium marinum* infection: a case report. **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v. 21, p. 1-5, 2015.
 110. SHAMSI, S.; BUTCHER, A. R. First report of human anisakidosis in Australia. **Med. J. Aust.**, v. 194, n. 4, p. 199-200, 2011.
 111. SILVA, A. S. D.; MONTEIRO, S. G.; DOYLE, R. L. *et al.* Ocorrência de *Clinostomum complanatum* em diferentes espécies de peixes de uma piscicultura do município de Santa Maria - RS. **Veterinária e Zootecnia**, v. 15, n. 1, p. 6, 2008.
 112. SILVA, J. V.; CARDOSO, J. R.; SOUSA, M. M. Qualidade sensorial de peixes comercializados em mercados públicos de Teresina-PI. **Revista Higiene Alimentar**, v. 27, n. 3, p. 36-40, 2013.
 113. SIQUEIRA-BATISTA, R.; GOMES, A. P.; ALBUQUEQUE, V. S. *et al.* História natural da infecção por *Paragonimus*: abordagem clínica e ecológica. **Pulmão RJ**, v. 15, n. 4, p. 270-276, 2006.
 114. SOHN, A. H.; PROBERT, W. S.; GLASER, C. A. *et al.* Human neurobrucellosis with intracerebral granuloma caused by a marine mammal *Brucella* spp. **Emerging Infectious Diseases**, v. 9, n. 4, p. 485-488, 2003.
 115. SOUZA, M. C.; TEIXEIRA, L. J. Q.; ROCHA, C. T. *et al.* Emprego do frio na conservação de alimentos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, p. 1027-1046, 2013.
 116. SUN, J.-R.; YAN, J.-C.; YEH, C.-Y. *et al.* Invasive infection with *Streptococcus* in Taiwan. **Journal of Medical Microbiology**, v. 56, n. 9, p. 1246-1249, 2007.
 117. TAN, K.; WIJAYA, L.; CHIEW, H.-J. *et al.* Diffusion-weighted MRI abnormalities in an outbreak of *Streptococcus agalactiae* serotype III, multilocus sequence type 283 meningitis. **Journal of Magnetic Resonance Imaging**, v. 45, n. 2, p. 507-514, 2017.
 118. TAN, S.; LIN, Y.; FOO, K. *et al.* Group B *Streptococcus* serotype III sequence type 283 bacteremia associated with consumption of raw fish, Singapore. **Emerging Infectious Diseases**, v. 22, n. 11, p. 1970-1973, 2016.
 119. TAVARES, G. C.; ASSIS, G. B. N.; LEAL, C. A. G. *et al.* Surtos e diversidade genética de *Streptococcus* spp. isolados de híbridos de pintado-da-amazônia (*Leiarius marmoratus* x *Pseudoplatystoma fasciatum*) Aquacultura, 2016, Belo Horizonte. Congresso Brasileiro de Aquicultura e Biologia Aquática.
 120. TIMI, J. T.; PAOLETTI, M.; CIMMARUTA, R. *et al.* Molecular identification, morphological characterization and new insights into the ecology of larval *Pseudoterranova cattanani* in fishes from the Argentine coast with its differentiation from the Antarctic species, *P. decipiens* sp. (Nematoda: Anisakidae). **Veterinary Parasitology**, v. 199, n. 1, p. 59-72, 2014.
 121. TSELEPATIOTIS, E.; MANTADAKIS, E.; PAPOULIS, S. *et al.* A case of *Opisthorchis felineus* infestation in a pilot from Greece. **Infection**, v. 31, n. 6, p. 430-432, 2003.
 122. UCKO, M.; COLORNI, A.

- Mycobacterium marinum* infections in fish and humans in Israel. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 43, n. 2, p. 892-895, 2005.
123. VANEGAS, E. S.; CENDEJAS, R. F.; MONDRAGO 'N, A. Images in clinical tropical medicine: a 41-year-old woman with migratory panniculitis. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 90, n. 5, p. 786-787, 2014.
 124. VARGAS, T. J. S.; KAHLER, S.; DIB, C. *et al.* Autochthonous gnathostomiasis, Brazil. **Emerging Infectious Disease journal**, v. 18, n. 12, p. 2087, 2012.
 125. VENKATRAJIAH, N.; KALBANDE, S. H.; RAO, G. V. *et al.* *Diocotophymatosisrenalis* in humans: first case report from India. **J. Assoc. Physicians India.**, v. 62, n. 10, 2014.
 126. WANG, C. Y. C.; SHIE, H. S.; CHEN, S. C. *et al.* *Lactococcusgarvieae* infections in humans: possible association with aquaculture outbreaks. **International Journal of Clinical Practice**, v. 61, n. 1, p. 68-73, 2007.
 127. WEINSTEIN, M. R.; LITT, M.; KERTESZ, D. A. *et al.* Invasive infections due to a fish pathogen, *Streptococcusiniae*. **New England Journal of Medicine**, v. 337, n. 9, p. 589-594, 1997.
 128. WHO, World Health Organization. **Zoonoses and the human-animal-ecosystems interface**. 2017. Disponível em: < <http://www.who.int/zoonoses/en/> >.
 129. XIMENES, R. F.; GONÇALVES, I. C. B.; MIYAHIRA, I. C. *et al.* *Centrocestusformosanus* (Trematoda: Heterophyidae) in *Melanoidestuberculata* (Gastropoda: Thiaridae) from Vila do Abraão, Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, p. 0-0, 2016.
 130. YERA, H.; KUCHTA, R.; BRADEC, J. *et al.* First identification of eggs of the Asian fish tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi* (Cestoda: Bothriocephalidea) in human stool. **Parasitol. Int.**, v. 62, n. 3, p. 268-271, 2013.
 131. ZUO, S.; KANIA, P. W.; MEHRDANA, F. *et al.* *Contraecaecumosculatum* and other anisakid nematodes in grey seals and cod in the Baltic Sea: molecular and ecological links. **Journal of Helminthology**, p. 1-9, 2017.



2. Resíduos de antimicrobianos em pescado

pixabay.com

Débora Cristina Sampaio de Assis¹ - CRMV-MG 14718;
Silvana de Vasconcelos Cançado¹ - CRMV-MG 4294;
Lílian Viana Teixeira¹ - CRMV-MG 7357;
Guilherme Resende da Silva² - CRMV-MG 14227;
Fernanda Luiza Perdigão Rodrigues³ - CRMV-MG 18807

¹Escola de Veterinária, DTIPOA, UFMG

²Doutorando, DTIPOA, UFMG

³Graduando em Medicina Veterinária, UFMG

1. Introdução

A produção mundial de pescado foi de 167,2 milhões de toneladas em 2014 e, deste total, 146 milhões de toneladas foram destinadas à alimentação humana, com um consumo *per capita* global de aproximadamente 20kg por habitante em 2014. Do total de pescado produzido, 93,4 milhões de toneladas tiveram origem na pesca e 73,8 milhões de toneladas, na aquicultura. A produção aquíco-

...Apesar de levar a um aumento da produtividade, a intensificação dos sistemas de produção torna os peixes mais vulneráveis a doenças infecciosas...

la vem aumentando constantemente, passando de 36,8 milhões de toneladas produzidas em 2002 para 73,8 milhões de toneladas em 2014, demonstrando a importância econômica e social dessa atividade como fonte de proteínas de boa qualidade para a população (FAO, 2016).

Esse crescimento se deve tanto à expansão das áreas produtivas quanto à utilização de sistemas intensivos de produção. No entanto, apesar de levar a um aumento da produtividade, a intensi-

ficação dos sistemas de produção torna os peixes mais vulneráveis a doenças infecciosas, devido às elevadas densidades de criação e às condições de estresse a que são submetidos, resultando na maior necessidade de utilização de antimicrobianos (Romero *et al.*, 2012). Os agentes antimicrobianos são substâncias químicas capazes de inibir o crescimento de micro-organismos ou eliminá-los. Na aquicultura, esses fármacos são frequentemente utilizados como agentes terapêuticos para o tratamento de infecções bacterianas, e a principal forma de administração é por via oral. Entretanto, a utilização dessas substâncias como promotores de crescimento e agentes profiláticos tem aumentado e superado seu uso para fins terapêuticos (BUSH *et al.*, 2011; CABELLO *et al.*, 2013).

Apesar da importância desses medicamentos para o controle das enfermidades nos sistemas produtivos, sua utilização pode colocar em risco a saúde dos consumidores, pois a presença de resíduos de antimicrobianos nos produtos de origem animal e no meio ambiente pode levar à seleção de bactérias resistentes e ocasionar outros efeitos adversos, tais como hipersensibilidade,

O uso adequado dos antimicrobianos, segundo critérios técnicos, que respeite principalmente a dosagem, a via de administração e os períodos de carência de cada droga para as diferentes espécies, leva a um menor risco de sua utilização para o ambiente e para os consumidores.

danos teciduais, perturbações gastrintestinais e doenças neurológicas (MENTEN, 2002; WASSENAAR, 2005; BONDI *et al.*, 2009). Dessa maneira, a obtenção de produtos aquícolas seguros para o consumidor depende do conhecimento técnico e da utilização dos antimicrobianos de forma adequada, respeitando, principalmente, as dosagens recomendadas e o

período para carência de cada droga, de acordo com as espécies.

2. Revisão bibliográfica

No Brasil, de acordo com o Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Saúde Animal (Sindan), apenas os antimicrobianos florfenicol e oxitetraciclina são utilizados como base para produtos comerciais aprovados para uso na produção de pescado. Esse fato pode aumentar ainda mais o risco da presença de resíduos nos produtos finais, devido ao uso indiscriminado de medicamentos aprovados para uso em outras espécies animais no tratamento de enfermidades do pescado.

O uso adequado dos antimicrobianos, segundo critérios técnicos, que respeite principalmente a dosagem, a via de administração e os períodos de

carência de cada droga para as diferentes espécies, leva a um menor risco de sua utilização para o ambiente e para os consumidores. As características farmacocinéticas, tais como a absorção, a distribuição e a eliminação, determinam as diferenças entre o tempo de depleção de cada droga e, conseqüentemente, os períodos de carência indicados para cada formulação e cada espécie (CORNEJO *et al.*, 2010). Entretanto, o conhecimento atual sobre o comportamento farmacocinético e o tempo de depleção dos antibióticos em peixes é escasso, considerando-se a grande variedade de espécies, os sistemas de criação e os medicamentos existentes no mercado. A ausência de informações dificulta a criação de diretrizes específicas para o uso racional de antimicrobianos e a regulamentação ou não de agentes terapêuticos. Dessa maneira, para a melhoria no uso de antimicrobianos na aquicultura, é necessário avançar nos estudos farmacocinéticos dessas substâncias para o estabelecimento do período de carência desses medicamentos nas diversas espécies cultivadas e nos diferentes ambientes em que estão inseridas.

O cálculo do período de carência é feito por um método estatístico proposto em 1995 pelo *Committee for Veterinary Medicinal Products* (CVMP), que atua e regulamenta os assuntos relativos a medicamentos veterinários e refere-se ao tempo necessário para que a concentração de resíduos de uma determina-

da droga, ou de seus metabólitos, caia a níveis iguais ou inferiores ao nível de tolerância nos tecidos de 99% dos animais do lote (PATURKAR *et al.*, 2005; DOYLE, 2006). Esse nível de tolerância é compreendido como Limite Máximo de Resíduos (LMR).

Os LMR são determinados por órgãos regulatórios, como o *Codex Alimentarius* e o Comitê de Produtos Alimentares da Agência Europeia de Medicina (Emea). No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) instituiu o Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes em Produtos de Origem Animal (PNCRC), que regulamenta o controle da presença de resíduos de substâncias químicas nos produtos de origem animal, que podem ser nocivas ao consumidor (BRASIL, 1986; BRASIL, 1995).

Valores de LMR cada vez menores têm sido estabelecidos à medida que metodologias de análise mais sensíveis são desenvolvidas. A cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas sequencial (LC/MS-MS) é uma poderosa técnica analítica para análises de alimentos, devido à sua alta seletividade e sensibilidade. Essa técnica combina separação física, realizada pela cromatografia líquida, com a análise de massas possibilitada pela espectrometria e se tornou promissora por permitir a identificação de resíduos de antibióticos em concentrações muito baixas,

mesmo em matrizes complexas, tais como os produtos de origem animal.

2.1. Regulamentações sobre a presença de resíduos de antimicrobianos em produtos de origem animal

As regulamentações sobre a presença de resíduos nos produtos de origem animal foram desenvolvidas nos âmbitos nacional e internacional e visam harmonizar os valores de LMR para diferentes combinações de fármacos e matrizes. O estudo dos potenciais efeitos da ingestão de alimentos contendo essas substâncias em concentrações superiores aos limites estabelecidos é de grande relevância para a saúde pública, bem como para o comércio internacional (HOFF, 2008).

Existem diversas organizações envolvidas no desenvolvimento de mecanismos de controle da utilização de medicamentos veterinários na produção animal. Esses mecanismos incluem o controle da distribuição e o uso em animais, a determinação de níveis seguros de resíduos nos alimentos de origem animal e as metodologias empregadas para detecção e quantificação de resíduos (MITCHELL *et al.*, 1998). Entretanto, as legislações podem diferir consideravelmente entre diferentes países,

especialmente em regiões em desenvolvimento, quando, em muitos casos, órgãos reguladores ainda estão sendo criados e desenvolvidos. Além disso, LMRs não são estabelecidos para todos os antibióticos encontrados em produtos de origem animal (SPINOSA e TÁRRAGA, 2011).

Com a finalidade de proteger a saúde da população, assegurando práticas equitativas no comércio regional e internacional de alimentos, foi criado, em 1963, o *Codex Alimentarius*, um Programa Conjunto da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) e da Organização Mundial da Saúde (OMS), que trata da normalização sobre alimentos. O *Codex* é responsável pela análise crítica da literatura existente sobre a toxicidade de cada antimicrobiano usado como medicamento veterinário e tem como função, entre outras, fixar as ingestões diárias aceitáveis (IDA) e os respectivos LMR (PASCHOAL *et al.*, 2008; CUNHA, 2009; PALERMONETO *et al.*, 2011; *Codex Alimentarius*, 2015).

Na década de 70, o Brasil tornou-se membro desse Programa e, em 1980, foi criado o Comitê do *Codex Alimentarius* do Brasil (CCAB), por meio das Resoluções 01/80 e 07/88 do Conselho

O Codex é responsável pela análise crítica da literatura existente sobre a toxicidade de cada antimicrobiano usado como medicamento veterinário e tem como função, entre outras, fixar as ingestões diárias aceitáveis (IDA) e os respectivos LMR.

Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro). O CCAB tem como principais finalidades a participação, em representação do país, nos Comitês Internacionais do *Codex Alimentarius* e a defesa dos interesses nacionais, bem como a utilização das normas *Codex* como referência para a elaboração e atualização da legislação e regulamentação nacional de alimentos.

O Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes em Produtos de Origem Animal (PNCRC) foi instituído no Brasil com o objetivo de inspecionar e monitorar, baseando-se em análise de risco, a presença de resíduos de substâncias químicas que podem ser nocivas ao consumidor. Anualmente é divulgado o escopo analítico do plano, visando ao controle de resíduos de antimicrobianos, de anabolizantes, de micotoxinas, de sulfonamidas, de metabólitos de nitrofuranos e de avermectinas, entre outros, nos produtos de origem animal (BRASIL, 1986; BRASIL, 1995). Segundo a Instrução Normativa nº 42, de 1999, a competência para estabelecer os LMR em alimentos, seja de medicamentos veterinários, agrotóxicos, contaminantes e aditivos, é do Ministério da Saúde, por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). No caso de não estarem estabelecidos, utilizam-se os internalizados no Mercosul, os recomendados pelo *Codex Alimentarius*, os constantes nas Diretivas da União Europeia, ou, ainda, os adotados pelo

FDA (CUNHA, 2009).

O escopo analítico do PNCRC do ano de 2017 determinou a pesquisa de resíduos dos seguintes antimicrobianos em pescado: ácido nalidíxico, ácido oxolínico, ciprofloxacina, cloranfenicol, clortetraciclina, difloxacina, doxiciclina, enrofloxacin, florfenicol, flumequina, furaltadona, furazolidona, nitrofurantoina, nitrofurazona, oxitetraciclina, sarafloxacin, sulfaclorpiridazina, sulfadiazina, sulfadimetoxina, sulfadoxina, sulfamerazina, sulfametazina, sulfametoxazol, sulfaquinoxalina, sulfatiazol, tetraciclina e tianfenicol (BRASIL, 2017). A ampliação e a adequação do escopo analítico do PNCRC devem ser constantes, pois a ausência de boas práticas de cultivo, associada ao pequeno número de medicamentos autorizados para uso como agentes terapêuticos para peixes, tem levado à utilização indevida de medicamentos registrados para outras espécies de animais nas pisciculturas, sem o conhecimento prévio de características dos fármacos, tais como absorção, dosagem, via de administração e períodos de carência adequados para cada espécie, o que pode colocar em risco a saúde pública e o meio ambiente.

2.2. Métodos analíticos para a pesquisa de resíduos de antimicrobianos

Para garantir a segurança no consumo de alimentos pela população, agências regulatórias de todo o mundo instituíram normas para o controle da

presença de resíduos e contaminantes nos alimentos e estabeleceram o LMR de diferentes substâncias nas mais diversas matrizes, para que não provoquem danos à saúde dos consumidores.

Os métodos analíticos para a pesquisa de resíduos de antimicrobianos em produtos de origem animal devem ser capazes de detectar, com segurança, a presença de uma substância de interesse, determinar sua concentração e identificar, de forma inequívoca, esse analito.

Métodos de triagem podem ser de natureza qualitativa ou semiquantitativa e são utilizados para identificar a presença (ou ausência) de resíduos em amostras de um lote, cuja concentração exceda o LMR ou outro limite que implique ações regulatórias por parte de uma autoridade competente. Esses métodos não fornecem informações estruturais suficientes para definir com precisão a concentração da substância presente, no entanto podem ser utilizados para determinar rapidamente se as amostras analisadas requerem testes adicionais ou se podem ser liberadas. Os métodos de triagem devem apresentar resultados falso-negativos inferiores a 5% e não devem ser utilizados isoladamente para fins de controle de resíduos em amostras oficiais sem que haja disponibilidade de métodos quantitativos e/ou con-

Os métodos confirmatórios possibilitam a identificação inequívoca das substâncias analisadas e podem também confirmar a concentração presente.

firmatórios devidamente validados para serem aplicados a quaisquer amostras identificadas como potencialmente não conformes em relação a um LMR estabelecido (CODEX, 2009).

Os métodos quantitativos fornecem informação quantitativa que pode ser usada para determinar se os resíduos presentes em uma determinada amostra excedem o LMR, mas não permitem a confirmação inequívoca da identidade do resíduo. Esses métodos devem apresentar um bom controle estatístico dentro da faixa de trabalho na qual se enquadra o LMR ou limite de ação regulatória (CODEX, 2009).

Os métodos confirmatórios possibilitam a identificação inequívoca das substâncias analisadas e podem também confirmar a concentração presente. Esses métodos são baseados em técnicas de cromatografia associadas à espectrometria de massas, como a cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas (LC/MS). A técnica de cromatografia líquida de alta eficiência acoplada à espectrometria de massas sequencial (HPLC/MS-MS) possibilita a obtenção de informações estruturais acerca do analito de interesse, assegurando sua identificação com maior exatidão, pois ela não será realizada apenas com base nas características do tempo de retenção

dos compostos analisados, como ocorre nas outras técnicas cromatográficas de detecção. Além disso, quando existem compostos que não podem ser totalmente separados pela técnica cromatográfica empregada, utilizando HPLC/MS-MS, é possível detectá-los individualmente se eles possuírem diferentes massas molares ou gerarem diferentes espectros de massas.

Em razão dessa elevada seletividade, os efeitos da interferência de componentes da matriz sobre o sinal obtido são minimizados, desse modo procedimentos mais simples de preparo das amostras podem ser empregados, eliminando-se, muitas vezes, a necessidade de realizar várias etapas de purificação da amostra. Isso diminui o custo e o tempo necessários para a realização das análises, de forma que possam ser aplicadas como procedimentos de rotina em laboratórios de controle da qualidade de alimentos. Além disso, a HPLC/MS-MS possibilita a obtenção de menores limites de detecção e quantificação quando comparada à LC/MS, devido aos modos de varreduras possíveis de serem realizados, o que pode favorecer sua aplicação à análise de resíduos em níveis traços (CHIARADIA *et al.*, 2008).

2.3. Avaliação do tempo de depleção de antimicrobianos em peixes

O tempo de depleção de enrofloxacinina em trutas arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) foi avaliado por LUCCHETTI

et al. (2004), que submeteram os peixes ao tratamento farmacológico com o antimicrobiano na dosagem de 10 mg kg⁻¹ de peso corporal, durante cinco dias. As trutas foram abatidas com três, 12, 24, 48, 96, 168, 240, 480, 720, 960, 1.152 e 1.416 horas após o início do tratamento, e amostras de músculo com pele e de ossos foram analisadas por HPLC com detecção por fluorescência, para pesquisa de resíduos de enrofloxacinina e seu metabólito, ciprofloxacina. As concentrações de enrofloxacinina encontradas no músculo apresentaram redução acentuada a partir das 96h, sendo detectado apenas 0,10±0,05 mg kg⁻¹ após 1.416 horas do início do tratamento. Nos ossos, as concentrações apresentaram reduções a partir de 24h, e, após 1.416h, não foram mais encontrados resíduos de enrofloxacinina nos ossos. Resíduos de ciprofloxacina não foram detectados nos músculos nem nos ossos após 240h.

As concentrações de ciprofloxacino foram menores, de 0,51±0,15 mg kg⁻¹; 0,56±0,33 mg kg⁻¹; 0,78±0,26 mg kg⁻¹; 0,68±0,34 mg kg⁻¹; 0,57±0,24 mg kg⁻¹; 0,18±0,05 mg kg⁻¹; 0,08±0,04 mg kg⁻¹ no músculo com pele e de 0,80±0,35 mg kg⁻¹; 0,25±0,15 mg kg⁻¹; 0,21±0,13 mg kg⁻¹; 0,15±0,09 mg kg⁻¹; 0,15±0,09 mg kg⁻¹; 0,13±0,10 mg kg⁻¹ e 0,05±0,02 mg kg⁻¹ nos ossos, após três, 12, 24, 48, 96, 168 e 240 horas do início do tratamento. Resíduos de ciprofloxacino não foram mais detectados no músculo (< 3,8 µg kg⁻¹), nem nos ossos (< 1,3 µg

kg⁻¹) das trutas após esse período.

MINH *et al.* (2010) avaliaram a adsorção, o metabolismo e a degradação de eritromicina em camarão gigante de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*) e tilápia-do-nylo (*O. niloticus*) cultivados no delta do rio Mekong. O medicamento foi fornecido na ração em duas diferentes dosagens (50 e 100 mg kg⁻¹ de peso corporal), durante sete dias. A presença de resíduos de eritromicina no músculo foi avaliada pelo método de LC-MS/MS, com um, três, seis, nove e 23 dias após a retirada do medicamento na ração. No grupo de camarões tratados com a dose de 50 µg kg⁻¹, foi encontrada a concentração de 2,80 ± 0,80 µg kg⁻¹ após 23 dias da retirada do medicamento, enquanto nos camarões tratados na dose de 100 µg kg⁻¹, a concentração encontrada foi de 31,40 ± 7,50 µg kg⁻¹ aos 23 dias. No músculo de tilápias tratadas com a dosagem de 50 µg kg⁻¹, a concentração encontrada foi de 34,70 ± 9,60 µg kg⁻¹ aos 23 dias após a retirada do medicamento, e, nas tilápias tratadas com a dose de 100 µg kg⁻¹, a concentração obtida no músculo foi de 42,90 ± 17,40 µg kg⁻¹ aos 23 dias.

PASCHOAL *et al.* (2012) realizaram um estudo de depleção de oxitetraciclina em tilápias-do-nylo (*O. niloticus*) criadas em sistema de recirculação, que receberam o medicamento na ração durante cinco dias consecutivos, na dosagem de 80 mg kg⁻¹ de peso corporal. Após um, dois, três, quatro, cinco,

10, 15, 20 e 25 dias da retirada do medicamento da ração, os animais foram abatidos e as concentrações de resíduos de oxitetraciclina no músculo foram avaliadas, utilizando-se o método de HPLC com detector de fluorescência. Um dia após a retirada da medicação, a concentração média de oxitetraciclina encontrada foi de 128 ng g⁻¹ e, após oito dias, a concentração média encontrada foi inferior ao limite de quantificação do método, de 13 ng g⁻¹.

GAIKOWSKI *et al.* (2015) avaliaram o tempo de depleção do antimicrobiano florfenicol em tilápias-do-nylo (*O. niloticus*) e no híbrido *O. niloticus* x *O. aureus*, criados em sistema de recirculação, que foram tratados via ração, com a dosagem de 20 mg de florfenicol por kg de peso corporal. As concentrações de resíduo de florfenicol no músculo foram avaliadas por HPLC, com uma, 12, 24, 36, 48, 72, 96, 120 e 240 horas após a última administração do medicamento, e os valores obtidos variaram entre 13,77 µg g⁻¹, uma hora após a última dosagem, e 0,39 µg g⁻¹, após 240 horas do último fornecimento. Os autores não observaram efeitos adversos relacionados ao uso de florfenicol sobre os peixes nem sobre a função do biofiltro.

3. Considerações finais

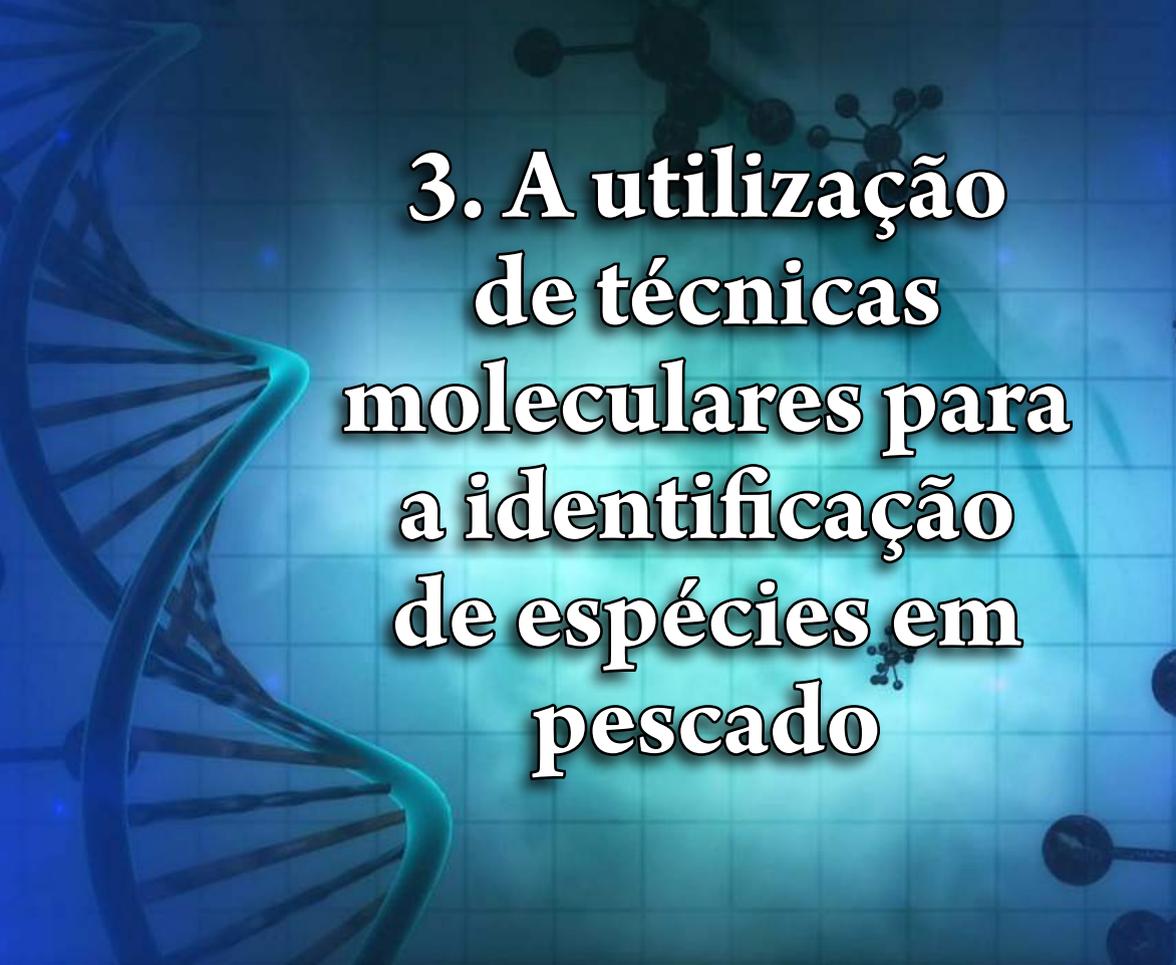
A utilização de antimicrobianos é uma ferramenta importante na produção aquícola, entretanto a presença de resíduos desses medicamentos nos

produtos de origem animal pode colocar em perigo a saúde dos consumidores. Dessa maneira, além dos estudos para determinação dos LMR, é preciso também avaliar as doses adequadas, bem como os períodos de depleção dos medicamentos utilizados para cada uma das espécies cultivadas, para tornar possível o registro de novos produtos junto ao Mapa. Além disso, o desenvolvimento de métodos analíticos adequados para o monitoramento de resíduos nos produtos de origem animal e a ampliação e adequação do escopo analítico do PNCRC são essenciais, considerando que a presença de resíduos de antimicrobianos em pescado pode ser determinada por inúmeros fatores, tais como: o não cumprimento do período de carência, da dose e da via de administração, a contaminação da água ou da ração e a não observância da espécie para qual o medicamento é recomendado. Portanto, os antimicrobianos devem ser utilizados de forma responsável na aquicultura para garantir a produtividade e a segurança no consumo dos produtos aquícolas.

4. Referências Bibliográficas

1. BONDI, M. C., MARAZUELA, M. D., HERRANZ, S., RODRIGUEZ, E. An overview of sample preparation procedures for LC-MS multiclass antibiotic determination in environmental and food samples. *Anal. Bioanal. Chem.*, v.395, p. 921-946, 2009.
2. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 51, de 06 de maio de 1986. Dispõe sobre a instituição do Plano Nacional de Controle de Resíduos Biológicos em Produtos de Origem Animal – PNCRB. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 07 fevereiro 1986, Seção 1, p.2228.
3. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 527 de 15 de agosto de 1995. Atribui ao Secretário de Defesa Agropecuária a responsabilidade de coordenar a execução do PNCRB, as incumbências que cita. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 16 agosto 1995, Seção 2, p.6048.
4. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 9, de 21 de fevereiro de 2017. Publica o plano de amostragem e limites de referência para o Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes em Produtos de Origem Animal – PNCRC de 2017 para as cadeias de carnes bovina, suína, caprina, ovina, equina, coelho, aves, avestruz, de leite, pescado, mel e ovos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 08 março 2017, Seção 1, p. 4.
5. BUSH, K.; COURVALIN, P.; DANTAS, G.; DAVIES, J.; EISENSTEIN, B.; HUOVINEN, P. Tackling antibiotic resistance, *Nat. Rev. Microbiol.*, v. 9, p.894–896, 2011.
6. CABELLO, F.C.; GODFREY, H.P.; TOMOVA, A.; IVANOVA, L.; DÖLZ, H.; MILLANAO, A.; BUSCHMANN, A.H. Antimicrobial use in aquaculture re-examined: its relevance to antimicrobial resistance and to animal and human health, *Environ. Microbiol.* v. 15, p. 1917-1942, 2013.
7. CHIARADIA, M. C.; COLLINS, C. H.; JARDIM, I. C. S. F. O estado da arte da cromatografia associada à espectrometria de massas acoplada à espectrometria de massas na análise de compostos tóxicos em alimentos. *Quim. Nova*, Vol. 31, No. 3, 623-636, 2008.
8. CODEX - CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Guidelines for the design and implementation of national regulatory food safety assurance programme associated with the use of veterinary drugs in food producing animals. CAC/GL 71-2009, p.38, 2009.
9. CODEX - CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Maximum residue limits (MRLs) and risk management recommendations (RMRs) for residues of veterinary drugs in foods. CAC/MRL 2-2015.
10. CORNEJO, J.; LAPIERRE, L.; IRAGÜEM, D.; PIZARRO, N.; HIDALGO, H.; SAN MARTÍN,

- B. Depletion study of three formulations of flumequine in edible tissues and drug transfer into chicken feathers. *J. Vet. Pharmacol. Therap.* n. 34, p. 168–175, 2010.
11. CUNHA, M. R. R. Análise de multirresíduos de antibióticos anfencóis e β -lactâmicos em leite por cromatografia líquida de alta eficiência acoplada ao detector de massas. 2009. 172p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
12. DOYLE, M. E. Veterinary Drug Residues in Processed Meats – Potential Health Risk (A Review of the Scientific Literature). *FRI Briefings*. 2006. Disponível em: <https://fri.wisc.edu/files/Briefs_File/FRIBrief_VetDrgRes.pdf> Acesso em 10 mai 2015.
13. FAO, 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Disponível em <<http://www.fao.org/3/a-i5798e.pdf>>. Acessado em 20 jan. 2018.
14. GAIKOWSKI, M. P.; WHITSEL, M. K.; CHARLES, S.; SCHLEIS, S. M.; CROUCH, L. S.; ENDRIS, R. G. Depletion of florfenicol amine in tilapia (*Oreochromis sp.*) maintained in a recirculating aquaculture system following Aquaflor®-medicated feed therapy. *Aquacult. Res.*, v. 46, p. 1842–1857, 2015.
15. HOFF, R. Análise de resíduos de sulfonamidas em alimentos por eletroforese capilar e espectrometria de massas. 2008. 134p. Dissertação em Biologia Celular e Molecular – Centro de Biotecnologia do Estado do Rio Grande do Sul, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul. 2008.
16. LUCCHETTI, D.; FABRIZI, L.; GUANDALINI, E.; PODESTÀ, E.; MARVASI, L.; ZAGHINI, A.; CONI, E. Long depletion time of enrofloxacin in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Antimicrob. Agents Chemother.*, v. 48, p. 3912–3917.
17. MENTEN, J. F. M. Probióticos, prebióticos e aditivos fitogênicos na nutrição de aves. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2, 2002. Uberlândia, Brasil. *Anais. Uberlândia*, p. 251–276, 2002.
18. MINH, N. P.; LAM, T. B.; TRANG, T. T. D. Adsorption, metabolism and degradation of erythromycin in giant freshwater prawn and tilapia aquaculture in Mekong River Delta. *Afr. J. Biochem. Res.*, v. 4, p.229–237.
19. MITCHELL, J. M.; GRIFFITHS, M. W.; MCEWEN, S. A.; MCNAB, W. B.; YEE, A. J. Antimicrobial Drug Residues in Milk and Meat: Causes, Concerns, Prevalence, Regulations, Tests, and Test Performance. *J. Food Prot.*, v. 61, n. 6, p.742–756, 1998.
20. PALERMO-NETO, J; SPINOSA, H. S.; GÓRNIAC, S. L. Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. p. 608–629.
21. PASCHOAL, R. J. A.; RATH, S.; AIROLD, F. P. S.; REYES, F. G. R. Validação de métodos cromatográficos para a determinação de resíduos de medicamentos veterinários em alimentos. *Quím. Nova*. v. 31 n. 5, p. 1190–1198, 2008.
22. PASCHOAL, J. A. R.; BICUDO, A. J. A.; CYRINO, J. E. P.; REYES, F. G. R.; RATH, S. Depletion study and estimation of the withdrawal period for oxytetracycline in tilapia cultured in Brazil. *J. Vet. Pharmacol. Therap.*, v. 35, 90–96, 2012.
23. PATURKAR, A. M.; WASKAR, V. S.; MOKAL, K. V.; ZENDE, R. J. Antimicrobial drug residues in meat and their public health significance – a review. *Indian J. Anim. Sci.* v. 75, n. 9, p. 1103–1111, 2005.
24. ROMERO, J.; FEIJOÓ, C.; NAVARRETE, P. Antibiotics in aquaculture – Use, abuse and alternatives; In: Carvalho E, editor. Health and Environment in Aquaculture. 2012.
25. SPINOSA, H.S.; TÁRRAGA, K.M. Considerações Gerais sobre os Antimicrobianos. In: SPINOSA, H.S.; GÓRNIAC, S.L.; BERNARDI, M.M. Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. p. 409–441.
26. WASSENAAR, T. M. The use of antimicrobial agents in veterinary medicine and implications for human health. *Critical Reviews in Microbiology*, 31, 155–169, 2005.



3. A utilização de técnicas moleculares para a identificação de espécies em pescado

pixabay.com

Lissandra Sousa Dalsecco¹ - CRMV-MG 18288
Lílian Viana Teixeira² - CRMV-MG 7357

¹ - Médica veterinária, mestra e doutora em Zootecnia, UFMG, lissdalsecco@gmail.com

² - Professora associada, médica veterinária, mestra e doutora, DTIPOA, Escola de Veterinária, UFMG,

Resumo

A identificação de espécies em alimentos é assunto de grande interesse para toda a cadeia de produção, para a fiscalização e para o meio acadêmico. Geralmente, o pescado é identificado com base nas características físicas de cada espécie. Porém, devido às limitações das análises morfológicas, as técnicas

moleculares estão sendo cada vez mais empregadas para essa finalidade. A grande maioria destas utiliza a PCR para amplificar uma região de interesse do DNA de um material ou de um organismo, seguida da aplicação de métodos para a identificação da espécie. Os métodos mais utilizados são: eletroforese em gel, RFLP, PCR em tempo real, sequenciamento de DNA e DNA

barcode, cada um com suas vantagens e aplicações específicas. As fraudes pela adição ou substituição de espécies em pescado ferem as legislações vigentes no Brasil e podem trazer graves consequências, incluindo perdas econômicas, desequilíbrios ambientais e riscos à saúde pública.

Palavras-chave: fraude alimentar, pescado, identificação de espécies, biologia molecular, DNA

Introdução

O pescado é um dos alimentos mais comercializados no mundo, contando com uma grande diversidade de produtos e mercados. Nos últimos anos, é possível observar um enorme crescimento no seu consumo, devido a uma preocupação cada vez maior com a saúde e a mudanças na dieta dos consumidores (MAFRA *et al.*, 2007; WARNER *et al.*, 2013). Contudo, o aumento da demanda por peixes e frutos do mar pode incentivar as práticas fraudulentas de substituição de espécies, cujas inúmeras ocorrências já foram relatadas em todo o mundo (CARVALHO *et al.*, 2011; COHEN *et al.*, 2009; HERRERO *et al.*, 2010; PALMEIRA *et al.*, 2013; WARNER *et al.*, 2013). Algumas dessas podem ser resultado de erros na identificação, porém, mais frequentemente, as fraudes

são impulsionadas por ganhos econômicos, quando uma espécie de menor valor comercial ou mais disponível é substituída por outra mais cara, desejável ou com oferta limitada. Além da lesão financeira, as fraudes podem colocar em risco a saúde dos consumidores, pelo consumo de toxinas ou proteínas alergênicas, além de causarem desequilíbrios ambientais, ao contribuírem para a pesca ilegal e para a diminuição dos estoques de espécies ameaçadas de extinção (CLARK, 2015; WARNER *et al.*, 2013).

A identificação de espécies é, dessa forma, assunto de grande importância para a indústria de alimentos e para órgãos fiscalizadores. Há uma necessidade crescente de metodologias rápidas e confiáveis para a análise de pescado e outros produtos de origem animal, principalmente em relação aos processados (CARVALHO *et al.*, 2011; HERRERO *et al.*, 2010).

Além da lesão financeira, as fraudes podem colocar em risco a saúde dos consumidores, pelo consumo de toxinas ou proteínas alergênicas

Nesse contexto, o objetivo do presente artigo é apresentar o *status* atual das técnicas moleculares de identificação de espécies em pescado (PCR, eletroforese em gel, RFLP, PCR em tempo real, sequenciamento de DNA e DNA *barcode*), a ocorrência de fraudes detectadas por essas metodologias, bem como a legislação brasileira sobre o assunto e as potenciais consequen-

ências da substituição de espécies em pescado.

Métodos de identificação de espécies

A identificação da espécie de pescado é, em geral, baseada em características morfológicas, como a pigmentação da pele e de escamas, a forma, o tamanho e a aparência do peixe inteiro. No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) lançou, em 2016, o “Manual de Inspeção para Identificação de Espécies de Peixes e Valores Indicativos de Substituições em Produtos da Pesca e Aquicultura”, com o objetivo de servir de referência para a fiscalização e o controle de qualidade de pescado. Essa publicação compreende quase 100 espécies de peixes, entre nacionais e importadas, e descreve as características físicas de cada uma por meio de fotos e ilustrações. Dessa forma, a identificação da espécie é feita pela inspeção visual comparativa, e, segundo o fiscal federal agropecuário Rodrigo Mabilia, autor do manual, “a musculatura é um dos aspectos que mais diferencia as espécies”.

Porém, semelhanças morfológicas entre espécies próximas dificultam a sua discriminação e apenas um taxonomista pode realizá-la corretamente

E mais importante: a maioria do pescado é disponibilizada comercialmente após a remoção de características externas

(MAFRA *et al.*, 2007). Além disso, em alguns casos, os peixes são erroneamente identificados devido às variações do seu nome popular ou à utilização do mesmo nome para mais de uma

espécie. Por exemplo, diferentes espécies dos gêneros *Sardina*, *Dussumeria*, *Escualosa*, *Sardinella* e *Sardinops* são comumente chamadas de sardinha, o que cria uma confusão na fase de rotulagem (CLARK, 2015). E mais importante: a maioria do pescado é disponibilizada comercialmente após a remoção de características externas, como nos produtos frescos (eviscerados, sem pele e cabeça, filetados) e processados (marinados, salgados, defumados, congelados, etc.), prática que torna a identificação de espécies uma tarefa muito difícil (MAFRA *et al.*, 2007).

Desde a década de 1980, diversas metodologias laboratoriais têm sido desenvolvidas para a identificação mais acurada de espécies em alimentos, incluindo o pescado. Elas se baseiam na

análise de proteínas, de lipídeos e, mais recentemente, de ácidos nucleicos (DNA e RNA), por meio das técnicas de genética molecular (GIL, 2007). A detecção de lipídeos e de proteínas é realizada

As técnicas moleculares têm superado as limitações apresentadas pelos métodos convencionais e estão sendo cada vez mais utilizadas para a análise de alimentos.

por meio de imunoen-
saio, técnicas cromato-
gráficas, espectrometria
de massas, focagem isoe-
létrica, etc. (ZHANG *et al.*, 2007). Entretanto,
esses métodos são la-
boriosos, demorados e
muitas vezes são eficazes apenas para ali-
mentos não processados, uma vez que as
proteínas podem ser desnaturadas pela
alta temperatura, pela pressão, por alte-
rações de pH, por tratamentos químicos
e por outras manipulações sofridas pe-
los alimentos durante o processamento
(MAFRA *et al.*, 2007; ZHANG *et al.*,
2007). Essas limitações têm estimulado
o desenvolvimento de novas e avançadas
técnicas de biologia molecular já apli-
cadas com sucesso em outros campos,
como na medicina forense (MAFRA *et al.*,
2007; ZHANG *et al.*, 2007).

Técnicas moleculares

As técnicas moleculares têm supe-
rado as limitações apresentadas pelos
métodos convencionais e estão sendo
cada vez mais utilizadas para a análise de
alimentos. A partir da década de 1990,
a *International Standards Organization*
(ISO) passou a aprovar testes laborato-
riais de identificação de espécies com
base em análises de biologia molecular
(CLARK, 2015).

O DNA é a principal molécula alvo
dessas técnicas e fornece mais informa-
ções do que as proteínas, devido à dege-
neração do código genético e à presença

Por meio da PCR, é possível obter cópias do material genético em quantidade suficiente para detectar e analisar a sequência de estudo

de regiões não codifican-
tes. Além disso, o DNA
está presente na maioria
das células de um orga-
nismo, o que possibilita
a obtenção de informa-
ções idênticas em qual-
quer amostra de tecido
(peixes inteiros, filés, barbatanas, ovos,
etc.) independentemente da sua origem
e fase de vida (CARVALHO *et al.*, 2011;
CLARK, 2015). Ainda, o DNA é uma
molécula muito estável e bastante tole-
rante ao calor e, portanto, possui uma
vantagem clara em relação às proteínas,
sendo considerada a molécula de escolha
para a identificação dos componentes de
um alimento (MAFRA *et al.*, 2007).

Metodologias de detecção de DNA
se baseiam em diferenças nas sequências
dessas moléculas entre organismos, os
chamados polimorfismos de DNA. Ao
se compararem os polimorfismos dentro
das regiões selecionadas do genoma, é
possível investigar as relações genéticas
em termos individuais (por exemplo,
genotipagem para a paternidade), popu-
lacional (avaliação da estrutura do esto-
que, tamanho da população), de espécies
(definindo a sua distribuição, identifi-
cando espécies morfologicamente idênticas)
e ainda relações evolutivas em qualquer
nível (DUDGEON *et al.*, 2012).

PCR e eletroforese

A grande maioria das metodologias
baseadas na análise de DNA tem foco
no uso da reação em cadeia da polime-

rase (*Polymerase Chain Reaction* - PCR) para amplificar regiões específicas de interesse do genoma a ser estudado. A amplificação pela PCR é baseada no anelamento de pares de oligonucleotídeos (*primers*) ao DNA (extraído de células do material em análise) e síntese *in vitro* de milhões de cópias do DNA alvo, delimitado pelos *primers* (MAFRA *et al.*, 2007). Essa reação explora a função natural da enzima *Taq* DNA polimerase (extraída da bactéria *Thermus aquaticus*) de adicionar nucleotídeos complementares ao DNA alvo e, assim, sintetizar novas e idênticas moléculas. A PCR é feita em ciclos de crescimento exponencial, ou seja, o número de cópias do DNA dobra a cada ciclo. Por meio da PCR, é possível obter cópias do material genético em quantidade suficiente para detectar e analisar a sequência de estudo por uma grande variedade de metodologias, como a eletroforese em gel, a PCR em tempo real e o sequenciamento (GIL, 2007; LOCKLEY; BARDSLEY, 2000).

A eletroforese em gel dos produtos da PCR é a mais simples técnica de análise para verificar a presença de uma espécie em um material. A técnica se baseia em *primers* espécie-específicos, ou

E mais importante: a maioria do pescado é disponibilizada comercialmente após a remoção de características externas

Após a extração do DNA e a amplificação por PCR de uma região específica, o produto é tratado com enzimas de restrição e submetido à eletroforese em gel para a visualização dos fragmentos gerados.

seja, a reação de PCR ocorre apenas na presença do DNA de uma determinada espécie. Os produtos obtidos de uma PCR espécie-específica podem ser visualizados em uma matriz

de poliacrilamida ou agarose (popularmente chamada de “gel”) submetida à eletroforese.

A técnica consiste em aplicar uma diferença de potencial no gel, provocando a migração das moléculas de DNA (que possuem carga negativa) do polo negativo ao positivo. Os fragmentos de DNA são separados de acordo com seu tamanho, pois os de massa menor irão migrar com maior velocidade do que os de massa maior. Em seguida, os fragmentos são visualizados pela exposição à luz ultravioleta ou por colorações específicas. A detecção de uma espécie, portanto, baseia-se na presença e no tamanho do seu fragmento específico evidenciado no gel (LOCKLEY; BARDSLEY, 2000; MAFRA *et al.*, 2007).

Enzimas de restrição e RFLP

Em 1970, foi descoberto que determinadas bactérias produzem enzimas capazes de degradar o DNA estranho que penetre na célula. Por

terem uma atuação chave no fenômeno conhecido como “restrição do hospedeiro” (em que as bactérias se autoprotégem de vírus ao degradarem o DNA viral), essas enzimas foram chamadas enzimas de restrição (ROBERTS, 2005).

Cada enzima de restrição reconhece uma sequência única de bases de DNA, chamada de “sequência de reconhecimento”, clivando o DNA na região específica (sítio de restrição). Quando uma enzima de restrição é adicionada ao DNA, ele é “cortado”, em tantas posições quantos sítios de clivagem ele contiver, por tal enzima, gerando, dessa forma, fragmentos de diversos tamanhos (GIL, 2007; LOCKLEY; BARDSLEY, 2000).

Entende-se por RFLP (*Restriction Fragment Length Polymorphism*) o polimorfismo no comprimento de fragmentos obtidos por clivagem de uma molécula de DNA por enzimas de restrição. Tal polimorfismo ocorre porque diferentes indivíduos apresentam diferentes sequências de nucleotídeos ao longo de seu genoma, o que gera um “perfil de restrição” único, ou seja, um conjunto de fragmentos de DNA diferente para cada um (ROBERTS, 2005). Dessa forma, uma estratégia simples, fácil e de pouco custo para se discriminarem espécies de pescado, com base no seu material genético, é a técnica de RFLP (GIL, 2007). Após a extração do DNA e a amplificação por PCR de uma região especí-

fica, o produto é tratado com enzimas de restrição e submetido à eletroforese em gel para a visualização dos fragmentos gerados. A utilização de apenas um par de iniciadores universais e algumas enzimas de restrição é suficiente para a identificação de um certo número de espécies (LOCKLEY; BARDSLEY, 2000; SUMATHI *et al.*, 2015).

Ao longo dos anos, foram publicados diversos trabalhos que empregaram a técnica de RFLP para a análise de pescado. Entre eles, o trabalho de SUMATHI *et al.* (2015) descreve um método para a diferenciação de cinco espécies de garoupa (*Epinephelus areolatus*, *E. bleekeri*, *E. faveatus*, *E. longispinis* e *E. undulosus*), mediante a utilização da enzima de restrição *Sau3AI*. O método demonstrou ser simples e eficiente para a análise de amostras cruas, congeladas e até mesmo processadas termicamente.

PCR em tempo real

A PCR em tempo real, também conhecida por qPCR (*quantitative PCR*), possibilita análises de identificação e de quantificação de DNA, ou seja, pode ser utilizada para determinar o percentual de cada espécie presente em uma amostra. No seu protocolo mais básico, é utilizado um agente fluorescente intercalante (*SybrGreen*[®], *EvaGreen*[®], etc.), que se liga às moléculas de DNA fita dupla produzidas ao longo de uma PCR. Quanto mais DNA é sintetizado, mais forte é o sinal fluorescente, que, por sua

vez, é medido e utilizado nos cálculos de quantificação. Alternativamente, podem-se utilizar sondas do tipo *TaqMan*[®], marcadas com uma molécula fluorescente, que se liga a uma região do DNA delimitado pelos *primers*. Durante a PCR, a atividade exonuclease da *Taq* DNA polimerase degrada a sonda, liberando fluorescência proporcionalmente à quantidade de DNA amplificado (GIL, 2007; LOCKLEY; BARDSLEY, 2000).

A PCR em tempo real elimina a necessidade de etapas pós-PCR, como a eletroforese ou o sequenciamento, facilitando a automação da técnica e a análise de amostras em grande escala. Além disso, o método oferece menor potencial de contaminação da amostra porque os tubos permanecem fechados durante todo o ensaio. Ainda, a PCR em tempo real pode ser aplicada na análise de amostras mistas, ou seja, composta por mais de uma espécie. Essa vantagem colabora para que a PCR em tempo real seja uma valiosa ferramenta para análise de pescado, já que um número considerável de produtos pode conter músculos ou tecidos de duas ou mais origens (GIL, 2007; LOCKLEY; BARDSLEY, 2000).

A alta especificidade e sensibilidade dessa técnica, combinada com sua robustez, confiabilidade e velocidade de análise, contribuem para a ade-

quação do método de quantificação de espécies em produtos de pescado. LI *et al.* (2013), por exemplo, desenvolveram um método de PCR em tempo real para a detecção e quantificação de ingredientes de peixes da família Salmonidae em produtos vendidos em Shanghai, China. Os resultados indicaram que 25% dos produtos testados não estavam rotulados adequadamente quanto às espécies presentes (LI *et al.*, 2013). Em outro estudo, Herrero *et al.* (2010) utilizaram a metodologia de PCR em tempo real e detectaram que 20% dos 40 produtos processados analisados foram incorretamente rotulados como sendo de bacalhau-do-atlântico (*Gadus morhua*).

Sequenciamento e DNA *barcode*

Sequenciamento de DNA é o processo que determina a composição e ordem das bases nitrogenadas – adenina (A), guanina (G), citosina (C) e timina (T) – de uma molécula de DNA. Atualmente, diversas metodologias são utilizadas para o sequenciamento, desde o método tradicional proposto por Frederick Sanger na década de 1970 (conhecido mundialmente como sequenciamento de Sanger), até as recentes e avançadas técnicas de sequenciamento de nova geração (DIAZ-SANCHEZ *et al.*, 2013).

Atualmente, existem diversos bancos de dados on line com informações genéticas exclusivas de pescado para fins de identificação.

Para a identificação de espécies, a sequência obtida no sequenciamento é comparada com aquelas depositadas em bancos de dados genéticos. Essa busca determina se existe uma sequência correspondente já depositada e pode levar à identificação da espécie do material em análise. Atualmente, existem diversos bancos de dados *on line* com informações genéticas exclusivas de pescado para fins de identificação. Alguns exemplos relevantes incluem o *Fishtrace*, atualmente restrito a espécies de peixes marinhos europeus, e o *FISH-BOL*, que faz parte do consórcio *Barcode of Life* (CARVALHO *et al.*, 2011; CLARK, 2015).

Em 2003, o grupo de pesquisa de Paul Hebert (Universidade de Guelph, Canadá) propôs o projeto *Barcode of Life* (Código de Barras da Vida). Esse consórcio tem como objetivo a identificação de todas as espécies do mundo por meio do sequenciamento de uma região única do genoma mitocondrial (gene do citocromo c oxidase subunidade I - COI) utilizada como um “código de barras” universal (HERBERT *et al.*, 2003). Diversos estudos já destacaram o grande potencial do COI como marcador molecular para identificação de peixes e frutos do mar (CARVALHO *et al.*, 2011; DUDGEON *et al.*, 2012).

A metodologia DNA *barcode* pode ser considerada superior por causa da uniformidade do método de coleta de dados e organização destes em valiosos

bancos genéticos exclusivos de *barcode* (CLARK, 2015). No *FISH-BOL*, por exemplo, cada registro contém imagens, coordenadas geográficas da coleta e diversas informações de um espécime, incluindo características morfológicas e a sua sequência do COI. Teoricamente, se uma espécie estiver presente no banco de dados, basta comparar a sequência COI obtida de uma amostra desconhecida para fazer a identificação desta. Além disso, a ideia de um banco de dados autenticado e universalmente acessível pode reduzir o tempo e o custo das análises em relação a outras metodologias que também utilizam o DNA (CLARK, 2015).

Legislação de alimentos

No Brasil, o MAPA e o Ministério da Saúde, por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), empenham-se em garantir a segurança e a inocuidade dos alimentos, promovendo, assim, a proteção da saúde de todos os brasileiros. O MAPA e a ANVISA se baseiam em legislações próprias, que caracterizam todo o processo de registro, produção, rotulagem e fiscalização de alimentos, conforme as competências de cada instituição.

Em 30 de março de 2017, entrou em vigor o novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), que consolida um complexo e rigoroso código higiênico-sanitário e tecnológico da

carne, do pescado, do leite, dos ovos, dos produtos de abelhas e de todos os seus derivados. Entre as principais mudanças introduzidas, está a elevação das penalidades, a interação com outros órgãos de fiscalização e uma maior harmonização com a legislação internacional, principalmente em relação do *Codex Alimentarius*. Além disso, o novo RIISPOA contempla o combate à fraude econômica e a implantação de novas metodologias. Atualmente, o Regulamento inclui, na rotina de inspeção e fiscalização, a utilização de técnicas moleculares, conforme disposto no Art. 468: “As matérias-primas, os produtos de origem animal e toda e qualquer substância que entre em suas elaborações estão sujeitos a análises físicas, microbiológicas, físico-químicas, de biologia molecular, histológicas e demais análises que se fizerem necessárias para a avaliação da conformidade” (BRASIL, 2017a).

A garantia que o consumidor está comprando o que descreve o rótulo do produto, em termos de qualidade microbiológica, química, física e econômica, é também contemplada pelo Código de Defesa do Consumidor (CDC). Segundo a Lei nº 8078/90, de 11 de setembro de 1990, do CDC.: “Art. 18º, § 6º - São impróprios ao uso e consumo: II - os produtos deteriorados, alterados, adulterados, avariados, falsificados, corrompidos, fraudados, nocivos à vida ou à saúde, perigosos ou, ainda, aqueles

em desacordo com as normas regulamentares de fabricação, distribuição ou apresentação.”

Detecção de fraudes em pescado no Brasil

Embora a legislação de alimentos, seja nacional ou internacional, exija a declaração completa do conteúdo de um produto em seu rótulo, infelizmente ela não tem sido suficiente para evitar que alimentos fraudados cheguem ao consumidor. No Brasil, diversos estudos relatam a substituição de espécies em pescado. Carvalho *et al.* (2011), por exemplo, utilizaram a tecnologia do DNA *barcode* e detectaram que 58% dos filés rotulados como sendo de surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*) eram, na verdade, de espécies de gêneros distintos e de menor valor comercial (*Genidens barbatus*, *Cynoscion virescens*, entre outras).

Em outro estudo, Palmeira *et al.* (2013) utilizaram o sequenciamento parcial de dois genes mitocondriais e identificaram que 55% das amostras de filé, vendidas no Nordeste brasileiro como sendo do peixe cação (*Carcharrhinus* spp.), eram de uma espécie de peixe-serra (*Pristis perotteti*). Esse caso se torna ainda mais grave, considerando-se que o *P. perotteti* é uma espécie ameaçada de extinção por causa da sua pesca ilegal e degradação do *habitat* e que sua comercialização está, inclusive, proibida no Brasil.

Apesar do novo RIISPOA só ter entrado em vigor em 2017, o DNA *barcode* já foi aplicado na detecção oficial de fraudes em pescado em anos anteriores, conforme divulgado pelos Anuários dos Programas de Controle de Alimentos de Origem Animal do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA) dos anos 2016 e 2017. As análises de detecção fazem parte do “Subprograma de Controle Oficial da Fraude por Substituição de Espécies de Pescado”, realizado pela Divisão de Inspeção de Pescado e Derivados do DIPOA. Em 2016, para atendimento ao Subprograma, foram analisadas 189 amostras de peixes, das quais 30 (15,87%) eram de espécies diferentes das declaradas (BRASIL, 2017b).

Entre as espécies mais fraudadas está o bacalhau-do-porto, que estava sendo substituído pelo bacalhau-do-pacífico ou pela polaca-do-alasca. As amostras foram coletadas diretamente de supermercados e o alvo maior eram produtos congelados, salgados e cortes (filés, postas e pedaços). Das empresas que cometeram fraude, três eram chinesas, e 13 brasileiras. As empresas chinesas entraram em um regime de alerta no Brasil e seus carregamentos subsequentes foram

Em 2016, para atendimento ao Subprograma, foram analisadas 189 amostras de peixes, das quais 30 (15,87%) eram de espécies diferentes das declaradas

submetidos à análise antes da liberação. As empresas nacionais foram autuadas e submetidas à medida cautelar, na qual a expedição dos produtos fica condicionada à comprovação dos requisitos legais. Em 2015, o índice de fraude detectado pelo Subprograma foi de 23,1%, indicando um resultado positivo da fiscalização de um ano ao outro (BRASIL, 2016b).

Em outra ação de vigilância realizada em 2014 pela Prefeitura de Florianópolis/SC e pelo Procon municipal, conhecida como “Operação DNA do Pescado”, foi encontrada fraude por substituição de espécies em 24% de 30 amostras analisadas. As análises também foram feitas com a técnica do DNA *barcode* e revelaram fraudes com bacalhau, linguado e outras espécies (CARVALHO *et al.*, 2015).

Consequências

A substituição não declarada de espécies em pescado representa, geralmente, uma fraude econômica, que engana consumidores e afeta produtores honestos ao longo da cadeia. As consequências, porém, vão além das questões monetárias. As fraudes podem dar cobertura e lucro à pesca ilegal, fazendo com que espécies protegidas ou ameaçadas de extinção cheguem ao consumi-

dor com outro nome, o que causa graves desequilíbrios nos estoques de uma população (PALMEIRA *et al.*, 2013; WARNER *et al.*, 2013).

Mais importante, uma rotulagem inadequada pode representar graves perigos à saúde pública, seja pelo risco do consumo acidental de uma espécie causadora de reações alérgicas, seja pela ingestão de toxinas ou substâncias perigosas presentes em produtos “mascarados” (CARVALHO *et al.*, 2011; COHEN *et al.*, 2009).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), os peixes e frutos do mar estão entre os alimentos com maior potencial alergênico. O peixe-escolar (*Lepidocybium flavobrunneum*), por exemplo, é um substituto comum para o atum-branco e outras espécies. O peixe-escolar pode conter, em até 20% de seu peso, uma substância chamada gempyloxin, frequentemente causadora de problemas gastrointestinais. Além disso, o *L. flavobrunneum* também pode provocar graves alergias e, embora não seja considerado tóxico, sua comercialização é proibida no Japão e na Itália (CLARK, 2015; MAFRA *et al.*, 2007).

Em um dos estudos mais impactantes realizados pela Oceana (organização internacional não governamental focada exclusivamente nos oceanos), foi revelado que o *tilefish* (compreendendo diversas espécies da família Malacanthidae) estava sendo vendido como *red snapper* (*Lutjanus campechanus*) nos Estados

Unidos. O *tilefish* é conhecido por conter altos níveis de mercúrio e, por isso, não deve ser consumido por crianças e mulheres grávidas ou lactantes (WARNER *et al.*, 2013).

Em 2007, na cidade de Chicago, duas pessoas ficaram doentes pela suposta ingestão de um peixe conhecido como tamboril-americano (*Lophius americanus*). Análises de DNA revelaram, porém, que o peixe consumido era, na verdade, uma espécie de baiacu (*puffer fish*). O baiacu tem a sua venda controlada por conter a tetrodotoxina, uma potente neurotoxina que pode causar paralisia e até a morte. Quando o baiacu é limpo e filetado, as características morfológicas são removidas e a carne fica muito parecida com a do tamboril-americano, o que dificulta a sua distinção pela inspeção visual. Esse caso chamou a atenção para a alta precisão e confiabilidade demonstrada pelos métodos de DNA utilizados na identificação das espécies em questão (COHEN *et al.*, 2009).

Considerações finais

O grande número de estudos que relatam casos de substituição de espécie em pescado evidencia que este é um problema generalizado. As consequências desse tipo de fraude são graves, com impactos negativos para governos, produtores, meio ambiente e principalmente consumidores. Além da lesão econômica e do risco de serem consumidos

produtos perigosos, os consumidores podem perder a confiança na autenticidade de certos produtos uma vez que a fraude é divulgada. Com isso, toda a cadeia de produção se desestabiliza e as perdas podem ser irreversíveis.

Dessa forma, a crescente demanda por políticas de proteção aos consumidores, quanto à rotulagem adequada de alimentos, tem estimulado o desenvolvimento de métodos de controle capazes de identificar substituições de ingredientes. Diversas técnicas estão disponíveis para a identificação da origem dos constituintes de um alimento. Dentre essas, os métodos moleculares, baseados na análise de DNA, provaram ser práticos, confiáveis, sensíveis e extremamente específicos para a detecção de fraudes. Muitas das técnicas descritas neste trabalho podem ser aplicadas na rotina da inspeção, bem como na certificação de produtos autênticos, garantindo que o consumidor adquira alimentos com preço justo e sem riscos à saúde.

Referências

1. BRASIL, Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. Código de proteção e defesa do consumidor e legislação correlata. 5. ed. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2012. 106 p. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/496457/000970346.pdf?sequence=1>. Acesso em: 11 abr. 2018.
2. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de Inspeção para Identificação de Espécies de Peixes e Valores Indicativos de Substituições em Produtos da Pesca e Aquicultura. **Secretaria de Defesa Agropecuária**. Brasília: MAPA, 2016a. 188 p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/pesca-e-aquicultura/semana-do-peixe/arquivos/manual-de-inspecao-para-identificacao-de-especies-de-peixes>. Acesso em: 11 abr. 2018.
3. BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Anuário dos Programas de Controle de Alimentos de Origem Animal do DIPOA. 2ª edição. **Secretaria de Defesa Agropecuária**. Brasília: MAPA, 2016b. 28 p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-animais/publicacoes-dipoa/anuario-dipoa-resultados-2015-2016-V2>. Acesso em: 11 abr. 2018.
4. BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 30 mar. 2017a. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=30/03/2017&jornal=1&pagina=3&totalArquivos=240>. Acesso em: 11 abr. 2018.
5. BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Anuário dos Programas de Controle de Alimentos de Origem Animal do DIPOA. 3ª edição. **Secretaria de Defesa Agropecuária**. Brasília: MAPA, 2017b. 28 p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-animais/publicacoes-dipoa/anuario-dos-programas-de-controle-de-alimentos-de-origem-animais-dipoa-volume-3-2013-2017>. Acesso em: 11 abr. 2018.
6. CARVALHO, D. C.; NETO, D. A. P.; BRASIL, B. S. A. F. *et al.* DNA barcoding unveils a high rate of mislabeling in a commercial freshwater catfish from Brazil. **Mitochondrial DNA**, v.22, p.97-105, 2011.
7. CARVALHO, D. C.; PALHARES, R. M.; DRUMMOND, M. G. *et al.* DNA Barcoding identification of commercialized seafood in South Brazil: A governmental regulatory forensic program. **Food Control**, v.50, p.784-788, 2015.
8. CLARK, L. F. The current status of DNA barcoding technology for species identification in fish value chains. **Food Policy**, v.54, p.85-94, 2015.
9. COHEN, J. N.; DEEDS, J. R.; WONG, E. *et al.* Public health responses to puffer fish

- (Tetrodotoxin) poisoning from mislabeled product. **Journal of Food Protection**, v.72, p.810-817, 2009.
10. DIAZ-SANCHEZ, S.; HANNING, I.; PENDLETON, S. *et al.* Next-generation sequencing: the future of molecular genetics in poultry production and food safety. **Poultry Science**, v.92, p.562-572, 2013.
 11. DUDGEON, C. L.; BLOWER, D. C.; BRODERICK, D. *et al.* A review of the application of molecular genetics for fisheries management and conservation of sharks and rays. **Journal of Fish Biology**, v.80, p.1789-1843, 2012.
 12. GIL, L. A. PCR-based methods for fish and fishery products authentication. **Trends in Food Science and Technology**, v.18, p.558-566, 2007.
 13. HERBERT, P.D.; CYWINSKA, A.; BALL, S.L.; DEWAARD, J.R. Biological identifications through DNA barcodes. **Proceedings Royal Society of London**. v.270, p.313-321, 2007.
 14. HERRERO, B.; MADRIÑÁN, M.; VIEITES, J. M. *et al.* Authentication of Atlantic cod (*Gadus morhua*) using real time PCR. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.58, p.4794-4799, 2010.
 15. LOCKLEY, A.; BARDSLEY, R. DNA-based methods for food authentication. **Trends Food Science and Technology**, v.11, p.67-77, 2000.
 16. LI, X.; LI, J.; ZHANG, S. *et al.* Novel real-time PCR method based on growth hormone gene for identification of *Salmonidae* ingredient in food. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.61, p.5170-5177, 2013.
 17. MAFRA, I.; FERREIRA, I.; OLIVEIRA, B. Food authentication by PCR-based methods. **European Food Research and Technology**, v.227, p.649-665, 2007.
 18. PALMEIRA, C. A. M.; RODRIGUES-FILHO, L. F. S.; SALES, J. B. L. *et al.* Commercialization of a critically endangered species (largetooth sawfish, *Pristis perotteti*) in fish markets of northern Brazil: Authenticity by DNA analysis. **Food Control**, v.34, p.249-252, 2013.
 19. ROBERTS, R. J. How restriction enzymes became the workhorses of molecular biology. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, v.102, p. 5905–5908, 2005.
 20. SUMATHI, G.; JEYASEKARAN, G.; SHAKILA, R. J. *et al.* Molecular identification of grouper species using PCR-RFLP technique. **Food Control**, v.51, p.300-306, 2015.
 21. WARNER, K.; TIMME, W.; LOWELL, B. *et al.* Oceana Study Uncovers Widespread Seafood Fraud Nationwide (2013). Disponível em: http://oceana.org/sites/default/files/reports/National_Seafood_Fraud_Testing_Results_FINAL.pdf. Acesso em: 11 abr. 2018.
 22. ZHANG, C.; FOWLER, M.; SCOTT, N. *et al.* A Taq Man real-time PCR system for the identification and quantification of bovine DNA in meats, milks and cheeses. **Food Control**, v.18, p.1149-1158, 2007.



4. Pesca e aquicultura – a busca pela inovação

Afonso de Liguori Oliveira - CRMV-MG 4787
Prof. Titular em Tecnologia e Inspeção dos Produtos de Origem Animal
Universidade Federal de Minas Gerais – Escola de Veterinária– DTIPOA

pixabay.com

Produção, panorama histórico e evolução institucional

As estatísticas globais referentes à produção (captura e aquicultura) de pescado para todos os fins (comerciais, industriais, recreativos e de subsistência) são muito frágeis quando confrontadas entre si e, dentre as fontes confiáveis e disponíveis, destacam-se os dados fornecidos pelo Departamento

de Pesca e Aquicultura da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO).

Esses dados (FAO, 2017) indicam que a produção global de pescado em 2015 foi de 163 milhões de toneladas, dos quais 105,7 milhões de toneladas eram originadas de águas marinhas, e 57,7 milhões de toneladas de águas interiores. Em relação à produção em águas marinhas, a China continua a ser o principal país produtor, segui-

da pela Indonésia, pelo Peru, pela Federação Russa, pelos Estados Unidos e pelo Japão. Em águas interiores, também a China se destaca, seguida da Índia, da Indonésia, do Vietnã e de Bangladesh. O Brasil se situa no oitavo lugar.

O Brasil está entre os 15 maiores produtores de crustáceos do mundo (120 mil toneladas) e na 31ª posição entre os países produtores de peixes e moluscos marinhos (413 mil toneladas e 32 mil toneladas, respectivamente). Também os dados da FAO (2017) para o Brasil, referentes ao ano de 2015, indicam que o país produziu em 2015 um total de 437 mil toneladas de pescado de água doce, sendo um dos três maiores produtores mundiais de tilápia (228 mil toneladas), e um total de 700 mil toneladas de pescado de água doce (captura e aquicultura).

Os dados consolidados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) referentes à produção de pescado de água doce, nos anos de 2015 e 2016, indicam valores pouco maiores, de 486 e 507 mil toneladas, respectivamente, e uma produção de tilápias de 239 mil toneladas.

Em relação ao comércio internacional de pescado, os resultados consolida-

O Brasil está entre os 15 maiores produtores de crustáceos do mundo (120 mil toneladas) e na 31ª posição entre os países produtores de peixes e moluscos marinhos (413 mil toneladas e 32 mil toneladas, respectivamente).

dos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, disponibilizados pela plataforma AGROSTAT (2017), indicam que, no ano passado, o Brasil expor-

tou cerca de 41 mil toneladas de pescado, com ganhos de 246 milhões de dólares. No mesmo período, importou 402,9 mil toneladas, um valor 10 vezes maior do que exportou e, para isso, foram gastos 1,337 bilhões de dólares, valor esse 20 vezes maior que os obtidos com a exportação.

A partir desses dados, verifica-se que a maior parte das importações brasileiras foram de peixes, num total 374,3 mil toneladas que representou 92,9% do volume total importado. A principal espécie importada foi a sardinha congelada (93 mil toneladas), ou seja, 20%; em seguida, estão o salmão-do-atlântico e salmão-do-danúbio (frescos ou refrigerados), filés de merluzas e abroteas (peixe da ordem Gadiforme, a mesma do *Gadus morhua* ou bacalhau) e filé de merluza do Alasca, que, juntos, representam outros 70% das importações brasileiras de peixes.

As preparações e as conservas de peixes, crustáceos e moluscos, em 2017, representaram 4,8% do total de pescado importado (19,2 mil toneladas), sen-

do mais da metade desse total na forma de “outras preparações e conservas de atum e bonitos-listrados” (10,1 mil toneladas). Fechando o volume de importações, estão os crustáceos e os moluscos, que representaram 2,3% do total importado em 2017 (9,3 mil toneladas), sendo mais de 87% desse total de lulas congeladas (8,1 mil toneladas).

Esses valores indicam que as demandas brasileiras, para a compra e o consumo de pescado (peixes, conservas, crustáceos e moluscos), não estão sendo atendidas pela atual produção nacional, seja porque certas espécies aquáticas ocorrem preferencialmente em outras regiões do mundo, seja porque a costa brasileira não apresenta características físicas e geográficas próprias, específicas ou favoráveis a todas as espécies de pescado.

Em trabalho que trata da gestão do uso dos recursos pesqueiros marinhos no Brasil, DIAS NETO (2010) afirma que “em comparação com outras plataformas tropicais, a plataforma continental brasileira pode ser definida como relativamente rasa e pouco produtiva” e indica que, já em 1999, a 139ª Sessão Ordinária da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar – CIRM concluiu que “não se pode esperar por elevados incrementos nas produções pesqueiras anuais oriundas do mar que banha a costa do Brasil”. O mesmo autor concluiu em seu trabalho que a situação dos estoques de pesca brasileiro encon-

tra-se ou sob excesso de exploração ou se recuperando do excessivo nível de utilização, existindo áreas já plenamente exploradas ou em algumas regiões até esgotadas, sendo essas as condições de mais de 80% dos nossos recursos pesqueiros. Esse quadro é preocupante, pois compromete o potencial de ampliação da captura de pescado na costa brasileira, se comparada a de outros países da América do Sul, como o Peru e o Chile, que possuem menores áreas costeiras, entretanto banhadas por águas bem mais ricas em nutrientes e consequentemente mais produtivas. VIANA (2013) afirma que, a despeito da grande extensão do litoral brasileiro e de sua zona econômica exclusiva (ZEE), as águas nacionais apresentam baixa concentração de nutrientes e, consequentemente, uma produtividade reduzida de pescados.

Essa situação de esgotamento ou excesso de exploração dos estoques de pesca, que gera a insegurança na oferta e interfere no desenvolvimento da indústria de pesca e na ampliação da produção de pescado no país, infelizmente se alinha com o panorama histórico e institucional das atividades de pesca e aquicultura junto aos setores governamental e administrativo do Brasil.

Evolução institucional da pesca no Brasil

Historicamente, os primeiros atos legais relativos à pesca são de 1912,

quando a Lei nº 2.544 definiu que o governo estava autorizado a desenvolver a indústria da pesca no país por meio da criação de uma inspetoria de pesca dentro do então Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio. No mesmo ano, o Decreto nº 9.672 criava a Inspetoria da Pesca e aprovava seu regulamento.

Essa estrutura se manteve até 1934, quando o Decreto nº 23.979 aprovou os regulamentos das diversas dependências do recém-criado Ministério da Agricultura (Decreto nº 19.448, de 1930), sendo, então, constituído um Departamento Nacional da Produção Animal, que abrigava o Serviço do Caça e Pesca (SCP).

Em 1948, esse serviço passou a se denominar Divisão de Caça e Pesca (DCP), por força do Decreto nº 24.386. A essa divisão cabia realizar e promover estudos das faunas aquática e semiaquática, para fins econômicos, além de orientar a instalação e manutenção de aquários e tanques com espécies de fauna aquática, nacional e exótica, próprias para alimentação.

Somente em 1962, por meio da Lei Delegada nº 10, foi criada a Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (Sudepe), autarquia vinculada ao Ministério da Agricultura, que tinha como principal atribuição elaborar um Plano Nacional de Desenvolvimento da Pesca (PNDP) com a intenção de efetivamente desenvolver as atividades de pesca. Em 1971, durante o governo

militar, foi apresentado ao país o I Plano Nacional de Desenvolvimento (PND) para os anos de 1972 a 1974, quando se previam estratégias para o desenvolvimento agrícola do país. Dentre elas, estava incluída a pesca, com a justificativa da recente ampliação do mar territorial brasileiro para 200 milhas (Decreto-lei nº 1.098, de 1970), que incluía medidas de aperfeiçoamento e amparo à pesca, na captura, industrialização e comercialização do pescado, com o objetivo de tornar a pesca, em curto prazo, uma atividade econômica expressiva para o Brasil.

Desse período até 1989, a Sudepe dedicou-se a promover a industrialização do setor, principalmente mediante incentivos fiscais, entre outras estratégias voltadas à intensa exploração dos estoques pesqueiros de ocorrência natural. Em 1989, por meio da Lei nº 7.735, foi criado o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e extinta a Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (Sudepe), cujas atividades foram repassadas ao Ibama, que reuniu, então, atribuições de diversos órgãos.

Coube, assim, ao IBAMA gerir os assuntos da pesca entre 1989 e 1998, com o objetivo de recuperar os estoques pesqueiros ameaçados, estabelecer diretrizes ambientais e implementar medidas de ordenamento para a pesca, tais como: períodos de defeso para proteger o período reprodutivo das espécies;



Surimi



Bobó de camarão

Fotos: Prof. Afonso (arquivo pessoal)



Casquinha



Carpaccio defumado



Hamburger de salmão

Fotos: Prof. Afonso (arquivo pessoal)



Lula e atum enlatados

definição de tamanhos mínimos para a captura de pescado; proibição do emprego de métodos predatórios de captura; controle da frota operante; etc.

Em 1998, a Lei nº 9.649, que dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, transfere a competência da produção e do fomento da atividade pesqueira para o Ministério da Agricultura e do Abastecimento. No mesmo ano, o Decreto nº 2.681 cria, na estrutura organizacional do Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária, o Departamento de Pesca e Aquicultura (DPA), na Secretaria de Desenvolvimento Rural.

Em 2003, o Decreto nº 4.629 extingue o Departamento de Pesca e Aquicultura (DPA) da estrutura organizacional do Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária, e, no mesmo ano, a Lei nº 10.683 cria a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca, que passa a integrar a Presidência da República.

Em 2004, é publicado o Decreto nº 5.069, que dispõe sobre a composição, estruturação, competências e funcionamento do Conselho Nacional de Aquicultura e Pesca (Conape), que tinha como finalidade propor a formulação de políticas públicas, com vistas a promover a articulação e o debate dos diferentes níveis de governo com a sociedade civil organizada, para o desenvolvimento e o fomento das atividades da aquicultura e da pesca no território

nacional.

Em 2009, a Lei nº 11.958 transforma a então Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República em Ministério da Pesca e Aquicultura, tendo o Decreto nº 6.972, de 2009, aprovado a estrutura regimental desse novo ministério.

Em 2016, a Lei nº 13.266, em seu art. 1º, extingue o Ministério da Pesca e Aquicultura e o art. 4º extingue o cargo de ministro de Estado da Pesca e Aquicultura. A partir desse momento, a política nacional pesqueira e aquícola retornam à situação de Secretaria de Aquicultura e Pesca e para a área de competência do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Em março de 2017, o Decreto nº 9.004 transfere a Secretaria de Aquicultura e Pesca do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Em novembro do ano passado, a Lei nº 13.502 estabelece a organização básica dos órgãos da Presidência da República, onde está indicado que “passa a integrar a Presidência da República a Secretaria Especial da Aquicultura e da Pesca”. Em dezembro de 2017, é publicado o Decreto nº 9.260, que aprova a Estrutura Regimental do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços e revoga o Decreto nº 9.004, de 2017, seu inciso I do caput e os arts. 1º, 2º ao 5º; que tratam da transferência da

Secretaria de Aquicultura e Pesca do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Assim, a partir de 22 de janeiro de 2018, quando entrou em vigor este decreto, foi estabelecida a Estrutura Regimental da Secretaria Especial da Aquicultura e Pesca da Presidência da República, que se mantém até este momento.

Nesse breve panorama, fica caracterizada a fragilidade histórica das ações voltadas à pesca e à aquicultura no país, com um grande conflito de competências e interesses associado à inconstância dentro da estrutura administrativa do Estado. Essa talvez seja, por sua perpetuação histórica, uma das mais difíceis questões a serem resolvidas no país, pois compromete qualquer possibilidade de sucesso para as políticas ligadas à gestão da pesca e aquicultura no Brasil. Em especial tem sido questionado a perpetuação das atividades de aquicultura e de pesca, sempre coordenadas por uma mesma secretaria ou

Existe hoje um cenário promissor para a maricultura em função das já citadas características ambientais do Brasil, como sua extensão costeira de mais de oito mil quilômetros, aliado à sua zona econômica exclusiva (ZEE) de 3,5 milhões de km².

órgão público. Propõe-se como ideia inovadora para o país a separação dessas áreas, sendo a aquicultura vinculada ao MAPA, assim como ocorre com as atividades de produção animal ou vegetal, e a pesca vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, por se alinhar melhor como uma atividade extrativista.

Também não estão estabelecidas políticas públicas ou ambiente favorável à inovação para as indústrias processadoras de pescado do país, a ampliação da oferta ou o desenvolvimento de novos produtos no Brasil ainda são pouco expressivos. A atual situação da área não favorece investimentos na produção e no processamento de pescado, o que resulta em ampliação apenas das importações de pescado inteiro ou porcionado (resfriado e congelado), a fim de atender a demanda do consumidor com uma maior diversidade de produtos. Em contrapartida existe hoje um cenário promissor para a maricultura em função das já citadas características ambientais do Brasil, como sua extensão costeira de mais

Ideia inovadora para o país seria a separação da aquicultura, vinculada ao MAPA, assim como ocorre com as atividades de produção animal ou vegetal, e a pesca vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, similar a uma atividade extrativista.

de oito mil quilômetros, aliado à sua zona econômica exclusiva (ZEE) de 3,5 milhões de km². Essas condições naturais, associado a qualidade de água, são altamente favoráveis à produção do pescado marinho cultivado, podendo esse ser um dos caminhos para à redução do déficit entre a demanda e a oferta de pescado no mercado brasileiro (Cavalli & Ferreira, 2010, Rocha et al.,2013). Ideia inovadora para o país seria a separação da aquicultura, vinculada ao MAPA, assim como ocorre com as atividades de produção animal ou vegetal, e a pesca vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, similar a uma atividade extrativista.

Processamento do pescado

O pescado que é produzido no país tem uma enorme importância social e econômica, em especial para as populações que dele dependem, sendo as formas preferenciais de oferta desse produto “in natura” ou fresco, seguido dos congelados, das conservas, dos salgados e dos defumados, ou em atmosfera modificada, utilizando embalagens especiais e ativas. Porém, uma boa parcela dos produtos industrializados de pescado oferecidos no varejo é oriunda de outros países, o que requer gastos com importação e a adequada fiscalização de sua qualidade.

A diversidade de pescados capturados ou produzidos no Brasil não se

reflete na oferta de produtos industrializados, que é bastante restrita, resumindo-se basicamente em pescado resfriado, congelado, conservas de sardinhas, atuns e bonitos, imersos em óleo ou molhos, e pescado salgado e/ou defumado na forma de semiconservas. De uma maneira geral, os atuais volumes aqui produzidos são insuficientes para atender a crescente demanda nacional, o que tem justificado o crescente incremento das importações de pescado pelo país.

Diferentemente do que se observa nas indústrias processadoras de carnes de aves, suína e bovina, a indústria de pescado não apresenta ampliação da oferta de novos produtos. O desenvolvimento de novos produtos de pescado ocorre pontualmente, em algumas empresas tradicionais já produtoras e processadoras de alimentos, ou por iniciativa de pequenas empresas que estão iniciando a oferta ao mercado de croquetes, empanados e “nuggets” de pescado, bem como de novos tipos de embutidos e reestruturados, como hambúrguer de peixe, salsichas, linguiças e até mesmo o presunto.

No Brasil, o processamento industrial do pescado ocorre subordinado às normas de inspeção, exercidas por órgãos de fiscalização sanitária municipais, estaduais ou federais. Estão, assim, estabelecidos, na forma de leis, decretos, regulamentos e instruções normativas, diversos procedimentos que são de importância inquestionável para a saúde

publica, a fim de garantir a qualidade sanitária desses produtos aos consumidores, bem como a segurança e a inocuidade deles, essencial para preservar a boa imagem das indústrias processadoras.

Tecnicamente entende-se por pescado “in natura” aquele recém-capturado, que foi abatido e submetido ao resfriamento, normalmente utilizando-se gelo moído ou em escamas, ou a outros processos de refrigeração, resultando em um produto de vida de prateleira relativamente curta e com necessidade de ser consumido em curtos espaços de tempo.

Em regiões que não dispõem de uma mínima infraestrutura local, como o fornecimento regular de eletricidade, água potável, estradas, sistemas de refrigeração, transporte refrigerado ou adequado armazenamento, o que ainda ocorre em boa parte do país, perpetua-se a pesca de subsistência. Nessa condição, não ocorre estímulo para o aumento da captura ou da produção de pescado cultivado, e um eventual excedente de pescado ali obtido é conservado preferencialmente pelo uso de sal, que poderá estar associado a outros métodos, como a cura, processos fermentativos naturais ou a defumação, sendo normalmente destinados ao comércio e consumo local.

Muitos comércios locais de pescado, que vendem pescado resfriado em gelo, estabeleceram algumas formas empíricas na busca de ampliação do período de comercialização e, por ve-

zes, da vida de prateleira desse pescado, submetendo o produto “in natura” a uma série de procedimentos. Em geral, quando fresco ou recém-capturado, o pescado é comercializado em sua forma íntegra, conservado por gelo ou sob refrigeração. Posteriormente ou mesmo a partir do pescado ainda fresco, a fim de ampliar o período de estocagem, é realizada, sequencialmente, uma série de procedimentos, que se inicia com a evisceração, seguida de outros processos e manuseios, como a descama, esfolação, preparação de filés e postas.

Para outros tipos de pescado, como o camarão, a comercialização começa com o camarão íntegro, seguindo-se o descabeçamento e, depois, a descasagem. Nessas condições, o transporte ou o comércio em longas distâncias dos locais de produção ficam comprometidos em razão da dificuldade do pescado em manter suas características de frescor, devido ao início de processos de deterioração (bacterianos ou enzimáticos).

As indústrias processadoras que dispõem de serviços de inspeção sanitária nos locais de desembarque e na área de processamento têm como um dos principais processos utilizados para ampliar a vida de prateleira do pescado o congelamento, que é aplicado ao pescado ainda fresco e que foi submetido previamente a procedimentos de inspeção. O congelamento é um dos meios mais intensamente utilizados na conservação de pescado processado, pois permite

não só a manutenção da qualidade por períodos mais longos, como favorece o transporte, a distribuição e a comercialização em locais mais distantes daquele de produção.

O atual Decreto nº 9.013 (BRASIL, 2017) define, em seu art. 205, que “entende-se por pescado os peixes, os crustáceos, os moluscos, os anfíbios, os répteis, os equinodermos e outros animais aquáticos usados na alimentação humana”. Em seu parágrafo único, também estabelece que não poderá ser destinado à venda direta ao consumidor, sem que haja prévia fiscalização sob o ponto de vista industrial e sanitário, pescado capturado na natureza ou obtido em tanques artificiais ou criatórios de espécies da fauna aquática nacional ou exótica.

Atualmente o Mapa tem regulamentado 32 tipos de produtos de pescado, sendo esses os únicos que permitem um procedimento de registro mais dinâmico pelas empresas de pescado, requerendo os demais tipos de produtos de fora dessa lista uma minuciosa descrição de componentes, processos e formas de apresentação (BRASIL, 2017).

As normas que regem os processos de abate e processamento de pescado estão contidas no já citado Decreto nº 9.013, no qual existe uma série de artigos que tratam da inspeção do pescado, dos quais destacamos a seguir alguns e seus parágrafos.

No art. 90, está estabelecido que é obrigatória a realização do exame

ante morte dos animais destinados ao abate por servidor competente do SIF. Entretanto, em seu parágrafo 6º, estabelece-se que, entre as espécies de abate de pescado, somente os anfíbios e os répteis devem ser submetidos à inspeção ante morte. Desse modo, fica claro que a inspeção ante morte não é necessária para os peixes, crustáceos e moluscos em geral.

No capítulo que trata da inspeção post morte de pescado, o art. 204, em seu parágrafo único, indica que a terminologia post morte não se aplica às espécies de pescado comercializadas vivas. Outro ponto a se atentar está no art. 208, que torna obrigatória a lavagem prévia do pescado utilizado como matéria-prima para consumo humano direto ou para a industrialização, sendo o procedimento destinado a promover a limpeza e a remoção de sujidades e de parte da microbiota superficial.

No Brasil, em geral, o pescado que é obtido da produção da pesca extrativa marítima ou continental, ao ser desembarcado nas indústrias processadoras, deve ser submetido à inspeção, com base em um criterioso padrão de qualidade. Nesse momento, são avaliadas eventuais alterações de ordem higiênica, sanitária e de integridade do pescado, descartando-se indivíduos deteriorados ou inadequados ao consumo humano e selecionando-se os demais por diversos outros critérios, como classes de peso e destinação industrial. Nas embarcações

que realizam pesca longe da costa por vários dias, permite-se, pelo art. 213 do Decreto nº 9.013, que determinadas espécies de pescado sejam submetidas à sangria, ao descabeçamento ou à evisceração ainda a bordo.

As indústrias processadoras de pescado cultivado, por sua vez, para receberem o pescado (origem marinha e origem continental), têm de se submeter às recomendações prévias ao abate, de modo a indicar origem, forma de transporte, período de depuração, processos de insensibilização, etc. Somente após a insensibilização será realizada a etapa de sangria, e, ao final desta, ocorre, então, a seleção por peso e tamanho, sendo os peixes, em geral, eviscerados e, dependendo da espécie, submetidos à retirada da cabeça e das escamas, sendo, em algumas espécies, produzidas postas com ou sem pele e filés. As postas são obtidas de peixes grandes, de corpo mais arredondado, nos quais se realiza uma série de cortes no sentido transversal à coluna vertebral, iniciados pelo rabo, obtendo-se postas de 2 a 4cm de espessura, a depender das espécies. O filé é obtido por meio de um corte longitudinal, normalmente paralelo à coluna vertebral, que resulta em peças de carne constituídas por músculos laterais, dorsais e abdominais.

O mesmo Decreto, em seu art. 209, também estabelece como controles oficiais do pescado análises sensoriais, indicadores de frescor, controle de his-

tamina para as espécies formadoras da família Scombridae, como o atum, a sardinha, a cavala, a cavalinha e o bonito, controle de biotoxinas ou de outras toxinas perigosas para a saúde humana e o controle de parasitas. Especificamente os atributos de frescor do pescado estão estabelecidos no art. 210, que trata das particularidades de cada espécie (peixes, crustáceos, moluscos, anfíbios e répteis). São também estabelecidos, no art. 211, os parâmetros físico-químicos do pescado fresco complementar à avaliação das características sensoriais.

É obrigatória, pelo Art. 212, a verificação visual tanto de lesões atribuíveis a doenças ou infecções quanto da presença de parasitas, sendo permitido, em alguns casos, o aproveitamento condicional do pescado que se apresentar injuriado, mutilado, deformado, com alterações de cor ou com presença de parasitas localizados, desde que ele seja submetido a um dos seguintes tratamentos: congelamento, salga ou calor.

Os padrões de identidade e qualidade de pescado e seus derivados estão estabelecidos no Decreto nº 9.013 (BRASIL, 2017), em seu capítulo III, estando relacionados, na seção I, os produtos e derivados comestíveis de pescado. O Decreto estabelece, em 17 artigos (de art. 332 a 348), os principais produtos comestíveis de pescado, quais sejam: pescado fresco, congelado e pescado descongelado. Em seguida, o art. 338 define carne mecanicamente

separada e, na sequência de artigos, o surimi, o pescado empanado, o pescado em conserva e em semiconserva, o patê ou pasta de pescado, o embutido de pescado, o pescado curado, o pescado seco ou o desidratado, o pescado liofilizado e, por último, no art. 348, a gelatina de pescado.

Processos tradicionais aplicados na conservação do pescado

Uso do frio (refrigeração e congelamento)

A refrigeração é um dos principais métodos de conservação de pescado, sendo uma prática muito eficaz tanto nos barcos pesqueiros quanto na indústria e no comércio. O processo é baseado na redução da temperatura do pescado, visando reduzir e/ou inibir ação de bactérias e reações químicas e enzimáticas ligadas aos processos de deterioração. A refrigeração pode ser aplicada de forma imediata pela ação direta do gelo (moído ou em escamas), que deve ser produzido de água potável ou de água do mar limpa, conforme estabelecido no art. 68 do Decreto nº 9.013, obtendo-se, assim, o pescado fresco. Nesse processo, o gelo é bem distribuído por toda a superfície do pescado e deve-se manter uma proporção de peixe:gelo de, no mínimo, 3:1, sendo o ideal 1:1. Após resfriado pelo gelo, o pescado está apto a ser submetido ao transporte, à distribuição e à

comercialização. Nessas etapas, em que o pescado é denominado resfriado, é essencial a contínua participação do frio, por uso do gelo ou de equipamentos de refrigeração. Por curtos períodos de tempo, que é variável entre uma a duas semanas, o pescado resfriado se mostra adequado ao consumo e, dentro desse período de vida útil, mantém-se com suas características originais.

Quando se aplica o frio de uma maneira mais intensa, em geral abaixo de -2°C , isso resulta no congelamento da água tecidual, sendo esse um dos métodos mais utilizados para a conservação de pescado, pois permite o transporte e a estocagem por maiores períodos de tempo. As características exigidas para o pescado congelado estão presentes na Instrução Normativa nº 21 (BRASIL, 2017) do Mapa. Nessa IN, é definido que peixe congelado é todo produto obtido de matéria-prima fresca, resfriada, descongelada, submetida a um congelamento rápido que garante a mudança de fase da água (cristalização rápida) e redução da temperatura do centro geométrico do produto para valores abaixo de 18 graus Celsius negativos (-18°C). Nessa temperatura ou eventualmente em temperaturas mais baixas, o produto se mantém na forma congelada, o que garante a estabilidade, mantendo-se preservada a maioria de suas características físicas e o valor nutritivo do pescado. O processo propicia ampliação da vida de prateleira, sendo consenso que

a temperatura limite para o crescimento de microrganismos é de -5°C a -8°C , além da mudança de fase da água (sólida), que impossibilita a multiplicação celular bacteriana devido à redução da atividade de água do produto. Em temperaturas iguais ou inferiores a -18°C , o crescimento de microrganismos não ocorre, entretanto a carga microbiana inicial se mantém estável, razão pela qual é necessário que o pescado submetido a esse método de conservação apresente baixa carga microbiana inicial, sendo essencial a manutenção das baixas temperaturas para ampliar a vida de prateleira e garantir a inocuidade e excelente qualidade sensorial. A vida útil do pescado congelado é longa, entre três e 12 meses, variação dependente de sua composição lipídica, quando congelado, e mantido durante a estocagem em temperaturas estáveis e abaixo de -18°C .

No local de venda, a oferta do pescado congelado poderá ser na forma congelada, ou descongelada e resfriada, existindo essa permissão desde a publicação do Decreto nº 9.013, que, em seu art. 337, permitiu ao comércio a oferta de pescado descongelado, definindo-o como aquele pescado que foi inicialmente comercializado congelado e, posteriormente, submetido a um processo específico de elevação de temperatura acima do ponto de congelamento, sendo, então, mantido em temperaturas próximas à do gelo fundente. Esse descongelamento sempre deve ser realiza-

do em ambiente adequado, próximo do momento de comercialização ao consumidor, de modo a garantir a inocuidade e a qualidade do pescado. Uma vez descongelado, o pescado deve ser mantido sob as mesmas condições de conservação exigidas para o pescado fresco, e não mais se permite seu recongelamento.

Salga (uso do sal e de agentes de cura)

O uso do sal para a conservação de pescado é um dos mais tradicionais processos utilizados pelo homem em todo o mundo. As primeiras civilizações da Mesopotâmia já tinham, como base de sua dieta, o peixe salgado. Os antigos egípcios e os babilônios desenvolveram uma variedade de métodos para a preservação de alimentos, em que peixes, carnes, vegetais e frutas eram preservados por secagem com o uso de sal, pois ele era de fácil obtenção e abundante (FLANDRIN e MONTANARI, 1998). As gravuras que decoram os túmulos do antigo Egito retratam imagens da salga de peixes, e a palavra egípcia usada para designar conservação de peixe pelo sal era a mesma empregada para identificar o processo de embalsamar os mortos (BOTTÉRO, 1985). A retirada do sal gema (minas de sal) já ocorria na China há mais de 4.000 anos (ADSHEAD, 1992).

A utilização do sal para conservação já ocorria desde a antiguidade devido à simplicidade do processo, que se man-

tém até os dias de hoje. Nas regiões costeiras de países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento que não dispõem de adequada infraestrutura local (estradas, eletrificação, refrigeração) para conservação e/ou transporte, ainda boa parte do pescado obtido nesses locais é conservada de forma artesanal, utilizando-se o sal em razão do baixo custo do processo e da facilidade de estocagem, desde que exista disponibilidade de água para uma dessalga do produto de modo a permitir seu posterior consumo. Assim, seja nas regiões carentes, seja para algumas espécies de pescado que são tradicionalmente comercializadas salgadas, como o bacalhau, o uso do sal ainda apresenta uma enorme importância e aplicabilidade.

A qualidade microbiológica do sal utilizado na salga é de extrema relevância para se evitar o aparecimento de alterações microbianas que resultam em manchas de coloração amarelo-escura, alaranjada ou avermelhada no pescado salgado. Essas manchas são causadas por bactérias halofílicas, que resistem às altas concentrações de sal e que são altamente proteolíticas, pertencentes ao grupo *Hallococcus*. Também a composição química do sal interfere nos resultados da salga, o que se observa pela origem prioritária do sal de uso industrial utilizado em quase todo o país. O sal de uso industrial é obtido em regiões costeiras, preferencialmente em salinas da região Nordeste, mais especificamente

no Rio Grande do Norte, na região de Mossoró, que apresenta características geográficas, climáticas e de composição muito específicas. O sal para ser utilizado no processo industrial de salga não pode ser iodado, como é exigência brasileira para o sal de mesa ou de consumo com iodeto de potássio, já que o iodo apresenta forte poder oxidante e aceleraria reações de oxidação no pescado.

Alguns fatores podem interferir no processo de salga, como a pureza do sal, sua concentração e granulometria, bem como fatores relacionados ao próprio pescado, como tamanho do espécime, frescor, teor e composição lipídica e a espessura das porções carnosas tendem a interferir no processo de salga. Também o ambiente (temperatura e umidade) afeta o tempo de salga do pescado, interferindo na dissolução do sal e na formação de salmoura e, conseqüentemente, na velocidade penetração do sal (FAO, 1988). Tecnicamente, existem três tipos de processos de salga para o pescado: a salga seca, a salga úmida e a mista. O processo de salga em diferentes regiões do mundo recebe outras denominações, com procedimentos muito similares, descritos por diversos autores (BURGESS, 1971; ANDERSON, 1972; DEL VALLE, 1973; MENDELSON, 1974, citados por FAO, 1988), os quais recebem denominações específicas, como processo Gaspé canadense e o “Klippfisk” norueguês. A salga é, muitas vezes, realizada

de forma paralela ou concomitante com a prensagem, defumação, marinação e fermentação. Todos esses processos envolvem o uso do sal e/ou aditivos na elaboração de produtos e resultam na obtenção de derivados salgados com diferentes concentrações de sal.

Salga seca

No processo de salga seca, usa-se o sal em uma proporção em torno de 30% (1:3) em relação ao peso do peixe que se deseja salgar. O sal adicionado colocado sobre o peixe se dissolve, formando salmoura; por força osmótica, a umidade do peixe exsuda, e uma parte do sal penetra na carne. O peixe submetido à salga seca é empilhado sobre elevações no piso (acentos) para facilitar a drenagem dos líquidos retirados do pescado, resultando na desidratação do produto, com redução da umidade e consequente redução da atividade de água nos tecidos. Com isso, obtém-se o aumento do prazo de conservação, que, associado à inibição da atividade enzimática, tanto das próprias enzimas do pescado (autólise) quanto das produzidas por bactérias, resulta em maior vida de prateleira.

Em geral, a salga seca requer menor infraestrutura, razão da sua aplicação histórica. Entretanto, os pescados assim processados apresentam menor rendimento, maior teor de sal e requerem uma etapa de dessalga antes do consumo (FAO, 1988). Além disso, ocorre uma intensificação das reações de oxida-

ção devido à maior exposição de proteínas e gorduras ao oxigênio ambiental e à característica pró-oxidante própria do sal (MINOZZO e WASZCZYNSKYJ, 2007).

Salga mista

Similarmente à salga seca, também se utiliza o sal numa proporção em torno de 30% (1:3) em relação ao peso do peixe que se deseja salgar. A diferença é que o processo de salga mista se inicia com o sal seco e o peixe, que são colocados em um recipiente ou tanque. Isso impede a saída da salmoura formada, pois, quando se aplica o sal sobre o peixe, inicia-se a formação de salmoura, por força osmótica. Nesse processo, a umidade é retirada do peixe, e uma parte do sal penetra na carne. O peixe é, então, mantido totalmente submerso nessa salmoura formada, sendo banhado por esses líquidos, resultando em menor desidratação e redução da umidade do produto, melhor rendimento e redução da atividade de água nos tecidos do pescado (FAO, 1988). Com isso, obtém-se o aumento do prazo de conservação, que é ampliado pela inibição da atividade enzimática.

Salga úmida

Na salga úmida, o pescado é mergulhado em tanques, contendo salmoura saturada (26%), previamente preparada, requerendo maior quantidade de utensílios e equipamentos, além do

preparo prévio de salmoura. O uso da salga úmida resulta em que a água do músculo do pescado flui para a salmoura, diluindo-a, o que requer manutenção de sua concentração, durante o processo, de forma adequada (FAO, 1988). Como a carne permanece sempre recoberta pela salmoura e o oxigênio não se difunde bem na água ou na salmoura, reduz-se/evita-se a oxidação das proteínas e gorduras pelo oxigênio ambiental e minimiza-se a desidratação, obtendo-se um maior rendimento do pescado conservado por essa técnica que o resultante da salga seca.

Salga tipo gaspé

Gaspé é um peixe salgado, sendo o mais utilizado nessa técnica o bacalhau, que se obtém após um processo brando de salga realizada originariamente na península de Gaspé, na província de Quebec, e em outras partes do Canadá. Os peixes eviscerados e descabeçados são colocados em tanques contendo salmoura, com uma concentração de sal mais baixa que na salga úmida, variando entre 8% e 11% de sal, dependendo da época do ano (inverno ou verão). O processo de salga deve ocorrer em condições controladas, em temperaturas inferiores a 18°C e por períodos de 48 a 72 horas. Após esse período, o peixe é retirado e “lavado” na própria salmoura; em seguida, é empilhado para que o excesso de umidade escorra. Finalmente, é submetido à secagem, sendo exposto

em varais ou malhas de arame ao ar livre para receber os ventos no sentido norte a oeste da costa de Gaspé e sol (BEATTY E FULGERE, 1957). Ao final de cada dia, as peças são empilhadas e permanecem cobertas e protegidas, quando sofrem ação bacteriana em um processo fermentativo similar ao que ocorre no charque brasileiro, retornando novamente ao ar livre por algumas vezes até completar a fase de secagem. O resultado é um bacalhau pouco salgado, com um aspecto translúcido, e de alta qualidade. Uma diferença muito importante nesse tipo de salga é que uma parte das bactérias naturalmente presentes no pescado não serão inibidas devido à baixa concentração de sal e irão fazer parte do processo, dando ao pescado características sensoriais típicas, com uma carne de sabor característico.

Salga tipo “klippfish”

Segundo DOE (2002), o “klippfisk” nada mais é que o bacalhau salgado da Noruega. Esse tipo de salga do bacalhau envolve secagem após a salga. O bacalhau norueguês, ou “klippfisk”, é um dos maiores produtos de exportação da região do Atlântico Norte. Originalmente, o “klippfish” produzido na Noruega era seco ao ar livre, pela ação do vento e do sol, com o pescado espalmado sobre pedras. Hoje, o “klippfish” é o bacalhau salgado em tanques onde se forma a salmoura suficiente para cobrir todo o peixe. Os noruegueses costumam usar

0,5-1,0kg de sal por quilo de peixe e preferem usar sal marinho. O “klippfish” geralmente é salgado e maturado na salmoura por 10-20 dias, resultando em aroma e sabor típicos desse tipo de salga.

Terminada a salga, o bacalhau é, então, submetido à secagem em paletes dentro de galpões climatizados ou colocados em túneis de secagem especialmente projetados, em que as temperaturas de secagem sejam entre 20°C e 25°C, sempre controlando a umidade para se certificar de que ela não se reduza de forma excessiva ou ocorra muito rápido. O tempo necessário para que o peixe seque depende do tamanho e da forma, normalmente varia de dois a sete dias. O “klippfish” está pronto quando o teor de umidade estiver em torno de 40-50% (dependendo do mercado), sendo, então, selecionado por peso e qualidade e armazenado em baixa temperatura, entre 0°C e 5°C. O “klippfish” também pode ser feito de bacalhau que foi congelado, o que permite estocagem do produto capturado na temporada de pesca adequada e produção do “klippfish” durante todo o ano.

Desidratação (uso de sal, calor e ventilação)

A desidratação ou secagem de pescado também é um método antigo e tradicional de conservação de pescado. É baseada no uso de calor (radiação solar ou aquecimento pelo fogo), ventilação

natural e, em alguns casos, é precedida de aplicação de sal. O processo surgiu como um método de conservação dos excedentes de pesca, sendo bastante tradicional para algumas populações, devido ao baixo custo e à possibilidade de estocagem dos excedentes da pesca para consumo em períodos de carência, não exigindo quase nenhum equipamento especial além de condições mínimas (abrigo de insetos, calor e luz) durante a estocagem. Consiste na retirada parcial da água de constituição do pescado, utilizando ou não previamente a salga e complementando o processo com aplicação de calor brando em baixas temperaturas, o que cria condições não favoráveis à multiplicação de microrganismos ou à produção de metabólitos ou toxinas. O processo prolonga a vida de prateleira do pescado e, na sua origem, foi desenvolvido em razão das condições climáticas e geográficas específicas de certas regiões ou da abundância de pescado.

Defumação (uso de calor e fumaça)

A defumação foi uma consequência do processo tradicional de secagem, que utilizava o calor gerado pela combustão de material lenhoso. Assim como a salga e a desidratação, a defumação tem sido utilizada na conservação de pescados já há muitos séculos, resultando em um produto final com características típicas de produto defumado, que está relacio-

nado a uma mudança de cor, a qual torna o produto mais atraente, associado a alterações no aroma e no sabor. Em geral, peixes de pequeno porte, como o arenque, são defumados inteiros eviscerados, e os maiores são porcionados na forma de filés, pedaços ou postas com ou sem pele, ou na apresentação espalmada.

Hoje, produtos defumados têm maior aceitação no país, em especial relacionado às populações que tiveram, em suas origens, a utilização de madeiras para produzir calor e cozinhar os alimentos. Essa característica está presente em muitos povos do mundo e, na população brasileira, é marcante devido ao uso de fogão de lenha e, mesmo nos dias atuais, ainda é um grande atrativo em razão do aroma e sabor das refeições ali preparadas.

A defumação prolonga a vida útil dos pescados por meio dos efeitos do calor na desidratação dos tecidos, associado com a liberação de fumos contendo compostos antimicrobianos e antioxidantes, que surgem da pirólise controlada e incompleta de constituintes da madeira, como celulose, hemicelulose e lignina, além das seivas e resinas. Essa queima promove a liberação de uma grande variedade de compostos ativos que têm ação conservante, bacteriostática, bactericida e aromatizante, como ácidos orgânicos, álcoois, carbonilas e fenóis. Desse modo, a ação conservante e aromática da defumação depende da

composição dos materiais lenhosos, estando relacionada diretamente ao tipo de madeira e à temperatura de queima. As madeiras na forma de troncos, hastes, gravetos, maravalha ou serragem, ou mesmo partes de plantas aromáticas, podem ser utilizadas durante o processo para a formação da fumaça.

Atualmente, pescados que são defumados recebem algum processo de salga associado à ação de agentes de cura (nitrito e nitrato de sódio). Nesses produtos, a ação conjunta do calor e da fumaça provoca, além da desidratação dos produtos, marcante pela perda de água da superfície que promove uma coloração típica, a formação de uma barreira física e química contra a penetração e atividade de microrganismos. A oferta de peixes defumados tem crescido, como ocorre com o salmão defumado, que é um dos pescados defumados mais consumidos no país, seguido pela truta e pelo arenque.

Para maior eficiência e melhor controle do processo de defumação, tem sido utilizada a fumaça líquida, que é obtida em condições similares ao processo de defumação tradicional, mas permite controlar a presença dos compostos indesejáveis (pirenos, HPA, etc.), a intensidade do aroma e do sabor final desejado no produto, além de reduzir em muito o tempo demandado no processo tradicional da defumação, reduzindo também a produção de subprodutos e material particulado indesejável para o ambiente. A

fumaça líquida, por ser industrializada, pode ser fracionada para se obterem diferentes proporções de compostos de sabor ou aroma, o que traz conveniência e padrão na elaboração de produtos defumados.

O método tradicional de defumação, ou “defumação a quente”, utiliza temperaturas mais elevadas, que visam realizar a secagem, a cocção parcial e a pasteurização do pescado. É precedido por procedimentos de salga, associado com agentes de cura (nitrito e nitrato de sódio ou potássio), o que resulta em certa redução da umidade da musculatura do pescado, favorecendo maior impregnação da fumaça e melhor conservação. O processo é realizado em três etapas: a primeira visa prover a secagem/desidratação superficial do pescado, reduzindo a atividade de água e favorecendo a deposição da fumaça e de compostos ativos, sendo realizada em temperaturas em torno de 58°C - 63°C, temperatura essa que não promoverá intensa desnaturação proteica, facilitando a evaporação da água de constituição, e que deve ser aplicada por 30 a 90 minutos, dependendo da espécie e do tamanho do pescado; na segunda etapa, a temperatura é elevada para valores em torno de 70°C - 75°C, quando o pescado, já desidratado superficialmente, sofrerá a desnaturação proteica e a estabilização dos agentes de cura, pelas temperaturas de pasteurização aplicadas, em tempo variável entre 60 e 120 minutos, até que

a musculatura se apresente cozida e as reações de cura tenham se estabilizado, resultando em sabor e aroma típicos; a terceira etapa se inicia, então, com aplicação mais intensa de fumaça, redução da temperatura para valores entre 65°C - 70°C por tempo variável entre quatro e 12 horas, dependendo da espécie e do tamanho do pescado, até que ele adquira cor e aroma final desejado.

A “defumação a frio” ocorre quando o pescado, também submetido a procedimentos de salga, normalmente associado com agentes de cura (nitrito e nitrato de sódio ou potássio), é defumado em baixas temperaturas, entre 18°C - 33°C, o que requer maior tempo de exposição, variável em função da espécie e do tamanho. A fumaça que chega ao produto deverá ser produzida em uma câmara de combustão afastada do local de defumação, garantindo a baixa temperatura da fumaça, e preferencialmente no período noturno, quando se observa temperatura ambiental mais baixa. Esse processo pode durar dias, sendo recomendado que, no período em que os produtos não estejam sendo defumados, estes sejam mantidos sob refrigeração, até que a fumaça depositada e o grau de desidratação do produto atinjam uma condição ideal.

Conservas e semiconservas de pescado

No atual Decreto nº 9.013, em seu art. 341, é definido que pescado em con-

serva é aquele elaborado com pescado, com adição de ingredientes, envasado em recipiente hermeticamente fechado e submetido à esterilização comercial. O processo de *esterilização* comercial utiliza *temperaturas* acima de 100°C, garantindo ao produto final estabilidade e boa qualidade quando mantido em temperatura ambiente por períodos variáveis de 18-24 meses. Na elaboração de conservas, é fundamental o frescor da matéria-prima utilizada no enlatamento. A diminuição do frescor geralmente vem acompanhada de alterações na cor, no sabor, no odor e em outras características da matéria-prima, que interferem na elaboração de conservas de boa qualidade (OGAWA; MAIA, 1999).

As conservas de pescado, antes do tratamento térmico de esterilização, podem ser submetidas a processos de salga e condimentação, ou pré-cozimento do pescado, que resultam em maior firmeza e menor exsudação da carne. Dependendo dos espécimes de pescado, são utilizados pescado descabeçado e eviscerado, filés, carne picada ou moída de pescado e CMS. As matérias-primas são colocadas em latas ou vidros, em conjunto com diferentes líquidos de cobertura, como óleos vegetais, molhos ácidos de tomates, legumes (picles), ou substâncias aromáticas, temperos, condimentos e especiarias. A esterilização é realizada numa série de etapas, denominadas pré-cozimento, enlatamento, exaustão, recravação e esterilização.

Em geral, o pescado não é um produto de baixa acidez, apresentando pH igual ou superior a 4,5, o que requer maior cuidado na esterilização e justifica a adição de molhos ácidos à base de tomate ou picles, ou o uso do óleo, que aumenta a eficiência do tratamento térmico e a transmissão de calor. Ao final da esterilização, as latas são submetidas a um rápido resfriamento em água corrente até atingirem uma temperatura em torno de 40°C. Para certificar-se da eficiência do processo, amostras representativas de todas as partidas são submetidas a teste de incubação em sala-estufa, com temperatura controlada, mantida a 35°C±2,8°C, por 10 dias, e, ao final, são avaliados, entre outros, os indícios de estufamento das latas e o tipo de som obtido na prova de percussão, além de análises que comprovem a esterilidade comercial do produto. Se não se observarem alterações, o lote do produto é liberado para a comercialização.

O processo de esterilização garante que o conteúdo das latas esteja isento de bactérias patogênicas e deterioradoras ou de enzimas tanto do pescado (autolíticas) quanto das produzidas por bactérias. Para garantir o prazo de validade e a estabilidade das conservas, as embalagens são herméticas, sendo as paredes internas da lata tratadas com esmalte que resiste ao ataque de substâncias corrosivas de seu conteúdo, bem como a superfície exterior recebe um verniz que aumenta sua resistência

à corrosão sob condições adequadas de armazenamento.

O Decreto nº 9.013, em seu art. 342, também define pescado em semiconserva como aquele que é obtido pelo tratamento específico do pescado por meio do sal, com adição ou não de ingredientes, envasados em recipientes hermeticamente fechados, não esterilizados pelo calor, conservados ou não sob refrigeração.

Semiconservas são produzidas de alguns tipos de pescado, que são salgados de forma suave, envasados e tratados termicamente de forma branda (pasteurização) ou não, resultando em um produto que permite seu consumo direto. No mercado brasileiro, estão disponíveis produtos tradicionais elaborados com espécies pelágicas, como a sardinha, a manjuba e a anchoita, na forma de peixe anchovado. Segundo Pombo et al. (2009), a anchovagem do pescado consiste, fundamentalmente, em um processo de cura prolongada, no qual as enzimas tissulares e microbianas compartilham suas ações sobre os diversos subcomponentes dos tecidos musculares. A ação de algumas enzimas autolíticas e de microrganismos capazes de produzir substâncias bloqueadoras de decomposição se dá sobre os hidratos de carbono e proteínas, conferindo aos produtos anchovados aspecto e aroma característicos.

Normalmente são utilizados peixes descabeçados, eviscerados, que, após

lavagem, são colocados em tanques ou barris, em camadas separadas por camadas de sal. Por osmolaridade, a água tecidual é retirada e vai formar uma salmoura que auxilia na penetração de sal. Para evitar que os peixes aflorem à superfície devido à alta densidade da salmoura, pesos são colocados sobre superfícies planas, mantendo os peixes mergulhados na salmoura. Ocorre, então, uma série de transformações que fazem com que a carne amadureça e modifique seu aroma, sabor e textura. O período médio de fermentação do produto é de no mínimo, 90 dias, em temperatura controlada a 25°C, em salmouras com 24°Bé (mínimo) de concentração de sal. Ao final, o peixe é lavado, o excesso de água é removido e são retirados os filés, os quais são colocados em recipientes cheios de óleo, fechados, e devem ser mantidos refrigerados.

O atual Decreto nº 9.013, que dispõe sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal, não possui nenhuma definição e/ou conceituação referente a produto anchovado. Existe uma legislação estadual no Rio de Janeiro (Decreto nº 38.757, de 2006) que define o “pescado anchovado” como uma semiconserva de pescado obtida da cura prolongada do pescado pelo sal (cloreto de sódio), com ou sem aditivos, substâncias aromáticas e vegetais, envasada em óleos comestíveis (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2006).

Também outros produtos de pescado, como ovas de peixe e mariscos, podem ser preparados como semiconserva, sendo esses produtos de duração bastante variável, devendo ser mantidos em recipientes fechados e preferencialmente sob refrigeração. Sua vida de prateleira e sua segurança estão atreladas à adequada associação entre a refrigeração e outras barreiras diante do crescimento bacteriano (nível de sal, pH, atividade de água, ambiente refrigerado e uso de aditivos), que podem prolongar sua estabilidade.

FILIPPONE (2018) indica que, em termos comerciais, as semiconservas de maior valor são as ovas obtidas do esturjão, que, após adequado processamento, resulta nos caviars. Os caviars também podem ser obtidos de outras espécies, utilizando-se ovas de salmão, truta, tainha ou outras espécies de peixe. As ovas do caviar de esturjão, ou mesmo de salmão, são suaves e suculentas, podendo se apresentar naturalmente em diversas cores (amarelo-alaranjadas, vermelhas, peroladas e negras), sendo consideradas de alta qualidade. São muito nutritivas e contêm importantes vitaminas, proteínas e minerais, razão pela qual são consideradas capazes de restaurar as

forças e proporcionar vida mais longa aos consumidores.

Desenvolvimento de novos produtos

O desenvolvimento e lançamento de produtos inovadores no mercado partem da premissa de que, em um mundo globalizado, os novos produtos serão oferecidos a distintas populações, de diversas regiões, formada por consumidores conscientizados e exigentes, dispostos a investir numa alimentação adequada e que atenda a todos os aspectos de qualidade, como sensoriais, nutricionais, higiênicos e sanitários.

É importante também que se tenha claro que, hoje, tanto o mercado internacional de alimentos quanto o mercado nacional exigem padrões de qualidade, indispensáveis nos contratos de compra e venda, que devem satisfazer os regulamentos sanitários e os padrões de qualidade requeridos pelo país importador.

Em termos legais, no Brasil, o Mapa controla a produção de derivados cárneos e de pescado em geral, tendo esses produtos seus requisitos mínimos de qualidade estabelecidos por Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade (RTIQ).

O atual Decreto nº 9.013, que dispõe sobre

Tanto o mercado internacional de alimentos quanto o mercado nacional exigem padrões de qualidade, indispensáveis nos contratos de compra e venda, que devem satisfazer os regulamentos sanitários e os padrões de qualidade requeridos pelo país importador.

a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal em seu art. 332, estabelece que produtos comestíveis de pescado são aqueles elaborados de pescado inteiro ou de parte dele, aptos para o consumo humano. Estabelece ainda que, para um produto ser considerado como pescado, deve possuir mais de 50% de pescado, e, quando a quantidade de pescado for inferior a 50%, o produto será considerado “à base de pescado”, respeitadas as particularidades definidas no regulamento técnico específico.

Para produtos cárneos derivados em geral (os de carne e de pescado), o Decreto nº 9.013 define, nos artigos 294, 295, 296, 297, 299, 300, 301, 302, 303, e 309, as características dos principais produtos processados comercializados no país: almôndega, hambúrguer, quibe, linguiça, mortadela, salsicha, presunto, apresetado, fiambre e pasta ou patê, respectivamente. Essas definições, associadas aos Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade desses produtos, indicam as diversas possibilidades de uso da carne de pescado e da CMS (carne mecanicamente separada) de pescado para o preparo de novos produtos derivados de pescado, aproveitando os padrões oficiais já existentes no Brasil.

O Decreto nº 9.013, em seu art. 338, define carne mecanicamente separada de pescado como um produto congelado obtido de pescado, envolvendo o descabeçamento, a evisceração, a limpe-

za e a separação mecânica da carne das demais estruturas inerentes à espécie, como espinhas, ossos e pele. Em tilápias, VIDOTTI E BORINI (2018) relatam que retalhos e fragmentos resultantes da toaleta e da própria manipulação do pescado, retirados de aparas dorsal e ventral do filé em decorrência da padronização do seu formato, representam cerca de 5% do peso do pescado. Se somados à carne aderida à carcaça que pode ser obtida como CMS, representando 17,4% em relação ao peso médio do peixe, perfazem um total possível de 22,4% em relação ao peso médio de abate, de um ingrediente (matéria-prima) extremamente versátil.

Produtos resultantes do aproveitamento de aparas, retalhos e CMS de pescado, como croquetes, “nuggets”, “fishstick”, podem ser agrupados na classe de produtos empanados (BRASIL, 2001). O Decreto nº 9.013, em seu art. 340, define como pescado empanado o produto congelado, elaborado de pescado com adição ou não de ingredientes, moldado ou não, e revestido de cobertura que o caracterize, submetido ou não a tratamento térmico. O grupo dos empanados constitui alternativa promissora no desenvolvimento de produtos, com o aproveitamento de matérias-primas de baixo valor comercial, para a elaboração de novos produtos, com alta qualidade nutricional e valor agregado, o que traz vantagens econômicas para as empresas processadoras e amplia a oferta de no-

vos produtos derivados de pescado.

O melhor aproveitamento da CMS de pescado para o desenvolvimento de novos produtos derivados deve levar em consideração características físicas e sensoriais da CMS obtida. Assim, na preparação de almôndega, hambúrguer e quibe de peixe, pode ser utilizada carne moída de pescado, com inclusão da carne mecanicamente separada (CMS), que é permitida (BRASIL, 2000) em quantidades variáveis, até um limite máximo de 30%, exclusivamente em produtos tratados termicamente.

Também, há a utilização de porções carnosas de pescado, com as quais se podem elaborar produtos como o presunto de pescado, que recebe denominação específica de “presunto de”, identificando a espécie de pescado ou mesmo da carne moída ou da CMS de pescado que podem ser utilizadas para a fabricação do apresuntado e do fiambre de pescado. Na elaboração desses produtos, devem ser atendidos os parâmetros previstos para matéria-prima, ingredientes e aditivos conforme é definido em Instrução Normativa (BRASIL, 2000).

Igualmente, o aproveitamento de CMS de pescado no desenvolvimento de novos produtos permite a fabricação de embutidos, como a linguiça, que é definida, no art. 344 do referido Decreto, como o embutido elaborado com pescado, com adição de ingredientes, curado ou não, cozido ou não, defumado ou

não, dessecado ou não, utilizados os envoltórios previstos, o qual, dependendo do tipo de especiaria ou condimentos utilizados no processamento pode desenvolver novos produtos tipificados de pescado, como os já existentes, denominados de linguiça tipo calabresa, napolitana e portuguesa, sendo, nessa classe de produtos, permitida a utilização de até 20% de carne mecanicamente separada (CMS).

O consumo de patês ou pastas também tem se tornado expressivo no Brasil. O Decreto nº 9.013, no art. 343, define o patê ou pasta de pescado, segundo das especificações que couberem, como um produto industrializado obtido do pescado transformado em pasta, com adição de ingredientes, submetido a processo tecnológico específico. O patê representa um dos produtos cárneos com consumo em ascensão nos últimos anos, constituindo um produto cozido e com tradições gastronômicas importantes, sendo as espécies mais utilizadas para a elaboração de patê o salmão, o atum e a anchova (MINOZZO E WASZCZYNSKYJ, 2010), os quais podem ser reformulados, visando torná-los mais saudáveis em relação à sua composição nutricional, ou adicionando ingredientes funcionais que contribuam para a manutenção do equilíbrio do organismo com grande importância para a saúde humana (RESENDE, 2010; COSTA, 2012; OLIVEIRA, 2013).

A CMS submetida a lavagens sucessivas, com uso de aditivos que visam promover melhor estabilidade, eliminando gorduras, sangue, substâncias odoríferas e proteínas solúveis, resulta em uma pasta branca, sem odor ou sabor característico do peixe que lhe deu origem, sendo denominada de surimi. O atual Decreto nº 9.013, no art. 339, define o surimi como um produto congelado obtido de carne mecanicamente separada de peixe, submetida a lavagens sucessivas, drenagem e refino, com adição de aditivos. O processo, segundo PEIXOTO et al. (2000) e GALVÃO (2008), permite melhor aproveitamento do pescado e dos resíduos gerados durante o processamento, na elaboração de produtos análogos de frutos do mar, como camarão, lagosta, vieira, ou os já tradicionais “kani-kama”, típicos do Japão, que constituem um bastão feito com surimi, o qual recebe sabor imitação de pescado (caranguejo, camarão).

Situação brasileira diante do atual desenvolvimento mundial de novos produtos

A Europa e os Estados Unidos têm desenvolvido novos produtos derivados de pescado, sempre procurado oferecer aos consumidores produtos inovadores, nos quais se destacam a praticidade e a conveniência, o que tem permitido ampliar seus mercados. Existem oportunidades de mercado para que processadores de pescado desenvolvam produtos que atendam a famílias ou a indivíduos,

de forma a simplificar suas vidas, melhorando a nutrição e a qualidade de vida. Esses produtos são normalmente pratos prontos ou refeições completas, preparadas ou parcialmente preparadas (requerem aquecimento ou inclusão de algum tipo de legume), que oferecem a inclusão do pescado nas dietas desses indivíduos como uma fonte de alimentação saudável.

Fica, entretanto, claro que, entre as diversas espécies de pescado disponíveis em todo o mundo, aquelas que são oferecidas ao consumidor em diferentes apresentações se resumem à utilização de poucas espécies, com predomínio de alguns tipos de peixes marinhos, como salmão, atum, sardinha, bacalhau, bonito, cavala, arenque, haddock, e de alguns crustáceos e moluscos, como camarões, lulas, caranguejos e mexilhões. Entre as espécies continentais, a diversidade de apresentações se reduz à oferta de peixes, filés e postas frescos e/ou resfriados e produtos congelados ou salgados.

O grau de tecnificação da aquicultura no Brasil e a oferta de pescado obtido nesses sistemas de produção se apresentam muito similares aos de outros países do mundo, no entanto o processamento industrial dessa produção ainda é bem restrito, sendo predominante a comercialização de pescado capturado ou cultivado na forma resfriada, ou produtos submetidos ao congelamento rápido e individual (quick frozen), como pescado inteiro, descabeçado e eviscerado e

filés e postas. É comum a oferta de conservas de peixes, como sardinhas, cavallinhas, atuns e bonitos sólidos ou ralados, e também de mariscos esterilizados em latas de alumínio ou aço zincado, contendo entre 70 e 120g de produto drenado, de fechamento hermético e abertura em sistema “easy-open”. Para a esterilização, é adicionado, nas latas, azeite ou óleo (soja, girassol), molho de tomate, havendo também apelo à saúde, com produtos identificados como tipo light, rico em ômega 3 ou enlatado em salmoura.

Como proposta para o mercado brasileiro, poderíamos investir no desenvolvimento de novas tecnologias na busca da manutenção das características sensoriais do pescado “fresco”, com o objetivo de desenvolver um produto que é oferecido embalado e refrigerado, utilizando atmosferas modificadas e/ou temperatura de estocagem críticas, próximas ao ponto de congelamento, variando entre -2°C e 2°C (HUSS, 1997).

Entre os novos produtos que já estão ingressando no mercado nacional, estão diversas preparações na forma empanada congelada (“nuggets”, “fishsticks”, e empanados) e os “kits” de frutos do mar para o preparo de paella e risotos. Com a implantação de identificação dos lotes de produto ou de forma individual, para alguns tipos de pescado, como o surubim, a rastreabilidade também é possível e contribui para um ambiente de inovação.

A produção brasileira de pescado capturado (pesca extrativa) ou cultivado (origem marinha e origem continental) indica que algumas espécies são promissoras e podem ser predominantes em futuro breve. Podem ser relacionadas espécies marinhas como pargo-rosa (*Pagrus pagrus*), beijupirá (*Rachycentron canadum*), linguado (*Paralichthys orbignyanus*), garoupa-verdadeira (*Epinephelus marginatus*) e o dourado-do-mar (*Coryphaena hippurus*), ou espécies continentais, como tilápia (*Oreochromis niloticus*), surubim-cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*), tambaqui (*Colossoma macropomum*) pacu (*Piaractus mesopotamicus*), matrinxã (*Brycon spp*), piauçu (*Leporinus macrocephalus*), piapara (*Leporinus elongatus*), dourado (*Salminus brasiliensis*), pirarucu (*Arapaima gigas*) e o piáu (*Leporinus macrocephalus*), existentes em rios, lagos e na costa brasileira (Ono et al., 2004; Cavalli e Hamilton, 2007; Vasconcelos et al., 2007).

A inovação no processamento de pescado cultivado no Brasil requer ampliação da pesquisa na área de tecnologia e processamento de pescado, para propor a oferta de itens inovadores, que deverão chamar a atenção de um público consumidor, ávido por novidades gastronômicas, principalmente se atreladas às características de alimento saudável, com apelo nutricional, praticidade e conveniência.

Conclusão

A produção de pescado capturado ou cultivado no Brasil ainda é muito heterogênea em termos de espécies predominantes, volume produzido, produtos derivados e formas de apresentação ao consumidor. Essas diversas espécies apresentam valores de mercado distintos, e a agregação de valor pode ser conseguida por meio de sua industrialização para elaboração de diversos tipos e formas de apresentação de produtos.

O apelo da oferta de novas espécies de pescado, ou formas de apresentação ao consumidor, o tipo de processamento tecnológico aplicado, os benefícios à *saúde*, a *inclusão de ingredientes* com propriedades funcionais ou a ampliação da vida de prateleira são importantes pontos para conquistar a atenção do consumidor.

É fato que o pescado, em geral, apresenta-se como produto altamente perecível, que requer um processamento rápido e seguro, evitando alterações ou deterioração devido ao crescimento microbiano, às mudanças químicas e à proteólise por ação bacteriana ou devido à ação de proteases endógenas (calpaínas). Quando se trata de pescado cultivado, é necessário que haja uma proximidade com a indústria processadora; quando é capturado, são necessá-

rias condições ideais de armazenagem. Para ambos os sistemas de produção, a boa infraestrutura de transporte, de preferência refrigerado, e a agilidade no deslocamento entre o local de captura ou cultivo e a indústria processadora, garantem a manutenção da qualidade e do frescor.

Entretanto, falta ainda atender a uma premissa básica para que a indústria possa investir em desenvolvimento de novos produtos/ inovação: uma oferta regular e farta, que, além da disponibilidade do pescado, ofereça características de frescor, qualidade higiênica, sensorial e de inocuidade do pescado processado.

Existem propostas baseadas em logística de produção e distribuição, para a comercialização de pescado cultivado (de origem marinha ou continental) ainda vivo, as quais

se mostram ideais para se evitarem alterações ou deteriorações do pescado, desenvolvendo-se para tanto novas formas de comercialização, com melhorias logísticas no transporte, construção de tanques com especificações adequadas para os caminhões e veículos de transporte e para os locais de venda, com possibilidade de regulagem de temperatura, recirculação, filtração e oxigenação da água, quando teríamos garantido o frescor e a qualidade do pescado, sem-

O futuro passará, inevitavelmente, por um melhor aproveitamento dos recursos de aquicultura existentes, por menores desperdícios na criação intensiva, pela preservação da qualidade da água.

pre associado ao bem-estar dos animais durante o transporte, comércio e processamento.

O pescado é considerado um dos alimentos mais promissores para o futuro da humanidade, devido ao seu crescimento relativamente rápido, à sua excelente qualidade nutricional, ao o custo de produção compatível com outras espécies e à sua relação direta com a boa saúde, em comparação aos problemas enfrentados com outras fontes de proteína animal, como a BSE na carne bovina, as viroses das aves, as doenças associadas ao consumo de lipídios saturados presentes em espécies terrestres. É, portanto, previsível que o pescado deva ter um papel cada vez mais relevante na dieta da humanidade, e se há dificuldades na gestão e no correto aproveitamento dos recursos marinhos e continentais, a única solução será ampliar pesquisas e estudos nessa área.

O futuro passará, inevitavelmente, por um melhor aproveitamento dos recursos existentes, por menores desperdícios na criação intensiva, pela preservação da qualidade da água, pela busca de novas espécies, pelo desenvolvimento da aquicultura com criação de novos produtos e, de forma geral, pelo uso da ciência e tecnologia em favor da vida no nosso planeta.

Referências bibliográficas

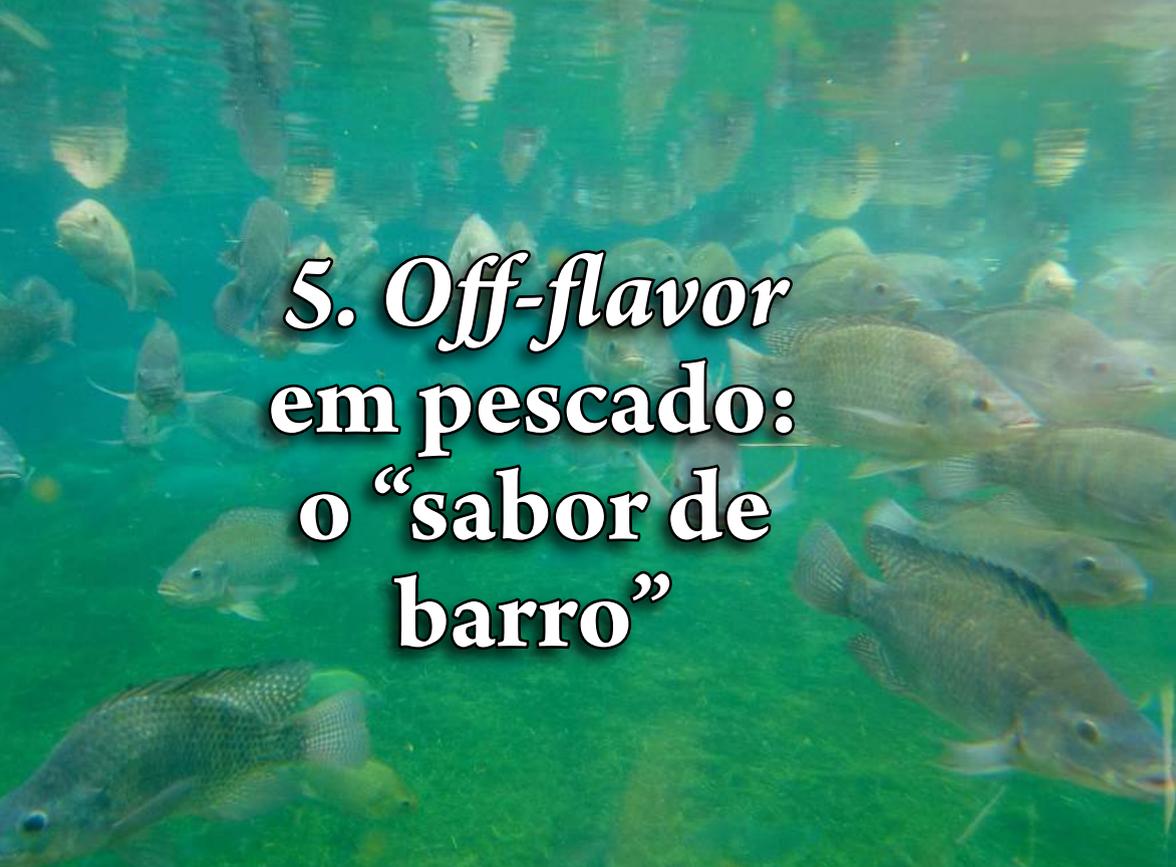
1. Adshhead, Samuel Adrian M. Salt and civilization. Basingstoke, Hants. : Macmillan, 417 p. 1992.
2. Anderson, M. L. & Mendelsohn, J.M. Rapid sal curing technique, Journal of Food Science n.,37, v.4, p.:627 – 628,1972.
3. Beatty, S. A. & Fulgere, H – The processing of dried salted fish. Fisheries Research Board Canada, Canadá-Ottawa, Bulletin nº 112, 47 p., 1957. Disponível em < <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/37398.pdf>> acessado em 21 ago. 2017.
4. Bottéro, Jean. The Cuisine of Ancient Mesopotamia. The Biblical Archaeologist. Vol. 48, nº 1, p. 36-47, 1985.
5. BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento (MAPA). Decreto nº 9013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7889, de 23 de dezembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9013.htm> Acessado em: 04 out. 2017
6. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 6. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade de paleta cozida, produtos cárneos salgados, empanados, presunto tipo serrano e prato elaborado pronto ou semi-pronto contendo produtos de origem animal. Diário Oficial da União. Brasília. 2001. Disponível em:<<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=2198>> Acessado em: 23 de jan. 2018.
7. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 20. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade de almôndega, de apresuntado, de fiambre, de hambúrguer, de quibe, de presunto cozido e de presunto. Diário Oficial da União. Brasília. 2000. Disponível em:<<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultar-Legislacao.do?operacao=visualizar&id=1681>> Acessado em: 23 de jan. 2018
8. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 4. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada,

- de mortadela, de lingüiça e de salsicha. Diário Oficial da União, Brasília, 2000. Disponível em <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=7778>>. Acessado em 18 dez. 2017.
9. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 21. Aprova o Regulamento Técnico que fixa a identidade e as características de qualidade que deve apresentar o peixe congelado. Disponível em: <<https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/instrucao-normativa-n-21-de-31-de-maio-de-2017,1100.html>>. Acessado em 16 nov. 2017
 10. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Histórico. Gestão pesqueira no Brasil. Disponível em: <http://ibama.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=948>. Acessado em 10 out. 2017
 11. Cavalli, R. O.; Ferreira, J. F.. O futuro da pesca e da aquicultura marinha no Brasil: A maricultura. Ciência e Cultura, São Paulo, v. 62, n. 3, p. 38-39, 2010. Disponível em <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252010000300015&lng=en&nrm=iso>. Acessado em 12 Jan 2018.
 12. Cavalli, R.O.; Hamilton, S. A piscicultura marinha no Brasil. Afinal, quais as espécies boas para cultivar? Revista Panorama da Aquicultura. nº 104, 2007. Disponível em:< <http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/Revistas/104/PisciculturaMarinha104.asp>> Acessado em: 11 Jan 2018
 13. CLR. Center for Research Libraries. Global Research Network. Brazilian Government Documents Ministerial Reports (1821-1960): Agricultura. Disponível em: < <http://www.apps.crl.edu/brazil/ministerial/agricultura>>. Acessado em: 26 dez. 2017.
 14. Costa, R. B. Estudo da viabilidade de um microrganismo probiótico bifidobacterium lactis em patê de frango com características simbióticas e sua ação na oxidação lipídica. 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.
 15. Dias Neto, J. Gestão do uso dos recursos pesqueiros marinhos no Brasil. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília: IBAMA, 242 p. 2010. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/livros/gestao-dos-recursos-pesqueiros-digital.pdf>> Acessado em: 15 jan. 2018
 16. Doe, P. E. Cap. 18. Fish drying. In: Bremmer, A. (ed.) Safety and quality issues in fish processing. Woodhead Publishing Limited. Abington, England, 2002.
 17. FAO - Food and Agriculture Organization. Meat production data 2016. Disponível em: <http://www.fao.org/figis/servlet/SQServlet?file=/usr/local/tomcat/8.5.16/figis/webapps/figis/temp/hqp_8689636556261902777.xml&outtype=html> Acessado em: dez. 2017.
 18. FAO. Food and Agriculture Organization. Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Branch. Disponível em:<<http://www.fao.org/fishery/statistics/global-production/en>> Acessado em: 11 dez. 2017
 19. FAO. Food and Agriculture Organization. Manual sobre manejo de reservatórios para a produção de peixes. Documento de campo 9. Documento preparado para o projeto GCP/RLA/075/ITA apoio às atividades regionais de aquicultura para América Latina e o Caribe Programa cooperativo governamental. José Raimundo Bastos. Parte7. Processamento e conservação do pescado. FAO – Itália, 1988. Disponível em:< <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB486P/AB486P07.htm>> Acessado em: 15 nov.2017.
 20. FAO. Food and Agriculture Organization. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Rome. 200 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/sofia/en>> Acessado em: 11 dez. 2017.
 21. Filippone, P. T.. Overview of Caviar Varieties and Terms. The spruce. Disponível em:< <https://www.thespruce.com/caviar-varieties-and-terms-1808796>> Acessado em: 01 fev. 2018
 22. Flandrin, J. L.; Montanari, M. História da ali-

- mentação. Trad. Luciano Vieira Machado e Guilherme João de Freitas Teixeira. São Paulo: Estação Liberdade, 904 pg.,1998.
23. Galvão, G.C.S. Influência dos substitutos de gordura na salsicha de pescado elaborada com resíduos da filetagem da Piramutaba *Brachyplatystoma vaillanti* (Valenciennes, 1840). Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará. Pará, 2008.
 24. GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado de Governo - SEGOV. Decreto nº 38.757, de 25 de janeiro de 2006. Aprova o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal do Estado do Rio de Janeiro – RIISPOA/RJ. Rio de Janeiro, RJ, 2006. Disponível em: < <http://www.rj.gov.br/web/segov/exibeconteudo?article-id=772397>> Acessado em: 14 jan.2018.
 25. He, F.J.; MacGregor, G.A..Dietary salt, high blood pressure and other harmful effects on health, Reducing salt in foods: Practical strategies. Kilcast D, Angus F, editors. Cambridge, UK: Woodhead; 2007. pp. 18–54.
 26. Huss, H.H. Garantia de qualidade dos produtos da pesca. (FAO Documento Técnico sobre pescas, 334). Roma: FAO; 1997. Disponível em: < <http://www.fao.org/docrep/003/t1768p/T1768P00.HTM>> Acessado em: 15 jan. 2018.
 27. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária Municipal – PPM. Tabelas Completas. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novo-portal/economicas/agricultura-e-pecuaria.html>> Acessado em: 11/12/2017.
 28. MacGregor G, de Wardener HE. Salt, diet and health: Neptune's poisoned chalice: The origins of high blood pressure. Cambridge, UK: Cambridge University Press; 1998.
 29. Man, C.M.D. Technological functions of salt in food products, Reducing salt in foods: Practical strategies. Kilcast D, Angus F, Editors. Cambridge, UK: Woodhead; p. 157–173, 2007.
 30. MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. AGROSTAT. Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro. Disponível em: <<http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>> Acessado em: 11/12/2017
 31. MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Ofício-Circular nº 1/2017/DIPOA-SDA/SDA/MAPA: Assunto: Registro de produtos de origem animal. Alteração de procedimentos, comunica. Anexo V - Produtos Regulamentados. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-animais/sif/arquivos-sif/oficio-circular-1-003.pdf> . Acessado em:
 32. Minozzo, M.G.; Waszczynskyj, N. Caracterização sensorial de patê cremoso elaborado a partir de filés de tilápia-do-nylo. Rev. Bras. Eng. Pesca v.5, n.2, p: 26-36, 2010.
 33. Minozzo, M.G.; Waszczynskyj, N. Embutidos à base de tilápias. In: Boscolo, W.R.; Feiden, A. (Ed.) Industrialização de tilápias. Toledo: GSM, p. 74-87, 2007.
 34. Multhau R.P. Neptune's gift: A history of common salt. Hughes TP, Hannah L, Kranzberg M, White L, editors. Baltimore, MD: The Johns Hopkins University Press; 1978.
 35. Oliveira, D. F, Coelho, A. R., Burgardt, V. Da C Da F, Hashimoto, E. H., Lunkes, A. M., Marchi, J. F., & Tonial, I. B. Alternativas para um produto cárneo mais saudável: uma revisão. Brazilian Journal of Food Technology, v. 16, n.3, p.163-174, 2013.
 36. Ono, E.A., Halverson, M.R. e Kubitzka, F. Pirarucu - O gigante esquecido. Revista Panorama da Aquicultura. nº 81, 2004 Disponível em: < <http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/Revistas/81/PIRARUCU.asp> Acessado em: 11 jan. 2018.
 37. Organização das Nações Unidas. (2013). World Population Projected to reach 9.6 billion by 2050. ONU Report. Disponível em <<http://www.un.org/en/development/desa/news/population/un-report-world-population-projected-to-reach-9-6-billion-by-2050.html>> Acessado em: 16 nov. 2017.
 38. Peixoto, M. R. S.; Sousa, C. L.; Mota, E. S. Utilização de pescada (Macrodon ancylodon)

de baixo valor comercial na elaboração de surimi para elaboração de moldado sabor camarão. Boletim do CEPPA, Curitiba, v. 18. n. 2, p. 151-162, 2000.

39. Pombo CR, Mársico ET, Franco RM, Guimarães CFM, Cruz AMP, Pardi HS. Salted and fermented fish processes evaluation. Food Sci Technol. V. 44, nº11, p.:2100-5, 2009.
40. Resende, A.L.S.S. Viabilidade técnica, qualidade nutricional e sensorial de produtos à base de tilápia (*Oreochromis niloticus*). Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2010.
41. Rocha, C. M. C. et al. Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aquicultura brasileira. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 48, n. 8, p. iv-vi, 2013. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2013000800003&lng=en&nrm=iso> Acessado em 12 Jan 2018.
42. Vasconcelos, M.; Diegues, A. C.; Sales, R. R. Alguns aspectos relevantes relacionados à pesca artesanal costeira nacional, 2007 Disponível em: <<http://www.usp.br/nupaub/SEAPRelatorio.pdf>>. Acessado em: 20 out. 2017.
43. Viana, J. P. Recursos pesqueiros do Brasil: situação dos estoques, da gestão e sugestões para o futuro. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Boletim Regional, Urbano e Ambiental nº 7. Brasília, Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. 2013. Disponível em: < <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/5583>> Acessado em: 15 jan. 2018.
44. Vidotti, R.M.; Borini, M.S.M. Aparas da filetagem da tilápia se transformam em polpa condimentada - Um produto de qualidade testado e aprovado na merenda escolar. Disponível em:< www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/Revistas/96/Aparasfiletagemdatilapia96.asp> Acessado em: 23 de jan. 2018.



5. Off-flavor em pescado: o “sabor de barro”

Anna Carolina Massara Brasileiro¹ - CRMV-MG 8236

Lílian Viana Teixeira² - CRMV-MG 7357

¹-Médica veterinária, mestre DTIPOA, UFMG.

²-Prof^a. associada, médica veterinária, doutora, DITPOA, UFMG.

pixabay.com

Introdução

O Brasil possui um enorme potencial produtivo de alimentos, devido a sua extensão territorial, condições climáticas favoráveis, terras férteis e tecnologias adotadas. O agronegócio brasileiro representou, no ano de 2016, uma fatia de 23,46% do PIB nacional, sendo a agropecuária responsável por 4,71% ou R\$ 295.207,00 milhões desse valor (BRASIL, 2017), valores esses que alicerçam a economia do país com a grande geração de empregos e renda,

reforçando a importância do segmento à população brasileira.

Com a demanda crescente de alimentos saudáveis e de alto valor nutricional pela população mundial, o Brasil encontra-se em um momento extremamente favorável à produção e industrialização de pescado, ocupando, no cenário mundial, a 12ª maior produção aquícola em 2012 (SEBRAE, 2015).

No ano de 2015, um estudo realizado pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO/ONU) revelou que, naquele ano,

o consumo mundial de pescado atingiu 19,2 quilos *per capita*, representando um resultado superior aos 12 quilos recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS). No Brasil, no mesmo ano, o consumo ficou na faixa de 10,6 quilos *per capita* (SNA, 2015), o que indica grande possibilidade de crescimento do setor.

Como o mercado consumidor está mais exigente em relação à qualidade dos alimentos, aumentou-se a necessidade de estudos sob a aceitação do pescado de água doce. Segundo LOPES, BERTOLINO e GODOY (2005), pode-se subdividir a qualidade em: “qualidade intrínseca” e “qualidade percebida pelo cliente”. A “qualidade intrínseca” engloba as características físico-químicas e microbiológicas, sendo fundamental para que o produto esteja livre de perigos físicos, químicos ou microbiológicos que possam vir a comprometer a saúde do consumidor. Já a “qualidade percebida pelo cliente” é a qualidade proveniente da análise sensorial, definida pelas características dos alimentos que podem ser percebidas por meio dos sentidos, como visão, olfato, gosto, au-

Um dos principais fatores responsáveis pela perda de “qualidade percebida pelo cliente” consumidor de pescado de água doce é o “gosto de barro” da carne desses animais. Esse sabor é denominado off-flavor, e não está associado, como muitos acreditam, ao consumo de barro pelo peixe.

O off-flavor é um dos grandes responsáveis por prejuízos na cadeia produtiva do pescado.

dição e tato (ABNT, 1993).

Um dos principais fatores responsáveis pela perda de “qualidade percebida pelo cliente” consumidor de pescado de água doce é o “gosto de barro” da carne desses animais. Esse sabor é denominado *off-flavor*, e não está associado, como muitos acreditam, ao consumo de barro pelo peixe, mas, sim, à

quantidade de matéria orgânica na água (PIMENTA e GESTO, 2011).

O objetivo desta revisão é esclarecer quais são as causas do *off-flavor*, relatar algumas medidas adotadas, pelos produtores e pela indústria, na tentativa de diminuir essa característica indesejável em peixes de água doce.

Revisão de Literatura

Interferência do *off-flavor* na produção de peixes

O *off-flavor* é um dos grandes responsáveis por prejuízos na cadeia produtiva do pescado. Segundo Kubitzka (2000), na indústria do “catfish” (uma espécie de bagre) nos Estados Unidos,

os prejuízos anuais causados pelo *off-flavor* são estimados em US\$ 50 milhões. Essas estimativas contabilizam o

atraso no cronograma de despesca, a diminuição da produtividade e a mortalidade dos peixes, que ocorre devido aos problemas sanitários provenientes da má qualidade da água dos viveiros, mediante a retenção dos peixes até passar a condição de *off-flavor*. Tais números não levam em conta a comercialização do produto com sabor desagradável, pois todo esse esforço é feito para evitar que o peixe chegue ao mercado com essa característica indesejável, já se sabendo da rejeição do consumidor por um produto com tal sabor (PIMENTA e GESTO, 2011). A indústria do pescado no Brasil não apresenta um monitoramento eficaz sobre rejeição, por parte do consumidor, de lotes de peixes com *off-flavor*, para que se possa contabilizar o real prejuízo. Nos Estados Unidos, calcula-se que os compostos causadores do *off-flavor* são responsáveis pela queda de 30% das vendas do “catfish” (*Ictalurus punctatus*). Na Europa, a perda pelo interesse no consumo de peixes devido ao *off-flavor* foi observada em diversos países; como exemplo, a truta arco-íris na França e no Reino Unido, sendo em torno de 20% o percentual de produtores que já passaram por esse problema sazonalmente. Há também estudos identificando o problema em tilápias, camarões, salmões, lagostas e esturjões (ZIMBA *et al.*, 2012).

Os compostos orgânicos mais comumente associados ao *off-flavor* são a geosmina (GEO) (figura 1) e o metili-

soborneol (MIB), não havendo associação da ingestão deles com risco à saúde humana (LORIO, PERSCHBACHER e JOHNSEN, 1992). Estes são absorvidos através das brânquias, da pele e do trato gastrointestinal e depositados no tecido adiposo (BIATO, 2005; HOWGATE, 2004). A GEO confere ao filé do peixe um gosto de barro ou odor de terra molhada, enquanto o MIB provoca odor de mofo quando em baixas concentrações, sendo dificilmente diferenciados (PIMENTA e GESTO, 2011). A ocorrência desses sabores indesejáveis pela presença da GEO são devido à produção dessa substância por algas cianofíceas (cianobactérias ou algas azul-esverdeadas – “blue-green algae”) do gênero *Anabaena*, *Lyngbya* e *Microcystis*, bem como por bactérias da

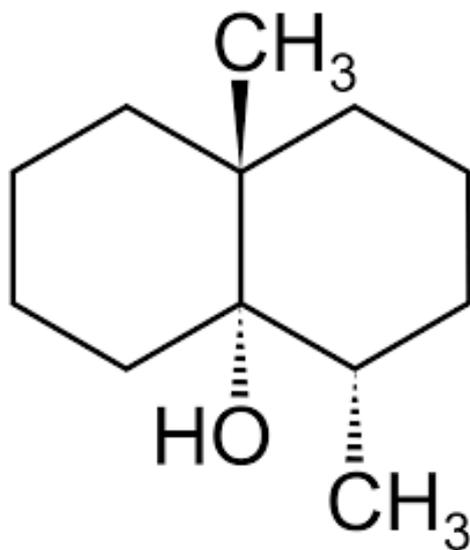


Figura 1: estrutura química da geosmina

Fonte: Google images

ordem dos actinomicetos (entre estas as dos gêneros *Streptomyces* e *Nocardia*). O MIB também é produzido por algas cianofíceas, mais especificamente as do gênero *Oscillatoria* (*O. chalybea*, *O. perornata*, *O. agardhii*, *O. tenuis*), bem como pelos actinomicetos (AWWA, 1995; BIATO, 2005; FERREIRA FILHO, 2001).

No Brasil, por motivos culturais, não era dada a devida importância ao *off-flavor* por parte dos produtores, já que a grande maioria dos peixes cultivados de água doce apresentavam gosto de barro. Essa mudança deu-se em determinadas regiões, à medida que ocorreu a profissionalização da atividade e dos produtores, juntamente às exigências de aceitação do consumidor por um produto de maior qualidade (KUBITZA, 1999; PIMENTA e GESTO, 2011). Recentemente foram detectados *off-flavor* em tilápias cultivadas em tanques-rede, fato não usual, já que os maiores problemas de *off-flavor* eram advindos de sistemas de recirculação e de viveiros escavados (GUTTMAN e RIJN, 2008).

Altas temperaturas da água e altas taxas de alimentação dos peixes propiciam um aumento da eutrofização da água, que está associada diretamente com a elevação dos níveis de *off-flavor* dos “catfish” (LORIO, PERSCHBACHER

Altas temperaturas da água e altas taxas de alimentação dos peixes propiciam um aumento da eutrofização da água, que está associada diretamente com a elevação dos níveis de off-flavor

e JOHNSEN, 1992). Um dos fatores que favorecem a eutrofização da água é a sazonalidade, nos períodos mais quentes e de maior luminosidade. Também nesses períodos, o arraçoamento dos animais é intensificado, com a finalidade de aumentar a

produtividade, já que os animais, nessa época, melhoram sua conversão alimentar, intensificando, assim, a absorção dos compostos geradores de *off-flavor*, devido à alta atividade metabólica e ao maior tempo de exposição aos compostos (PERSSON, 1984). A intensificação do arraçoamento também favorece a decomposição de compostos orgânicos, o que aumenta tanto a atividade fúngica quanto a bacteriana, inclusive aquelas provenientes dos sedimentos dos tanques, viveiros e filtros dos sistemas de recirculação (ARMSTRONG, BOYD e LOVELL, 1986).

Medidas de controle do *off-flavor* na pré-despesca

Há uma série de medidas utilizadas para buscar a diminuição da liberação dos compostos GEO e MIB antes do abate.

As primeiras medidas utilizada, principalmente pelos produtores de “catfish” nos Estados Unidos (DIONIGI *et al.*, 1998), são a separação de lotes me-

nore em tanques, a coleta de amostras (de dois a três peixes de cada tanque), a submissão à análise sensorial por equipe treinada e a verificação de qual lote está apto ou não para a despesca. O lote só é liberado para a despesca caso as três amostras sejam aprovadas pelos diversos provadores. Se alguma amostra for rejeitada, o lote é demarcado e retido até que o *off-flavor* acabe. Em algumas propriedades, faz-se a mudança de tanque com o objetivo de se acelerar o processo, porém há perdas de animais, aumento de custo e o processo não é comprovadamente eficaz. Além dessas amostras, ainda quando os lotes são liberados, são retiradas amostras dos caminhões de transporte na chegada à unidade de processamento, as quais são submetidas também à análise sensorial. Caso sejam reprovados, os lotes são devolvidos ao produtor. Vale ressaltar que as técnicas de análise sensorial utilizada podem variar bastante e dependem de equipe treinada, o que pode provocar uma grande margem de erro se esses métodos não forem padronizados e, conseqüentemente, acarretar prejuízos aos produtores.

Outra técnica utilizada pelos produtores na tentativa de minimizar o *off-flavor* é o uso dos algicidas (sulfato de cobre e alguns herbicidas), nos meses de maior eutrofização (PIMENTA e GESTO, 2011). Porém, não podemos esquecer que, com a lise da parede celular das algas, há a liberação de GEO

e MIB no meio aquoso, tornando os peixes inaptos para o consumo durante um período não bem definido (BIATO, 2005; MEANS e MCGUIRE, 1986). Além disso, ainda se deve preocupar com os resíduos deixados pelos herbicidas acumulados na carne dos peixes.

Em estudos realizados pela Universidade do Estado do Mississippi, os pesquisadores MISCHKE, TUCKER e LI (2012) sugeriram o uso do *Dorosoma petenense*, peixe planctófago, como opção de policultivo com o “catfish” americano. Esse policultivo tem por objetivo o controle da comunidade planctófaga e a conseqüente diminuição do *off-flavor* na carne do “catfish”. Os resultados apresentam dois aspectos: o positivo, em que o policultivo com o *Dorosoma petenense* pode ser uma alternativa de troca no uso de algicidas nos meses mais quentes, diminuindo, assim, o *off-flavor* dos bagres; e o negativo, em que, nos meses mais frios, não há tolerância do *Dorosoma petenense*, havendo completa mortalidade, bem como aumento de matéria em decomposição nos viveiros e, conseqüentemente, do *off-flavor* dos bagres, devido à ação dos actinomicetos. Desse modo, os produtores devem considerar esses aspectos mediante a decisão do uso do policultivo com o *Dorosoma petenense*, antes do uso dele.

Também como medida de manejo, pode-se adotar uma boa taxa de renovação da água e a mensuração dos seus parâmetros de qualidade, como pH,

turbidez, temperatura e oxigênio dissolvido. Deve-se fazer a observação na hora da alimentação dos animais, para que não haja sobra de ração nos viveiros, a qual favorece o acúmulo de matéria orgânica.

Em tanques-rede, a técnica utilizada para a eliminação do *off-flavor* é o jejum dos animais de três a cinco dias. Nesse sistema de criação, tal método pode ser considerado como a depuração, devido à alta taxa de renovação de água no tanque, sendo essa medida suficiente para a eliminação do mau sabor e odor da carne (AYROSA, 1995). O jejum deve ser de, no mínimo, 24 a 48 horas, variando de acordo com o tamanho do animal (PIMENTA e GESTO, 2011).

Outro recurso estudado pela Unidade de Pesquisa de Saúde em Animais Aquáticos do Alabama é o uso de cães para a detecção das substâncias GEO e MIB na água de criação dos peixes. O método mostrou-se eficaz pelo poder do olfato do cão, porém não muito viável devido ao longo tempo de treinamento dos cachorros, ao tempo de transporte da água até o centro de pesquisa – o que pode comprometer a confiabilidade dos resultados pela volatilização das substâncias – e ao número reduzido de animais treinados (SHELBY, 2004).

Medidas de controle do *off-flavor* na pós-despesca

Um tipo de controle utilizado na pós-colheita (também chamada de pós-despesca), geralmente em pequenos frigoríficos, é a técnica conhecida como depuração, em que os animais são colocados em tanques de alvenaria com renovação contínua da água. Essa água deve ser limpa e aerada, não havendo, ao certo, um tempo de duração predeterminado desse procedimento para a eliminação total do *off-flavor* (PIMENTA e GESTO, 2011). O tempo necessário para a depuração está associado a fatores como: temperatura da água, atividade fisiológica, teor de gordura

e massa corporal do peixe, bem como tempo de exposição aos compostos GEO e MIB, podendo levar dias e até semanas (ROBERTSON *et al.*, 2005). Segundo Kubitzka (2000), as tilápias levam um tempo menor de depuração, devido ao pouco acúmulo de gordura no

seu filé, tempo esse que pode ser estendido e chegar a uma semana em temperaturas baixas. Porém, períodos muito longos de depuração aumentam a probabilidade de infecções secundárias, provenientes da debilitação do sistema imunológico, associadas ao estresse da despesca e do transporte.

Durante o processo de depuração, algumas amostras de peixe (duas a três)

Durante o processo de depuração, algumas amostras de peixe (duas a três) são retiradas para a avaliação sensorial antes da liberação do lote para o abate.

são retiradas para a avaliação sensorial antes da liberação do lote para o abate. Os métodos de avaliação sensorial consistem na remoção, após o abate, da porção caudal do filé, juntamente com a pele, pois é nessa porção que geralmente há maior acúmulo de gordura, consequentemente, de GEO e MIB. Quando detectado odor desagradável, ele é descartado de imediato. Caso não seja detectado, a amostra é aquecida no micro-ondas (em vasilha fechada ou sacos vedados tipo *zip*), para realçar a percepção do *off-flavor* pelos avaliadores. Caso não seja o odor relacionado ao *off-flavor*, as amostras seguem para degustação pelos avaliadores, e, se aprovadas, haverá a permissão de abate do lote; caso não sejam aprovadas as amostras avaliadas, o lote continua em depuração. Trata-se de um método eficiente para a redução do tempo de depuração e até mesmo para evitar a despesa prematura de alguns lotes, todavia deve ser realizado por equipes compostas por avaliadores treinados (PIMENTA e GESTO, 2011).

Após o abate do pescado a eliminação do *off-flavor* se torna mais difícil, sendo utilizadas técnicas para minimizar sua percepção. Estudos realizados por Zimba *et al.* (2012), na Dinamarca, com trutas arco-íris, demonstraram que a tecnologia de defumação dos filés diminui a percepção sensorial da presença de GEO e MIB na carne, devido à volatilização dos compostos durante o processo e ao acúmulo da fumaça da

madeira na carne. Porém, destacam que não é efetivo quando a concentração de GEO e/ou MIB é muito alta, geralmente em trutas provenientes de sistemas de recirculação de água. Os mesmos autores sugerem a adição de temperos, vislumbrando a eficácia do processo de defumação em carnes em que foi detectada a presença dos compostos. A defumação a quente também foi testada e aprovada no Brasil em mandis e tilápias (ANDRADE e LIMA, 1983; BIATO, 2005).

Outro método pós abate utilizado pelos pesquisadores Forrester *et al.* (2002) foi a utilização de ácido cítrico nas concentrações de 0,5%, 1,0% e 2,0%, nos filés de “catfish” embalados a vácuo. A eficácia da técnica consiste na desidratação dos álcoois terciários presentes no MIB e no GEO, reduzindo-se, assim, o sabor de mofo e/ou terra do produto. A conclusão dos autores sobre o experimento foi sobre a eficácia do uso do ácido cítrico a 2%, juntamente com a embalagem a vácuo. Nessas condições, houve redução considerável do sabor e odor de terra e mofo do pescado, o que foi mensurado por meio de análise sensorial e cromatografia gasosa.

Considerações Finais

Mediante a revisão realizada, vê-se a necessidade de maiores pesquisas na área, principalmente com as espécies mais cultivadas no Brasil, como a tilápia, o surubim, o tambaqui e o pacu, já

que os principais estudos foram realizados nos Estados Unidos, com o “catfish”.

Deve-se levar em consideração que, com a crescente representatividade econômica da criação e comercialização de pescado no Brasil e com o aumento do mercado consumidor, maiores informações devem ser levadas ao campo, com a finalidade de obtenção de produtos de melhor qualidade e, conseqüentemente, maior aceitabilidade pelo consumidor.

Além disso, destaca-se a necessidade de desenvolvimento de pesquisas sobre métodos mais eficazes e mais viáveis para a diminuição do *off-flavor* em sistemas de recirculação de água, visto que, mediante as legislações ambientais, esse sistema produtivo torna-se uma tendência de mercado.

Referências

1. AMERICAN WATERWORKS ASSOCIATION RESEARCH FOUNDATION. **Advances in taste and odor treatment and control**. Denver, 1995. 385 p.
2. ANDRADE, M. O.; LIMA, U. A. Agroindústria de alimentos: produção de pescado defumado. **O Solo**, Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 16-29, 1983.
3. ARMSTRONG, M. S.; BOYD, C. E.; LOVELL, R. S. Environmental factors affecting flavor of channel catfish from production ponds. **The Progressive Fish-Culturist**, Bethesda, v. 1, n. 1, p. 113-119, 1986.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia**. Rio de Janeiro, 1993. 8 p.
5. AYROSA, L. M. S. Manejo e tratamento pós-colheita em peixes de água doce destinados à salga e defumação. In: SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA DE SALGA E DEFUMAÇÃO DO PESCADO, 1., 1995, Guarujá. **Anais...** Campinas: ITAL, 1995. p. 25-50.
6. BIATO, D. O. **Detecção e controle do off-flavor em tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), por meio de depuração e defumação**. 2005. 120 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2005.
7. BRASIL. Ministério da Saúde. **Alimentação: Ministério da Saúde incentiva consumo regular de peixe**. Disponível em: < http://www.mpa.gov.br/#imprensa/2011/SETEMBRO/nt_SET_06-09-Ministerio-da-Pesca-e-Aquicultura-e-da-Saude-incentivam>. Acesso em: 11 set. 2011.
8. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. Departamento de Crédito e Estudos Econômicos, Estatísticas e Dados Básicos de Economia Agrícola, abril/2017. Brasília, abril de 2017. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/estatisticas-e-dados-basicos-de-economia-agricola/PASTADEABRIL17.pdf>. Acesso em: 08 de julho de 2017.
9. DIONIGI, C. P. *et al.* Variation in channel catfish *Ictalurus punctatus* flavor quality and its quality control implications. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 29, n. 2, p. 140-153, June 1998.
10. FERREIRA FILHO, S. S. **Remoção de compostos orgânicos causadores de gosto e odor em águas de abastecimento: modelação matemática e otimização do processo de absorção em carvão ativado em pó para o sistema produtor de Guarapiranga**. 2001. 333 p. Tese (Livro Docência em Engenharia Sanitária) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
11. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília, 2008. 18 p.
12. FORRESTER, P. N. *et al.* Treatment of catfish fillets with citric acid causes reduction of 2-Methylisoborneol, but not musty flavor.

- Journal of Food Science**, Chicago, v. 67, n. 7, p. 2615-2618, 2002.
13. GUTTMAN, L.; RIJN, J. V. Identification of conditions underlying production of geosmin and 2-methylisoborneol in a recirculating system. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 279, n. 1, p. 85-91, Feb. 2008.
14. HOWGATE, P. Tainting of farmed fish by geosmin and 2-methyl-iso-borneol: a review of sensory aspects and of uptake/depuration. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 234, p. 155-181, 2004.
15. KUBITZA, F. "Off-flavor", nutrição, manejo alimentar e manuseio pré-abate afetam a qualidade do peixe destinado à mesa. **Revista Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 54, n. 9, p. 39-49, 1999.
16. _____. **Tilápia: tecnologia e planejamento da produção comercial**. São Paulo: Degaspari, 2000. 289 p.
17. LOPES, E.; BERTOLINO, M. T.; GODOY, R. Sistemas de controle de qualidade. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE PESCADO: QUALIDADE E SUSTENTABILIDADE, 1., 2005, São Paulo. **Anais... São Paulo**: Instituto de Pesca, 2005. 1 CD-ROM.
18. LORIO, W. J.; PERSCHBACHER, P. W.; JOHNSEN, P. B. Relationship between water quality, phytoplankton community and off-flavors in channel catfish (*Ictalurus punctatus*) production ponds. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 106, n. 2, p. 285-292, 1992.
19. MEANS, E. G.; MCGUIRE, M. J. An early warning system for taste and odor control. **Journal of American Water Association**, Chicago, v. 1, n. 1, p. 77- 83, 1986.
20. MISCHKE, C. C.; TUCKER, C. S.; LI, M. H. Channel catfish polyculture with fathead minnows or threadfin shad: effects on pond plankton communities and catfish fillet flavor, color, and fatty acid composition. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 43, n. 2, p. 208-217, Feb. 2012.
21. PERSSON, P. E. Uptake and release of environmentally occurring odorous compounds by fish. **Water Research**, New York, v. 18, n. 10, p. 1263-1271, 1984.
22. PIMENTA, M. E. S. G.; GESTO, M. C. **Tecnologia de pós-colheita em peixes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2011.
23. ROBERTSON, R. F. et al. Depuration rates and the sensory threshold concentration of geosmin responsible for earthy-musty taint in rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 245, n. 1, p. 89-99, 2005.
24. SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS—SEBRAE. **Aquicultura no Brasil**, Séries de Estudos Mercadológicos. Brasília, 2015.
25. SHELBY, R. A. **Training dogs to smell off-flavor in catfish**. Washington: USDA, 2004. Disponível em: <<http://www.ars.usda.gov/is/ar/archive/apr04/dogs0404.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2012.
26. SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA, SNA. **Consumo de pescado no Brasil está abaixo do recomendado pela OMS**. São Paulo, SP. Disponível em: <http://sna.agr.br/consumo-de-pescado-no-brasil-esta-abaixo-do-recomendado-pela-oms/>. Acesso em: 15 jan. 2018.
27. ZIMBA, P. V. et al. Evaluation of geosmin and 2-methylisoborneol off- flavor in smoked rainbow trout fillets using instrumental and sensorial analysis. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 43, p. 149-153, 2012.



6. Discussões atuais sobre abate de peixes

pixabay.com

Sarah Antonieta de Oliveira Veríssimo¹ - CRMV-MG 15962,

Daniele Salgueiro de Melo²,

Ana Carolina Garcez Bueno Carneiro³,

Lilian Viana Teixeira⁴ - CRMV 7357

¹ Médica Veterinária, doutoranda em Ciência Animal pela UFMG

² Aquicultora, mestranda em Zootecnia pela UFMG

³ Aquicultora pela UFMG

⁴ Professora adjunta, médica veterinária, mestra e doutora, DTIPOA, Escola de Veterinária, UFMG

1. Introdução

Hoje, o pescado é o produto primário agroalimentar (commodity) mais comercializado internacionalmente, segundo o relatório *Globefish Highlights* de 2016, da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – FAO. No ano de 2014, a produção de pescado no mercado mundial por atividade aquícola foi de aproximadamente 73,8 milhões de toneladas. Já no ano de 2015, essa produção aumentou para

77,5 milhões de toneladas, e continuou crescendo no ano de 2016 na qual a produção atingiu 81,4 milhões de toneladas (FAO, 2016).

No cenário brasileiro, em 2016, a aquicultura atingiu um valor de produção de R\$ 4,61 bilhões, com a maior parte (70,9%) oriunda da criação de peixes com 507,12 mil toneladas produzidas, representando um aumento de 4,4% em relação ao ano anterior, seguida pela criação de camarões (19,3%) com 52,12 mil toneladas (IBGE, 2016).

Nesse contexto, para se manter o consumo atual per capita de pescado, estima-se que em 2050 a produção mundial terá que suprir 80 milhões de toneladas. Sendo assim, esta produção não será capaz de satisfazer a demanda pela pesca, que terá que ser compensada pela aquicultura, a qual possui grande potencial para uma contribuição significativa (FAO, 2011).

Com esse crescente aumento da produção de pescado, a qualidade e segurança alimentar desse é de grande importância e além de tudo, também precisa abranger aspectos éticos durante a produção e o abate, uma vez que o mercado consumidor exige que toda a cadeia produtiva do animal tenha o bem-estar como base. Sabe-se que esse assunto já é amplamente discutido na produção de mamíferos e aves, mas é um assunto recente para a produção de pescado.

A legislação brasileira determina que o abate humanitário deva ser considerado em todas as operações do período pré-abate com o objetivo de evitar desconforto, excitação dos animais e reações de estresse. Além disso, as condições humanitárias devem prevalecer no ato do abate e nos momentos

Com esse crescente aumento da produção de pescado, a qualidade e segurança alimentar desse é de grande importância e além de tudo, também precisa abranger aspectos éticos durante a produção e o abate, uma vez que o mercado consumidor exige que toda a cadeia produtiva do animal tenha o bem-estar como base.

precedentes (BRASIL, 2000). Apesar disso, a legislação vigente ainda não cita sobre pescado e também não cita critérios de bem-estar, manejo e transporte pré-abate para peixes, indo de encontro à crescente produção desse alimento no mundo e no Brasil.

2. Bem estar e senciência em peixes

O bem-estar dos peixes é uma questão importante para a indústria, não apenas para a percepção do público, marketing e aceitação do produto, mas também em termos de eficiência de produção, qualidade e quantidade (ASHLEY, 2007).

Um pré-requisito para a discussão do bem-estar é a senciência que é a capacidade de ter consciência de sensações, ou seja, a capacidade de ter sentimentos subjetivos. No caso dos peixes a existência da senciência é percebida em alguns comportamentos como o que ocorre com tilápias durante a disputa por território. O escurecimento do corpo do animal perdedor demonstra a submissão ao seu oponente, o que causa a redução da agressividade do oponente sobre o peixe escurecido, evitando o prolongamento da luta. Portanto, o escurecimento do corpo ocorre pelo reconhe-

cimento de indivíduos dominantes para evitar as disputas. Esse comportamento, assim como outros, pode ser indicativo de que os peixes conservam memórias e sugerem que esses possuem consciência (PEDRAZZANI et al., 2008).

Sendo assim, uma causa importante do baixo grau de bem-estar é o sentimento de dor. As estruturas neuronais que são responsáveis pela transmissão da dor em outros vertebrados, como aves e mamíferos, também são encontradas em peixes (Figura 1). Outra causa de interferência no bem-estar são as situações que ofereçam risco, por exemplo, quando os peixes se sentem estressados, reforçando assim a evidência que podem reagir e sentir conscientemente a diferentes estímulos de maneira semelhante a outros animais (PEDRAZZANI et al., 2007). Peixes têm respostas comportamentais a condições positivas e negativas, uma vez que apresentam órgãos sensoriais capazes de detectar estímulos nocivos, vias sensoriais para processamento desses estímulos e mecanismos cerebrais que processam esta informação (QUABIUS; BALM; WENDELAAR BONGA, 1997).

Cada vez mais, os consumidores de produtos aquícolas possuem uma grande preocupação que é a qualidade desses alimentos, ou seja, a segurança no momento do consumo, frescor, valor nutricional e seus benefícios para a saúde (POLI et al., 2005). É interes-

te ressaltar que a qualidade da carne e o bem-estar tem uma alta correlação, uma vez que há evidências de que a criação inadequada dos peixes pode resultar na má qualidade do pescado. Em condições de produção, a qualidade do peixe pode ser influenciada por fatores extrínsecos tais como estratégias de alimentação, composição da dieta e o manuseio pré e pós abate (RIBAS et al., 2007; ROBB & ROTH, 2003).

Alguns métodos de abate são considerados fatores estressantes para os peixes, podendo induzir a uma resolução precoce do *rigor mortis*, alterando as características organolépticas e diminuindo a vida de prateleira do produto final (SCHERER et al., 2005). O estresse do abate propicia maior atividade do músculo, reduzindo suas reservas energéticas, o ATP (adenosina trifosfato), afetando inicialmente o pH e o desenvolvimento do *rigor mortis*, e posteriormente outros fatores determinantes de qualidade (BAGNI et al., 2007).

A preocupação com o estresse na produção e abate de peixes tem aumentado consideravelmente, por se tratar de um quesito importante no bem-estar dos peixes, podendo resultar em queda da produção e baixa qualidade da carne. Existem inúmeras técnicas de abate, e cada espécie de peixe apresenta respostas diferentes aos métodos usados (ASHELEY, 2007). Devido a isso, a escolha certa dos métodos de insensi-

bilização e abate é um importante passo para assegurar a qualidade do produto final (SCHERER et al., 2005).

Um fator limitante do bem-estar de peixes no Brasil é a falta de informação sobre abate humanitário para o pescado. Até mesmo a Instrução Normativa nº 3, de 17 de janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (Brasil, 2000), que aprova o regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue, inclui somente mamíferos, aves domésticas e animais silvestres criados em cativeiro, não fazendo nenhuma menção aos peixes (BORDIGNON, 2015).

3. Metodologias de insensibilização e abate de peixes

O abate dos peixes é um processo que pode ser realizado em um ou dois estágios. No primeiro, os animais são atordoados e insensibilizados, e no segundo, ocorre o sacrifício, que pode ser realizado por diversos métodos. Essas etapas podem acontecer simultaneamente ou em operações distintas, porém o tempo do atordoamento até a

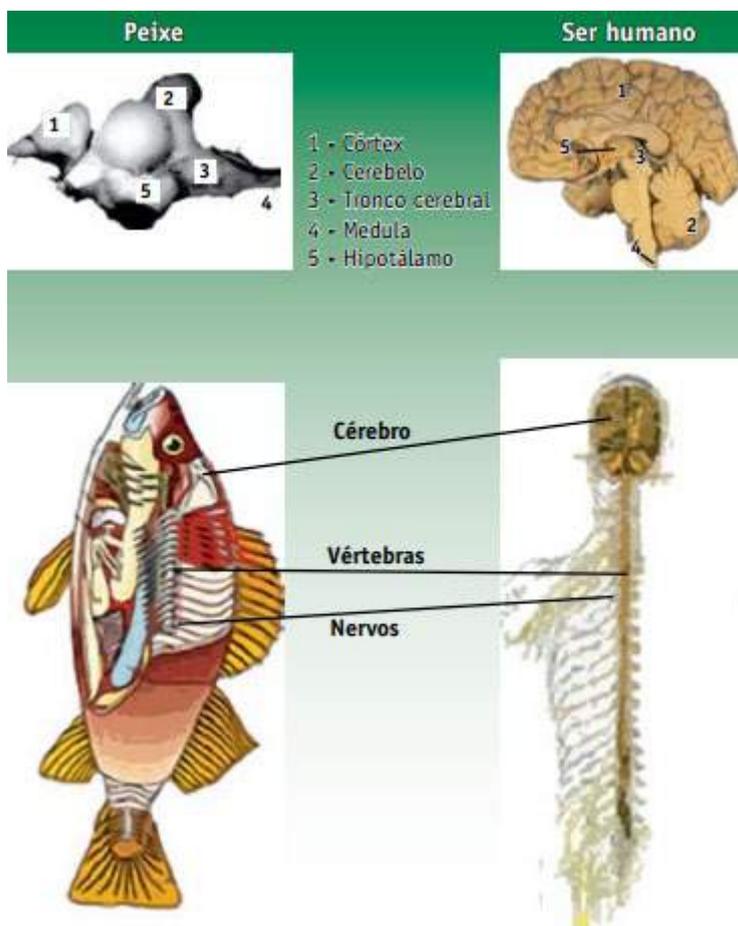


Figura 1: Comparativo do sistema nervoso entre peixes e ser humano. Fonte: PEDRAZZANI et al., 2007.

morte do animal deve ser minimizado para evitar a recuperação da consciência antes que ocorra a morte (LINES & KESTIN, 2005).

As técnicas de abate de peixes têm sido alvo de inúmeros estudos, com vários objetivos, entre os quais os de promover o controle de qualidade, a eficiência e a segurança dos procedimentos (CONTE, 2004). Vários trabalhos têm também o objetivo de minimizar o tempo necessário para produzir a morte, e implicitamente reduzir o medo e a dor que os animais possam sentir (LAMBOOIJ et al., 2002).

Nesse contexto, técnicas de abate na aquicultura são diversas e as espécies de peixes têm respostas variadas frente aos diferentes métodos, onde estudos demonstraram como adequados, por exemplo, o uso de pino perfurante ou bala livre para Atum e atordoamento por percussão ou elétrico para Carpas e Salmonídeos (OIE, 2017). O principal efeito de estresse severo no pré-abate e abate é observado nas propriedades físico-químicas da carne, pois com a exaustão da energia muscular, se produz mais ácido lático antes do abate animal, reduzindo o pH muscular e aumentando a velocidade de entrada e resolução do *rigor mortis* (BORDIGNON, 2015).

Alguns dos principais métodos de insensibilização e abate usados comer-

As técnicas de abate de peixes têm sido alvo de inúmeros estudos, com vários objetivos, entre os quais os de promover o controle de qualidade, a eficiência e a segurança dos procedimentos.

cialmente, como asfixia no ar e imersão em solução de água e gelo, envolvem períodos longos de consciência antes da morte (ASHLEY, 2007; POLI et al., 2005).

Devem ser levadas em consideração na escolha do método as in-

formações disponíveis relacionadas a cada espécie específica, bem como o manuseio adequado do equipamento de atordoamento e abate. A eficácia do atordoamento deve ser verificada pela perda de consciência, por verificação de sinais tais como: perda de movimento corporal e respiratório (perda da atividade opercular); perda de respostas visuais evocadas (REV) e perda do reflexo vestibulo-ocular (OVR) (OIE, 2017).

Alguns métodos utilizados para insensibilização de peixes são irreversíveis, sendo por isso, indicados pela OIE (2017), como por exemplo: concussão cerebral (comumente utilizado em peixes de grande porte proveniente da pesca extrativa), perfuração cerebral por pistola de ar comprimido ou por objeto perfuro cortante. Esses métodos são geralmente utilizados quando se pretende comercializar o peixe em filés ou postas, já que causam deformações na cabeça, tornando a aparência desagradável (BORDIGNON, 2015).

Alguns métodos consistem em atordoamento por choque elétrico ou por

adição de gases em misturas de água gelo, visando um abate mais eficiente, que aumente a vida de prateleira do produto final. Esses são muito utilizados por indústrias europeias e chilenas para o abate de truta e salmão, apesar de serem considerados onerosos se aplicados a espécies de baixo valor comercial. (SCHERER, 2005).

O dióxido de carbono tem sido utilizado como um método de atordoamento no abate de peixes. Há relatos que a resposta de salmão ao ambiente ácido e o atordoamento causado por hipóxia com CO₂ levou a um estresse agudo e reação de fuga. O uso do atordoamento por CO₂ pode provocar um início mais precoce de *rigor mortis* e amolecimento da textura muscular (ROTH, MOELLER & SLINDE, 2009).

Substâncias anestésicas são bastante utilizadas para reduzir a hipermotilidade, além de reduzir o estresse causado pela manipulação dos peixes durante as atividades de manejo. Porém os métodos baseados no uso de produtos anestésicos químicos para o abate destes animais não são adequados na produção de pescado para consumo humano, devido à possibilidade de ingestão dos resíduos destes agentes que podem permanecer no músculo dos peixes. O óleo de cravo é um agente narcotizante relativamente novo na piscicultura e seu princípio ativo é o eugenol (4-Allyl-2-methoxyphenol) proveniente do caule, flores e folhas do cravo-da-índia

(*Eugenia caryophyllata* e *E. aromatica*) capaz de causar desde simples analgesia até óbito, com tudo sua ação fisiológica nos peixes, assim como a permanência no músculo, ainda é pouco conhecida (RIBAS et al., 2007).

O método de abate por sangria consiste em perfuração ou corte das brânquias, com posterior lavagem e mergulho do peixe em água gelada (1°C) (OLSEN, 2008). Para garantir o bem-estar animal com esse método pode-se realizar em conjunto com uma prévia insensibilização, entretanto, diversas indústrias utilizam a sangria sem este cuidado.

Um dos métodos de abate de peixes mais usual é a imersão em água e gelo (ASHLEY, 2007), pois a baixa temperatura diminui a taxa de metabolismo e o consumo de oxigênio e, finalmente, imobiliza o peixe até que ocorra a morte do animal. Esse método é um dos mais utilizados em indústrias localizadas em locais quentes devido à facilidade de aplicação. O choque térmico pode tornar o peixe imóvel e aparentemente insensível, porém não existem comprovações científicas de que a insensibilidade a dor de fato ocorra através do choque térmico, pois é possível que o peixe permaneça consciente, apesar de paralisado (ROBB & ROTH, 2003).

4. Considerações finais

O consumo de peixes vem crescendo no mundo todo e percebe-se que a

Quadro 1: Resumo dos métodos de atordoamento / abate de peixes e seus respectivos problemas de bem-estar (Uma combinação dos métodos descritos na tabela a seguir pode ser usada).

Método de Atordoamento/ sacrifício	Método específico	Preocupações / principais requisitos de bem-estar de peixe	Vantagens	Desvantagens
Mecânico	Atordoamento por percussão	O golpe deve ser forte o suficiente acima do cérebro ou na área adjacente para alcançar a perda imediata da consciência. Os peixes são removidos da água rapidamente, são segurados e recebem um golpe rápido na cabeça, seja manualmente ou por percussão automática. A eficácia do atordoamento deve ser verificada e, se necessário, o peixe será atordoado novamente. O método pode ser usado para atordoar ou abater.	Perda imediata de consciência. Adequado para peixe médio a grande.	Um movimento descontrolado do peixe pode dificultar a operação manual do equipamento. Se o golpe for muito fraco, o atordoamento pode falhar. Pode causar ferimentos. O atordoamento manual por percussão pode ser usado apenas para abater um número limitado de peixes de tamanho similar.
	Objeto perfuro-cortante (Espeto/pino perfurador)	O objeto deve apontar para a cabeça do peixe em posição de penetrar no cérebro e o impacto deve causar perda imediata de consciência. Os peixes são rapidamente removidos da água, fixados e imediatamente inseridos no cérebro. O método pode ser usado para atordoar ou abater	Perda imediata de consciência Adequado para peixe médio a grande. Para o atum pequeno, a perfuração sob a água evita a exposição ao ar. A janela pineal do atum facilita a perfuração desta espécie.	Uma aplicação imprecisa pode causar ferimentos. É difícil aplicar se os peixes estiverem agitados. Pode ser usado apenas para abater um número limitado de peixes.

(continua)

(Continuação)

Método de Atordoamento/sacrifício	Método específico	Preocupações / principais requisitos de bem-estar de peixe	Vantagens	Desvantagens
Mecânico (cont.)	Bala (tiro)	Deve ser cuidadosamente direcionado ao cérebro. O peixe deve estar na posição correta e a distância de tiro deve ser a menor possível. O método pode ser usado para atordoar ou abater	Perda imediata de consciência. Adequado para peixes grandes (por exemplo, atum grande).	É necessário adaptar a distância de tiro e o calibre necessário. A superlotação excessiva e o ruído das armas podem causar uma reação de estresse. A contaminação da área de trabalho devido à liberação de fluidos corporais pode representar um risco de biossegurança. Pode ser perigoso para os operadores.
Elétrico	Atordoamento elétrico	Envolve a aplicação de uma corrente elétrica de intensidade, frequência e duração suficientes para causar a perda de consciência imediatamente. O método pode ser usado para atordoamento ou abate. O equipamento deve ser projetado para essa finalidade e mantido adequadamente.	Perda imediata de consciência Adequado para peixes pequenos e médios. Adequado para um grande número de peixes, sem a necessidade de removê-los da água.	Difícil de padronizar para todas as espécies. Os parâmetros de controle ótimos para algumas espécies são desconhecidos. Pode constituir um risco para os operadores.
	Atordoamento elétrico em condições semi-secas	A cabeça do peixe deve primeiro entrar no sistema para que a eletricidade seja aplicada primeiro ao cérebro. Envolve a aplicação de uma corrente elétrica de intensidade, frequência e duração suficientes para causar a perda de consciência imediatamente. O equipamento deve ser projetado para essa finalidade e mantido adequadamente.	Bom controle visual do atordoamento e capacidade de atordoar o indivíduo novamente.	O posicionamento inadequado do peixe pode causar atordoamento inadequado. Os parâmetros exatos de controle para algumas espécies são desconhecidos. Não é adequado para grupos de peixes de tamanhos diferentes

[Nota: os termos peixe pequeno, médio e grande devem ser interpretados de acordo com a espécie em questão.]

Fonte: OIE, 2017

produção com qualidade é um grande desafio atualmente na aquicultura. O bem-estar é um fator importante ao longo da produção animal e principalmente durante o manejo pré-abate e o abate, uma vez que existe uma forte correlação entre estresse e qualidade final da carne.

Não é possível chegar ao consenso de um único método de abate para peixes, pois há uma grande diversidade de espécies marinhas e dulcícolas de interesse comercial. Cada uma dessas espécies possui suas particularidades que devem ser consideradas no momento da escolha do método de abate, levando também em consideração o menor sofrimento do animal, atendendo a um mercado consumidor cada vez mais exigente em relação ao bem-estar.

Sabe-se que a União Européia já possui projetos de normas específicas para o abate humanitário de pescado. Então, muito em breve, a Europa deve exigir de países exportadores que se adequem para que haja comercialização, como já é praticado para outras espécies há mais tempo. Visto isso, serão necessárias mais pesquisas nessa área para se produzir dados e recomendações para melhores práticas e futuras legislações.

Vale ressaltar que os responsáveis pelo manejo, atordoamento e abate de peixes desempenham um papel importante em seu bem-estar. O pessoal que cuida do atordoamento e do abate deve ter experiência e competência para manuseá-lo, entender os padrões

de comportamento do peixe e os princípios básicos necessários para realizar seu trabalho. Alguns métodos de atordoamento e abate podem representar certos riscos, por tanto a formação do pessoal deve abranger as implicações para a saúde ocupacional e a segurança dos métodos utilizados, como destaca a OIE no Codigo Sanitário para Animais Aquaticos.

5. Bibliografia

1. ASHLEY, P. J. Fish welfare: Current issues in aquaculture. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 104, n. 3-4, p. 199-235, 2007.
2. BAGNI, M.; CIVITAREALE, C.; PRIORI, A.; BALLERINI, M.; FINOIA, M.; BRAMBILLA, G.; MARINO, G. Pre-slaughter crowding stress and killing procedures affecting quality and welfare in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, v. 263, p. 52-60, 2007.
3. BORDIGNON, A. C. Eletronarcese como método de insensibilização para a tilápia-do-nylo. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, *Centro de Aquicultura de Jaboticabal*, 2015.
4. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 03, de 17 de janeiro de 2000. Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. *Diário Oficial da União*, Brasília, 24 de janeiro de 2000.
5. CONTE, F. S. Stress and welfare of cultured fish. *Official Journal of the International Society for Applied Ethomolog*, v. 86, n. 3-4, p. 2005-223, 2004.
6. FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *The State of World Fisheries and Aquaculture*. Roma, 2011.
7. FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *The State of World Fisheries and Aquaculture - Globefish Highlights*, Roma, 2016.

8. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da pecuária municipal, Rio de Janeiro, v. 44, p. 1-51, 2016.
9. LAMBOOJI, E.; KLOOSTERBOER, K.; GERRITZEN, M. A.; ANDRE, G.; VELDMAN, M.; VAN DE NIS, H. Electrical stunning followed by decapitation or chilling of African catfish (*Clarias gariepinus*): assessment of behavioral and neural parameters and product quality. *Aquaculture Research*, v. 37, p. 61-10, 2002.
10. LINES, J.; KESTIN, S. Electric stunning of trout: power reduction using two-stage stun. *Journal Aquaculture Engineering*, v. 32, p. 483-491, 2005.
11. OLSEN S.H., SORENSEN N.K., LARSEN R., ELVEVOLL E.O., NILSEN H. Impact of pre-slaughter stress on residual blood in fillet portions of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua*) – Measured chemically and Visible and Nearinfrared spectroscopy. *Aquaculture*, Amsterdam, v.284, p.90 – 97, 2008.
12. PEDRAZZANI, A. S.; FERNANDES-CASTILHO, M.; CARNEIRO, P. C. F.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar de peixes e a questão da ciência. *Arquivos of Veterinary Science*, v. 11, n. 3, p. 60-70, 2007.
13. PEDRAZZANI, A. S.; MOLENTO, C. F. M.; CARNEIRO, P. C. F.; CASTILHO, M. F. Opinião pública e educação sobre abate humanitário de peixes no município de Araucária, Paraná. *Ciência Animal Brasileira*, v. 9, n. 4, p. 976- 983, 2008.
14. POLI, B. M.; PARISI, G.; SCAPPINI, F.; ZAMPACAVALLLO, G. Fish welfare and quality as affected by pre-slaughter and slaughter management. *Aquaculture*, v. 12, p. 29-30, 2005.
15. QUABIUS, E. S.; BALM, P. H.; WENDELAAR BONGA, S. E. Interrenal stress responsiveness of tilapia (*Oreochromis mossambicus*) is impaired by dietary exposure to PCB 126. *General and comparative endocrinology*, v. 108, n. 3, p. 472–82, 1997.
16. OIE – ORGANIZACION MUNDIAL DE SANIDAD ANIMAL. Aspectos Relativos Al Bienestar En El Aturdimiento Y El Sacrificio De Peces De Cultivo Para Consumo Humano – IN: Código Sanitario para los Animales Acuáticos (2017). Disponível em: http://www.oie.int/index.php?id=171&L=2&htmfile=chapitre_welfare_stunning_killing.htm, acessado em 30/01/2018.
17. RIBAS, L., FLOS, R., REIG, L., MACKENZIE, S., BARTON, B.A., TORT, L. Comparison of methods for anaesthetizing Senegal sole (*Solea senegalensis*) before slaughter: stress responses and final product quality. *Aquaculture*, v. 269, p. 250–258, 2007.
18. ROBB, D. H.; ROTH, B. Brain activity of Atlantic salmon (*Salmo salar*) following electrical stunning using various field strengths and pulse durations. *Aquaculture*, v. 216, n. 1-4, p. 363–369, 2003.
19. ROTH, B., MOELLER, D., SLINDE, E. Ability of electric field strength, frequency, and current duration to stun farmed Atlantic salmon and pollock and relations to observed injuries using sinusoidal and square wave alternating current. *North American Journal of Aquaculture*, v. 66, p. 208–216, 2009.
20. SCHERER, R. Effect of slaughter method on *post-mortem* changes of grass carp (*CtenopHaryngodon idella*) stored in ice. *Journal Food Science*, v.70, p. 348-354, 2005.

7. Alguns mitos e verdades sobre pescado



pixabay.com

Sarah Antonieta de Oliveira Veríssimo¹ - CRMV 15962,

Daniele Salgueiro de Melo²,

Ana Carolina Garcez Bueno Carneiro³,

Lílian Viana Teixeira⁴ - CRMV 7357

¹ Médica veterinária, doutoranda em Ciência Animal pela UFMG

² Aquacultora, mestranda em Zootecnia pela UFMG

³ Aquacultora pela UFMG

⁴ Professora associada, médica veterinária, mestra e doutora, DTIPOA, Escola de Veterinária, UFMG

1. Introdução

Há muitos mitos sobre pescado que precisam ser esclarecidos para a sociedade, e é papel dos profissionais das áreas das ciências agrárias e da saúde se esforçarem para que isso ocorra. A informação correta precisa ser difundida para a população,

A informação correta precisa ser difundida para a população

uma vez que o pescado é um alimento com inúmeros benefícios, como ser altamente nutritivo,

de fácil digestão e constituído por carne magra, entre outros fatores. Para finalizar este *Caderno Técnico*, elucidaremos aqui alguns desses mitos.

2. Mitos e verdades

2.1 Manter o consumo de pescado é muito caro

Muito se ouve que consumir pescado regularmente seria inacessível nas contas do final de mês dos consumidores devido ao elevado preço com que o produto chega ao mercado. Pode-se dizer que esse senso comum se deve à cultura brasileira de consumo cárneo. Segundo RIBEIRO e CORÇÃO (2013), em nossa hierarquia alimentar, a carne bovina estaria no topo, seguida das carnes brancas e, abaixo, produtos de origem animal, como ovos e queijo. Vale salientar que peixe, para o senso comum, muitas vezes não é considerado carne. Além dessa hierarquia alimentar, há também a periodicidade de se consumir pescado somente em determinadas épocas do ano, como Quarta-Feira de Cinzas, Semana Santa, Páscoa e Natal.

Na realidade, com frequência se encontra o quilo de determinado pescado mais barato que a carne bovina, por exemplo, mas, devido à cultura do consumo em determinadas épocas, não é comum venda superior a outras carnes. Nos supermercados de Belo Horizonte, encontramos peixes no valor de R\$ 9,90 a R\$ 39,90, entre eles merluza, sardinha, tilápia, cação, polaca-do-álaska, filés tipo bacalhau e outros, enquanto uma picanha,

A coloração avermelhada que conhecemos é devida a um pigmento chamado astaxantina.

que é um corte de carne bastante apreciado pelos brasileiros, pode variar de R\$ 35 a R\$ 70 o quilo, e a alcatra é encontrada no valor aproximado de R\$ 25 o quilo (dados de mercado, recolhidos em 2017).

Assim, observa-se que, muitas vezes, não é a questão econômica o problema, sendo ideal conscientizar a população dos benefícios do consumo desse tipo cárneo, para que se crie o hábito do consumo.

2.2. Todo peixe de água doce tem gosto de barro

Em uma pesquisa de opinião realizada em várias cidades brasileiras, 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 esse

motivo subiu para 16% (KUBITZA e LOPES, 2002).

O gosto de barro, denominado *off-flavor*, é devido à captação passiva de compostos, principalmente a geosmina (GEO) e o metilisoborneol (MIB), que são produzidos por microalgas e cianobactérias presentes naturalmente no ambiente ou em viveiros. Um peixe em seu ambiente natural encontrará diversas fontes de alimento, que

influenciarão seu gosto (KUBITZA, 1999).

Uma forma de controle nas pisciculturas para tentar evitar o gosto característico nos animais é a restrição da produção primária, que são as algas e as cianobactérias, de forma a não acumular GEO e MIB no sistema. Outra opção seria, no momento da despesca ou antes do abate, usar a técnica conhecida como depuração. Nesta, os animais são colocados em tanques de alvenaria com renovação contínua de água, limpa e aerada, não havendo um tempo determinado desse procedimento para a eliminação total do *off-flavor* (PIMENTA e GESTO, 2011).

2.3 A cor alaranjada do salmão é por causa de um composto derivado de petróleo

O salmão é um peixe originalmente de carne branca como todos os outros. A coloração avermelhada que conhecemos é devida a um pigmento chamado astaxantina. Esse pigmento é um carotenoide, sintetizado por algas e organismos unicelulares, que, por sua vez, são fonte de alimentação dos camarões, que o acumulam na carne e na casca. O salmão que vive na natureza é um grande predador desse crustáceo, e esse pigmento acaba se acumulando na carne do salmão também (OLIVEIRA, *et al.*, 2011).



Foto 1: Filé de salmão. Fonte: www.carnitech.com

A astaxantina é, ainda, responsável pelas cores amarelas, laranja e vermelhas de muitos alimentos, tais como frutas, vegetais, gema de ovo, alguns peixes, como salmão e truta, e crustáceos (MALDONADE *et al.*, 2007).

O Chile é o principal fornecedor de salmão para o Brasil. Em 2016, o volume adquirido foi de 71,85 mil toneladas, sendo animais provenientes de pisciculturas (SALOMÃO, 2018), alimentados com ração e não com camarão, devido ao alto custo. Nesse caso, os criadores adicionam, na dieta do salmão, o pigmento astaxantina sintético ou extraído da farinha de camarão (OLIVEIRA, *et al.*, 2011), conferindo a coloração alaranjada à carne

2.4. Comer peixe causa gota

Entre os fatores de risco para gota, temos: idade (a gota aumenta sua frequência com a idade); sexo masculino; etnia negra com maior incidência de gota (talvez pela maior presença de hipertensão arterial nesse grupo étnico); hiperuricemia; obesidade; dieta rica em purinas; resistência à insulina; diabetes; ingestão alcoólica (particularmente cerveja, que confere maior risco que bebidas destiladas, enquanto ingestão moderada de vinho parece não aumentar o risco de gota); medicamentos (diuréticos, particularmente tiazídicos, pirazinamida, etambutol, ciclosporina, tacrolimus, e insulina em altas doses que aumentam as taxas de

ácido úrico sérico); substâncias tóxicas, como chumbo (gota saturnínica) e doenças associadas (comorbidades), como síndrome metabólica, obesidade, insuficiência renal, cálculos renais, diabetes tipo 2 e doenças cardiovasculares. Os humanos são susceptíveis ao desenvolvimento de gota devido à falta da enzima uricase, a qual metaboliza o ácido úrico formando alantoina nos outros mamíferos (NOVAES, 2008).

2.5. Todo peixe tem ômega 3

Ômega 3 é um tipo de ácido graxo poli-insaturado, assim como o ômega 6, que estão presentes em muitos alimentos, como peixes, óleos vegetais, sementes de linhaça, nozes e alguns tipos de vegetais (MORAES e COLLA, 2006). Todo peixe possui ômega 3, mas aqueles que possuem esse ácido graxo em maior quantidade são os peixes de águas frias e profundas (atum, salmão, arenque, sardinha e cavalinha, bacalhau) (SUAREZ-MAHECHA, 2002).

Os peixes são a principal fonte de alimentos com EPA (ácido eicosapentaenoico) e DHA (ácido docosa-hexaenoico), dois tipos de ômega 3. Todos apresentam essas substâncias; o que varia são as quantidades entre as espécies e dentro de cada espécie, de acordo com variáveis ambientais, como dieta e origem dos peixes: se são selvagens ou de cativeiro (KRIS-ETHERTON *et al.*, 2002).

Estes peixes são encontrados em águas salgadas, exceto o salmão que pode ser tanto da água doce quanto da salgada.

Veja na tabela os campeões de ômega 3 em cada 100 gramas (g) de peixe:



Cavala: 1,8 a 5,1g
É altamente indicado para quem quer iniciar uma dieta saudável.
Valor calórico: 260 kcal



Arenque: 1,2 a 3,1g
Além de ser rico em ômega 3. O arenque é uma ótima fonte de vitamina D.
Valor calórico: 230 kcal



Sardinha: 1,5 a 2,5g
São pequenas, mas muito benéficas à saúde. É vendido em conserva, mas pode ser encontrado fresco.
Valor calórico (sardinha em conserva): 158 kcal



Salmão: 1,0 a 1,4g
Consumido de todas as formas: cru, assado, frito, o salmão habita em águas salgadas e vai até às águas doces para se reproduzir.
Valor calórico: 211 kcal



Atum: 0,5 a 1,6g
O atum é rico em vitaminas e minerais essenciais à saúde.
Valor calórico : 118 kcal

Foto 2: Peixes e fontes de ômega 3. Fonte: www.hospitaldaer.com.br

Além da presença de ácidos graxos essenciais, os peixes apresentam proteínas de alto valor biológico, alta biodisponibilidade de ferro e vitamina B12, e boas fontes de cálcio, sendo um alimento ideal para consumo rotineiro (BRASIL, 2006).

2.6. Peixe panga é criado em esgoto

O Panga é um peixe asiático, criado no Rio Mekong, no Vietnã, e começou a ser importa-

do pelo Brasil em 2009. Desde então, multiplicaram-se as informações de que ele seria criado no esgoto e, portanto, estaria contaminado por bactérias e até por metais pesados despejados pelas indústrias no rio – uma amostra de como a entrada do produto no Brasil desagradou aos produtores locais. A má fama do peixe ganhou tamanha proporção que motivou duas missões sanitárias do Ministério da Agricultura, Pecuária

O pescado que for destinado ao consumo cru deve ser submetido previamente ao congelamento à temperatura de -20°C (vinte graus Celsius negativos) por vinte e quatro horas ou a -35°C (trinta e cinco graus Celsius negativos) durante quinze horas.

e Abastecimento (Mapa) ao Vietnã para verificar a cadeia de produção do Panga. Segundo o Mapa, inicialmente foram solicitadas algumas adequações, mas hoje todas as exigências para a exportação são atendidas pelo Vietnã (PROTESTE, 2017).

2.6 Comer peixe cru é perigoso

Segundo a legislação atual (BRASIL, 2017) o pescado que for destinado ao consumo cru deve ser submetido previamente ao congelamento à temperatura de -20°C (vinte graus Celsius negativos) por vinte e quatro horas ou a -35°C (trinta e cinco graus Celsius negativos) durante quinze horas. Essas são condições suficientes para inativar as larvas de qualquer parasita, evitando qualquer tipo de contaminação por esses tipos de organismos. O consumidor deve estar atento às condições de higiene do manipulador e do local onde é comercializado o pescado (MAGALHÃES, 2012). O cuidado com a temperatura em que se encontra o produto também é muito importante. Não basta exibir peixes sobre uma camada de gelo, como é comum em feiras e supermercados, a orientação é que o gelo envolva todo o peixe, e que este esteja preferencialmente em gôndolas ou mostradores fechados. Os procedimentos de preparo, manipulação e conservação devem ser realizadas com precauções sanitárias para que o pescado não ofereça risco à

São necessárias técnicas de processamento para que as pessoas possam consumir peixe frequentemente, além do consumo in natura.

saúde do consumidor (SILVA *et al.*, 2008)

2.7. Kani é carne de caranguejo

O kani é feito de surimi, que é um termo japonês para carne de pescado desossada, triturada e lavada, a qual é utilizada como matéria-prima para produção de uma série de imitações de frutos do mar (MIRA e LANFER-MARQUEZ, 2005). Esse apresenta as mesmas características nutricionais do

pescado, o que, combinado com preços acessíveis, tem contribuído para o aumento no consumo mundial de produtos baseados no surimi (MARTÍN-SANCHEZ *et al.*, 2009). Entretanto, embora a demanda por

pescado tenha aumentado, nota-se uma diminuição da sua oferta, especialmente em algumas regiões onde a pesca predatória levou à diminuição dos cardumes.

2.8. O pescado fresco é melhor do que o que sofreu processamento

O pescado é um alimento altamente perecível, que exige, portanto, cuidados com seu manuseio e processamento, desde a captura até a chegada à mesa do consumidor (SOARES *et al.*, 2011). Para tanto, são necessárias técnicas de processamento para que as pessoas possam consumir peixe frequentemente,

além do consumo *in natura*.

Com relação à composição nutricional do pescado *in natura* e congelado, o tempo de armazenagem sob congelamento deve ser considerado por causar-lhe alterações se ele for armazenado por longo período, como redução no conteúdo lipídico e no teor proteico (GUINAZI *et al.*, 2006), mas vale salientar que a redução não impede o consumo desse alimento. Geralmente a forma usual de consumo é eviscerado ou em filé, mas também pode-se encontrar pescado congelado, salgado, defumado, enlatado ou até mesmo em embutidos.

3. Considerações finais

As questões apresentadas acima são apenas algumas das mais recorrentes, dentre muitas outras que já existem e que ainda surgirão com o crescimento da produção em cativeiro de pescado e, conseqüentemente, com o aumento do consumo. Para elucidar tais dúvidas há diversas fontes confiáveis onde se pode realizar a consulta sobre este assunto. Atualmente, com a facilidade de acesso a informação por meio da internet, sites de organizações serias como FAO, OIE, Ministério da agricultura, Embrapa, OMS (WHO), Proteste.org, Aquaculture Brasil, Seafood Brasil, Aquaculture Certificate, entre muitos outros, podem ser facilmente acessados e consultados com segurança sobre suas informações.

4. Bibliografia

1. BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento (MAPA). Decreto nº 9013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7889, de 23 de dezembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9013.htm> Acessado em: 04 out. 2017
2. BRASIL. Ministério da Saúde. Guia Alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável. Brasília: MS; 2005. Acessado em: 20 de março de 2018. Disponível em: http://www.sonutricao.com.br/downloads/Guia_Alimentar_Populacao_Brasileira.pdf
3. GUINAZI, M.; MOREIRA, A. P. B.; SALARO, A. L.; CASTRO, F. A. F. DE; DADALTO, M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Composição química de peixes de água doce frescos e estocados sob congelamento. *Acta Scientiarum. Technology*, Maringá, v. 28, n. 2, p. 119-124, julho/dezembro, 2006.
4. KRIS-ETHERTON, P. M.; HARRIS, W. S.; APPEL, L. J. **Fish Consumption, Fish Oil, Omega-3 Fatty Acids, and Cardiovascular Disease**. *Circulation*, v. 106, p. 2747-2757, novembro, 2002.
5. KUBITZA, F. "Off-flavor", Nutrição, Manejo Alimentar e Manuseio Pré-Abate Afetam a Qualidade do Peixe Destinado à Mesa. *Panorama da Aquicultura*, v. 9, n. 54, julho/agosto, 1999.
6. KUBITZA, F.; LOPES, T. G. G. Com a palavra os consumidores. *Panorama da Aquicultura*, jan/fev, 2002.
7. MAGALHÃES, A.M.S. *et al.* Zoonoses parasitárias associadas ao consumo de carne de peixe cru. *PUBVET*, Londrina, V. 6, N. 25, Ed. 212, Art. 1416, 2012.
8. MALDONADE, I. R.; SCAMPARINI, A. R. P.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 38, n. 1, p. 65-70, 2007.
9. MARTÍN-SANCHEZ, A. M.; NAVARRO, C.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A.; KURI, V. Alternatives for efficient and sustainable production of surimi: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 8, p. 359-374, 2009.
10. MIRA, N. V. M.; LANFER-MARQUEZ, U. M. Avaliação da composição centesimal, aminoáci-

- dos e mercúrio contaminante no surimi. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. v. 25(4), p. 665-671, 2005.
11. MORAES F. P.; COLLA L. M. *Revista Eletrônica de Farmácia*, v. 3, n. 2, p. 99-112, 2006.
 12. NOVAES, Gilberto dos Santos. Gota. *Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba*. v. 10, n. 2, p. 1 - 6, 2008.
 13. OLIVEIRA, S. C. *et al.* Estudo da extração e estabilidade dos carotenoides em amostras de salmão (*Salmo salar*) cru resfriado e congelado durante o armazenamento. *Scientia Plena*, São Cristóvão, v. 7, n. 5, maio 2011.
 14. PIMENTA, M. E. S. G.; GESTO, M. C. *Tecnologia de pós-colheita em peixes*. Lavras: UFLA/FAEPE, 2011.
 15. PROTESTE - Peixe pangá é seguro para consumo. Acessado em 10 de outubro de 2017. Disponível em: <https://www.proteste.org.br/alimentacao/seguranca-alimentar/noticia/peixe-panga-e-seguro-para-consumo>
 16. SALOMÃO, R. **Chile quer elevar venda de salmão ao Brasil para 100 mil t em dois anos.** *Revista Globo Rural*. Acessado em: 20 de março de 2018. Disponível em <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Criacao/Peixe/noticia/2017/06/chile-quer-elevar-venda-de-salmaa-ao-brasil-para-100-mil-t-em-dois-anos.html> ,
 17. SILVA ML, MATTÉ GR, MATTÉ MH. **Aspectos sanitários da comercialização de pescado em feiras livres da cidade de São Paulo, SP/Brasil.** *Rev Inst Adolfo Lutz*, 67(3):208-214, 2008., Disponível em <http://revistas.bvs-vet.org.br/rialutz/article/view/7162>
 18. SOARES, V. M.; PEREIRA, J. G.; IZIDORO, T. B.; MARTINS, O. A.; PINTO, J. P. A. N.; BIONDI, G. F. Microbiological Quality of Frozen Fish Fillets Distributed in Botucatu City – São Paulo. *UNOPAR Científica Ciências Biológica e da Saúde*, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 85-88, 2011.
 19. SUAREZ-MAHECHA, H. *et al.* Importância de ácidos graxos poli-insaturados presentes em peixes de cultivo e de ambiente natural para a nutrição humana. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v.28, n.1, p.101-110, 2002.