

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ERIKA SABATINI FIGUEIREDO

**MÉTODOS TRADICIONAIS E ALTERNATIVOS PARA A
CONSERVAÇÃO DE PESCADOS**

PORTO ALEGRE

2016

ERIKA SABATINI FIGUEIREDO

**MÉTODOS TRADICIONAIS E ALTERNATIVOS PARA A CONSERVAÇÃO DE
PESCADOS**

Trabalho apresentado ao Instituto de
Ciência e Tecnologia de Alimentos, da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
como requisito parcial para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

ORIENTADOR: Prof^a. Dr^a Patrícia de Silva
Malheiros

PORTO ALEGRE

2016

ERIKA SABATINI FIGUEIREDO

**MÉTODOS TRADICIONAIS E ALTERNATIVOS PARA A CONSERVAÇÃO DE
PESCADOS**

Esta monografia foi julgada adequada para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos e aprovada em sua forma final pela Orientadora e pela Banca Examinadora.

Banca Examinadora:

Patrícia da Silva Malheiros (orientadora)
Doutora Microbiologia Agrícola e do Ambiente - UFRGS

Eduardo Cesar Tondo
Doutor em Ciências Biológicas - UFRGS

Juliane Elisa Welke
Doutora em Química - UFRGS

Cláudia Titze Hessel
Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos - UFRGS

**PORTO ALEGRE
2016**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me proporcionou sabedoria e iluminou meu caminho durante toda a minha jornada, me acalmando nos momentos ruins e me dando força, fé e determinação para aproveitar as oportunidades que encontrei ao longo destes anos.

A minha família pelo apoio, carinho e amor dedicado a mim, em especial aos meus pais, Carlos Eduardo e Eliana, por estarem sempre ao meu lado nos momentos de alegria e aflição, por todo incentivo, paciência, apoio financeiro e por estarem sempre me aconselhando e me guiando para o melhor caminho. A minha irmã Thaís, minha companheira de vida, com quem sempre posso contar quando preciso de ajuda. A pessoa que sou hoje é devido ao amor de vocês.

Agradeço aos meus amigos de curso com quem dividi noites de estudos, ajuda nos trabalhos, companhia para festas, pelas risadas quando tudo parecia estar perdido e apoio psicológico para seguir em frente, sem vocês essa caminhada teria sido bem mais difícil.

A minha orientadora Prof. Dra. Patrícia da Silva Malheiros, pela oportunidade, ensinamentos, confiança, auxílio e disposição.

A todos os professores, que além dos ensinamentos acadêmicos, sempre nos ensinaram a agir com ética e a lutar pelo correto. Agradeço também pela paciência e dedicação a nós alunos.

Muito obrigada!

RESUMO

É cada vez maior o número de pessoas que preferem consumir a carne de peixe como uma opção de alimentação saudável graças ao seu excelente valor nutritivo, pois é fonte de proteínas, vitaminas e ácidos graxos poli-insaturados. Entretanto, sua perecibilidade é alta, pois possui pH próximo da neutralidade, elevada atividade de água e alto teor de nutrientes facilmente utilizáveis pelos microrganismos. Devido a isso, o pescado pode se tornar um potencial veículo de transmissão de doenças, especialmente as de origem microbiológica. É essencial o controle de todas as etapas envolvidas no processamento dos pescados, principalmente o controle adequado da temperatura para evitar que as reações enzimáticas e a ação dos microrganismos diminuam sua vida útil. Além disso, o uso adequado dos métodos de conservação também se torna uma forte ferramenta para garantir a segurança e aumentar a vida útil do pescado. Assim, esse trabalho teve como objetivo estudar os métodos de conservação mais utilizados nas indústrias de pescados bem como discutir novas tecnologias para promover a qualidade e segurança destes alimentos. O método tradicional mais utilizado pelas indústrias é o uso do frio empregando refrigeração ou congelamento. O congelamento é eficiente para controlar a multiplicação de bactérias e inativar alguns parasitas, porém pode causar danos ao tecido superficial do pescado. A salga, defumação e conserva também são amplamente utilizadas, no entanto, estes métodos alteram as características sensoriais do pescado fresco. Em contrapartida, é grande a busca por novos métodos que mantenham as características sensoriais e nutricionais do pescado sem a utilização de conservantes químicos. Dentre os métodos alternativos estudados estão o uso de embalagem em atmosfera modificada, que se mostra eficiente para estender a vida útil do pescado, sem alterar suas características naturais; o uso de conservantes naturais, como óleos essenciais que apresentam atividade antimicrobiana devido a presença de compostos fenólicos presentes em sua composição; filmes biodegradáveis obtidos a partir de polímeros naturais e o uso de irradiação gama, que se mostram eficazes para inativar os patógenos transmitidos pelos alimentos.

Palavras-chave: pescado, perecibilidade, conservação, contaminação microbiológica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS.....	11
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3 REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1 PRODUÇÃO E CONSUMO DE PESCADO	12
3.2 CARACTERÍSTICAS DO PESCADO	13
3.3 DEGRADAÇÃO DO PESCADO	13
3.4 PRINCIPAIS RISCOS À SAÚDE HUMANA	15
3.5 CONTROLE HIGIÊNICO-SANITÁRIO	18
3.6 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO PESCADO	21
4 MÉTODOS TRADICIONAIS DE CONSERVAÇÃO DE PESCADO.....	22
4.1 USO DO FRIO.....	22
4.2 SALGA	24
4.3 DEFUMAÇÃO	26
4.4 CONSERVA	27
5 MÉTODOS ALTERNATIVOS PARA A CONSERVAÇÃO DE PESCADO	29
5.1 ATMOSFERA MODIFICADA	29
5.2 CONSERVANTES NATURAIS	32
5.3 FILMES COMESTÍVEIS.....	33
5.4 IRRADIAÇÃO GAMA	34
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Peças de Atum (<i>Thunnus alalunga</i>) fresco apto para consumo.....	19
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – <i>Ranking</i> dos países com maior produção de pescados em mil toneladas no mundo em 2014	12
Tabela 2 – Microrganismos associados ao pescado	16

LISTA DE ABREVIATURAS

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ATP – Adenosina Trifostado

BPF – Boas Práticas de Fabricação

BVT – Bases Voláteis Totais

DIPOA - Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal

DTA – Doenças Transmitidas por Alimentos

FAO – *Food and Agriculture Organization*

g - Grama

IAEA – *Internacional Atomic Energy Agency*

kGy – Quilogray

MAPA –Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ml – Mililitros

OMS – Organização Mundial da Saúde

PPHO - Programa de Procedimentos Padrão de Higiene Operacional

RIISPOA - Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal

UFC – Unidade Formadora de Colônia

1. INTRODUÇÃO

Segundo a definição contida no Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), entende-se por “pescado” todos os peixes, crustáceos, moluscos, anfíbios, quelônios e mamíferos de água doce ou salgada, usados na alimentação humana (BRASIL, 1984).

Em alguns países, o pescado faz parte da cultura e dos costumes da população, podendo representar a fonte principal de proteína animal. Atualmente, é cada vez maior o número de pessoas que preferem consumir a carne de peixe como uma alternativa de alimentação saudável, quando comparado a outras carnes. O baixo teor de gordura de muitas espécies de peixes, o excelente valor nutritivo devido as suas proteínas, vitaminas e os efeitos dos ácidos graxos poli-insaturados são aspectos importantes para aquelas pessoas preocupadas com a saúde, em particular, em países onde a mortalidade por doenças cardiovasculares é elevada (SOBIECKI *et al.*, 2016).

Apesar da elevada importância nutricional, o pescado é um alimento com grande probabilidade de deterioração e pode ser um potencial veículo para transmissão de doenças, especialmente as de origem microbiológica. Isso se deve às características deste alimento, tais como pH próximo a neutralidade, elevada atividade de água nos tecidos, alto teor de nutrientes facilmente utilizáveis pelos microrganismos, acentuado teor de fosfolípidos e rápida ação destrutiva das enzimas presentes nos tecidos e vísceras do peixe (GONÇALVES, 2011).

Neste contexto, é fundamental o controle adequado das operações de abate e despesca, a fim de reduzir ou evitar danos aos pescados. Além disso, a indústria de alimentos deve utilizar diferentes métodos para conservar o pescado, aumentando sua segurança, qualidade e prazo de distribuição. Dentre as opções que a indústria desse setor pode utilizar, estão os métodos tradicionais como uso do frio, salga, defumação e conserva. Esses são os métodos mais utilizados e que vem se mostrando eficazes no controle de microrganismos. Entretanto, tecnologias inovadoras vêm sendo estudadas, visando atender uma classe de consumidores interessadas em manter as características sensoriais e nutricionais do produto sem a utilização de conservantes químicos.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi estudar sobre os métodos de conservação mais utilizados nas indústrias de pescados bem como discutir novas tecnologias para promover a qualidade e segurança deste alimento.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever os principais métodos tradicionais utilizados pela indústria para a conservação de pescados;
- Estudar os principais métodos alternativos que vem sendo pesquisados para a conservação de pescados;

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 PRODUÇÃO E CONSUMO DE PESCADO

De acordo com a *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2016), a produção mundial de pescado foi de 101.090 mil toneladas no ano de 2014. A Tabela 1 mostra o *ranking* dos 14 países com a maior produção de pescados em nível mundial. O país que apresenta maior produção deste alimento é a China, com mais de 58.795 mil toneladas produzidas em 2014, seguida pela Indonésia e Índia, enquanto o Brasil encontra-se em 14º lugar com produção de mais de 562 toneladas de pescados produzidos.

Tabela 1 – *Ranking* dos países com maior produção de pescados em mil toneladas no mundo em 2014.

PAÍS	PRODUÇÃO (mil toneladas)
China	58.795
Indonésia	14.330
Índia	4.884
Vietnã	3.411
Filipinas	2.337
Bangladesh	1.956
Coreia do Sul	1.567
Noruega	1.332
Chile	1.227
Egito	1.137
Japão	1.020
Myanmar	964
Tailândia	934
Brasil	562

Fonte: FAO (2016);

O Brasil apresenta condições favoráveis para a atividade pesqueira e para a aquicultura, uma vez que possui uma costa marítima de 8.500 km e 12% da água doce disponível no planeta. Porém, ainda é preciso superar barreiras e investir mais em conhecimento e pesquisa para que o país deixe de ser um importador e passe a

ser um exportador de pescado, tornando-se uma potência aquícola (EMBRAPA, 2016).

Segundo dados do Ministério da Pesca e Aquicultura, a produção brasileira de pescado em 2013 foi de 1.241.807 toneladas, sendo que a região com maior produção foi o Nordeste, seguido pelas regiões Sul, Centro-Oeste, Norte e Sudeste. Neste mesmo ano o consumidor brasileiro chegou ao patamar de 14,5 kg/habitante/ano, sendo que o consumo mínimo recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) é de 12 kg/habitante/ano e o consumo mundial é de 18,8 kg/habitante/ano (IBGE, 2014).

3.2 CARACTERÍSTICAS DO PESCADO

A carne de pescado constitui uma fonte de proteínas de alto valor biológico, sendo em vários países, como Europa e Ásia, a proteína animal mais consumida (GERMANO & GERMANO, 2008).

O pescado apresenta todos os aminoácidos essenciais e tem elevado teor de lisina. A digestibilidade das proteínas de pescado é alta, pois eles estimulam mais a secreção gástrica do que a carne bovina. Tem baixo teor de tecido conjuntivo o que facilita a mastigação. A digestibilidade média é de 96%, sendo que para aves é 90% e para bovinos 87% (SENAI-DR, 2007). O nível de colesterol, em geral, é baixo. Além disso, o pescado possui elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados, que possuem efeito cardioprotetor, reduzindo os riscos de doenças coronarianas (GONÇALVES, 2011).

De modo geral, o pescado pode ser uma excelente fonte de minerais fisiologicamente importantes tais como Mg, Mn, Zn e Cu, com conteúdo relativamente elevados, principalmente em moluscos e crustáceos. É também rico em vitaminas hidrossolúveis do complexo B, porém destacando-se majoritárias as vitaminas lipossolúveis A e D (VIEIRA *et al.*, 2004).

3.3 DEGRADAÇÃO DO PESCADO

A vida útil do pescado é determinada pelas reações enzimáticas, bem como pela quantidade e espécies de microrganismos presentes, fatores dependentes da

microbiota natural e pelo modo de manuseio desde sua captura até a estocagem (NEIVA, 2002).

Os métodos de captura que provocam morte lenta e os inúmeros microrganismos presentes na água e na microbiota natural contribuem para a decomposição, ocasionando problemas na conservação (GHALY, 2010).

A partir do momento em que é capturado, o pescado sofre uma série de alterações, que podem favorecer a multiplicação de bactérias de sua microbiota natural. Além disso, fatores externos como: capturas do pescado em águas poluídas, más condições de refrigeração e manipulação também reduzem o tempo de conservação do pescado (VIEIRA *et al.*, 2004).

Logo após a morte inicia-se o processo de deterioração do pescado, sendo as alterações mais comuns as enzimáticas, físico-químicas e microbiológicas. A rápida morte do músculo, a fadiga ocasionada pelo esforço que o pescado faz na tentativa de livrar-se da captura, provocam um consumo considerável das reservas energéticas, esgotando desta forma, as substâncias necessárias para a contração muscular como a Adenosina Trifostado (ATP) e Glicogênio. Depois da morte e sem glicogênio necessário para a ressíntese do ATP, cessa a contração muscular e inicia-se o chamado “*rigor mortis*” (GERMANO & GERMANO, 2008).

O pescado que é submetido a um forte estresse durante o processo de captura, terá o período de *rigor mortis* reduzido devido ao gasto excessivo de glicogênio (VIEIRA *et al.*, 2004).

Devido à predominância de gordura insaturada, os ácidos graxos insaturados possuem importância fundamental em alguns aspectos tecnológicos e físico-químicos do pescado. Os lipídeos das espécies de pescado rico em gordura são formados por uma cadeia grande de ácidos graxos insaturados (BARROS, 2003).

A superfície do pescado recém capturado tem o aspecto brilhante e lisa, posteriormente por desidratação passa a rugosa e com presença de muco leitoso (causado pela atividade bacteriana). A desidratação afeta também a aparência dos olhos, que de convexo e brilhante passa a côncavo e opaco (VIEIRA *et al.*, 2004).

Dentre as reações de degradação têm-se a autólise, que consiste na hidrólise de proteínas e gorduras devido à ação das enzimas proteolíticas e lipolíticas. Além disso, têm-se a oxidação lipídica que leva à formação de radicais livres, promovendo alterações de diversas propriedades, principalmente as sensoriais (sabor, aroma, textura e cor) (BEIRÃO *et al.*, 2004).

3.4 PRINCIPAIS RISCOS À SAÚDE HUMANA

O músculo do peixe sadio e recentemente capturado é estéril, uma vez que o sistema imunológico deste previne o crescimento microbiano no músculo. Após a morte, o sistema de defesa cessa e a proliferação bacteriana ocorre livremente, sendo muito intensa na superfície da pele. A ação microbiana na carne acarreta em alterações nas substâncias odoríferas e de sabor: inicialmente se formam compostos com odor e sabor ácido, semelhante à erva ou fruta, mais tarde aparecem substâncias amargas de aspecto gomoso e aroma sulfuroso e finalmente, no estado pútrido, amoniacal e fecal (GERMANO & GERMANO, 2008).

Algumas variedades de pescado podem induzir reações alérgicas nos consumidores, devido à presença de histamina. Esta substância é produzida pela descarboxilação de aminoácidos específicos devido a liberação da enzima descarboxilase produzida por algumas espécies bacterianas, tais como o *Proteus morgagnii*, na qual o início de sua produção é decorrente da exposição do pescado fora das condições ideais de refrigeração. A intoxicação com sintomas neurológicos pode ocorrer a partir da ingestão de 100 mg de histamina/100 g de peixe. As espécies mais envolvidas com esses quadros urticariformes são atum, cavalinha, bonito, camarões e sardinhas enlatadas (GERMANO & GERMANO, 2008; LIN, *et al.*, 2012)

Considera-se impróprio para o consumo o pescado de aspecto repugnante, mutilado, traumatizado, com odor e sabor anormais, provenientes de águas contaminadas ou poluídas, em mau estado de conservação e quando não se adequar aos limites microbiológicos e físico-químicos fixados pela legislação RDC 12 de 2 de Janeiro de 2001 da ANVISA (MOURA, 2004).

Os patógenos vinculados ao pescado causadores de DTA podem causar: 1) intoxicação, quando ocorre a ingestão da toxina elaborada pelo microrganismo no alimento, sendo os principais responsáveis *Staphylococcus aureus* e *Clostridium botulinum*; 2) infecção, em que há ingestão do microrganismo seguido por sua fixação, colonização de órgãos específicos, desenvolvimento e multiplicação, tendo os maiores percentuais microrganismos como *Salmonella spp*, *Escherichia coli* e *Vibrio pahaemolyticus*.

Alguns microrganismos estão naturalmente no meio aquático, enquanto que outros podem contaminar o produto durante o processamento. Alguns exemplos de microrganismos associados aos pescados podem ser observados na tabela 2.

Tabela 2 – Microrganismos associados ao pescado

ORIGEM	ESPÉCIES
Naturalmente presente no meio aquático	<i>Vibrio</i> , <i>Aeromonas</i> , <i>Plesiomonas</i>
Origem animal e humana	<i>Salmonella</i> , <i>Shigella</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Legionella</i> , <i>Campylobacter</i> , <i>Staphylococcus</i> Parasitas: <i>Cryptosporidium</i> , <i>Giardia</i>
Oriundos do ambiente	<i>Listeria</i> , <i>C. botulinum</i> , <i>Staphylococcus</i>

Fonte: Adaptado de AMAGLIANI *et al.*(2012);

A contaminação por *Staphylococcus aureus* é consequência direta da manipulação inadequada do pescado (GERMANO & GERMANO, 2008). Manipuladores podem hospedar a bactéria em suas mãos, cavidade oral e mucosa nasal e, durante o processamento, transmiti-la ao alimento sem que este sofra alterações em sua aparência ou sabor, podendo causar uma intoxicação ao consumidor (VIEIRA *et al.*, 2004).

Clostridium botulinum é um organismo anaeróbico, formador de esporos. *C. botulinum* tipo E é encontrado no ambiente marinho e frequentemente isolado de peixes (RANZANI-PAIVA *et al.*, 2004). Em geral, o pescado envolvido em intoxicações botulínicas é aquele processado pela salga, defumado, em molho escabeche, caviar e enlatados (VIEIRA *et al.*, 2004).

Escherichia coli é uma bactéria usada como indicador de contaminação fecal. Em tanques de cultivo há risco de que linhagens de *E. coli* estejam presentes na

água. Outras enterobactérias patogênicas, como *Shigella* spp, são eventualmente isoladas em tanques de cultivo e pescados, mas, baseado em evidências epidemiológicas, sugere-se que o risco de infecção através do consumo de peixe seja baixo (RANZANI-PAIVA *et al.*, 2004).

A presença de *Salmonella* em pescados pode ser derivada do ambiente aquático natural, especialmente em águas poluídas por esgoto ou excretas de animais, na aquicultura ou durante o processamento (Amagliani *et al.*, 2012). Estudos de Brands *et al.* (2005) e DePaola *et al.* (2010) relataram presença de *Salmonella* em ostras vivas coletadas de águas aprovadas para a produção de crustáceos nos Estados Unidos. Nesses estudos, os autores atribuem tal fato ao possível saneamento deficiente na região.

Pelo menos doze espécies de *Vibrio* estão associadas a infecções humanas adquiridas pelo consumo de alimentos e água contaminados (RANZAIN-PAIVA *et al.*, 2004). O *V. parahaemolyticus* é usual na água do mar, principalmente em regiões costeiras, podendo estar associado a infecções em criações de camarão marinho. No homem, causa gastroenterite aguda caracterizada por quadro desintérico, após consumo de peixe cru, mariscos, camarões e ostras. (GERMANO & GERMANO, 2008).

Outro patógeno importante é a *Listeria monocytogenes*, causadora de uma mortalidade de aproximadamente 30% nos indivíduos imunocomprometidos (DADKHAH *et al.*, 2012; TAKAHASHI *et al.*, 2012). Ele pode se multiplicar a temperaturas variando de 1°C a 45°C, a pH de 4,6 a 9,6 e pode sobreviver na superfície de alimentos e equipamentos formando biofilme (CASTELLANO *et al.*, 2008). Fontes de contaminação em pescados têm sido muitas vezes atribuído às plantas de processamento, sendo que a origem primária da contaminação dificilmente é detectada (KATZAV *et al.*, 2006). A capacidade de algumas cepas de se fixarem às superfícies pode permitir que essas bactérias persistam por longos períodos nos equipamentos e utensílios, contaminando o produto durante o processamento (DIBONAVENTURA *et al.*, 2008). Um importante pré-requisito para controlar a *Listeria monocytogenes* é o conhecimento de seus nichos ao longo da cadeia de produção. Além do ambiente de processamento, o peixe cru também tem

sido considerado uma grande fonte de contaminação (GUDMUNDSDÓTTIR *et al.*, 2005).

Além disso, um grande número de espécies de peixes marinhos e de água doce são fontes de importantes parasitas. A principal causa de infestação da população é o consumo de peixe cru ou inadequadamente cozido. Geralmente, os peixes são hospedeiros intermediários e o homem torna-se o hospedeiro definitivo quando ingere os parasitos (RANZANI-PAIVA *et al.*, 2004).

3.5 CONTROLE HIGIÊNICO – SANITÁRIO

No Brasil, a Resolução RDC nº 12, de 2 de Janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, define critérios microbiológicos para alimentos destinados ao consumo humano. Os itens 7, 20 e 22 da citada resolução abordam o pescado e os produtos derivados da pesca bem como os limites microbiológicos para sua comercialização.

Cada país importador estabelece seus próprios padrões microbiológicos e físico-químicos e cada empresa importadora tem também seus critérios de avaliação, geralmente de caráter sigiloso. No Brasil, o pescado antes de ser comercializado é fiscalizado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ao sair da indústria, a responsabilidade passa para o Ministério da Saúde e, nos estados, para as respectivas secretarias. Todo controle e fiscalização de alimentos como o pescado envolve legislação própria (leis, decretos, resoluções, portarias e normas técnicas) (ORDONEZ, 2005).

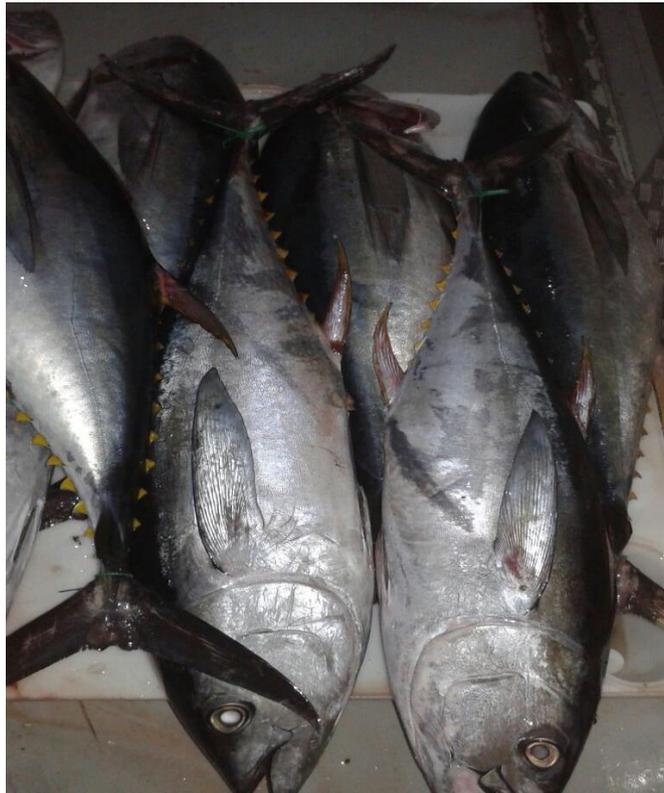
Segundo o RIISPOA, o pescado fresco próprio para consumo deverá apresentar as seguintes características:

- Superfície do corpo limpa, com relativo brilho metálico;
- Olhos transparentes, brilhantes e salientes, ocupando completamente as órbitas;
- Guelras róseas ou vermelhas, úmidas e brilhantes, com odor natural, próprio e suave;
- Ventre roliço, não deixando impressão duradoura à pressão dos dedos;

- Escamas brilhantes, bem aderentes à pele e nadadeiras apresentando certa resistência aos movimentos provocados. Não devem ser viscosas.
- Carne firme, consistência elástica, de cor própria da espécie;
- Vísceras íntegras, perfeitamente diferenciadas;
- Cheiro suave e característico.

Na figura 1 é possível observar peças de Atum (*Thunnus alalunga*) fresco, recebidos em um entreposto de pescados localizado na cidade de São Leopoldo, Rio Grande do Sul, onde apresentam características de peixe fresco de apto para consumo, segundo RIISPOA, com superfície brilhante, sem lacerações e olho convexo e brilhante.

Figura 1 - Peças de Atum (*Thunnus alalunga*) fresco apto para consumo



Fonte: Autora, 2016

De acordo com Vieira et al. (2004), o conhecimento da microbiota é um fator importante na conservação do pescado, pois influencia na escolha do processamento de conservação adequado. A qualidade e a quantidade dessa microbiota variam conforme o grau de contaminação do habitat de onde advém o

pescado, do tipo de água (doce ou salgada), temperatura da água, forma de captura e espécie. O autor ainda afirma que para se obter um bom pescado, é necessário manter suas características iniciais. Se seu destino é a indústria, ele deve ser resfriado o mais rápido possível.

As práticas de higiene, tanto dos barcos quanto dos manipuladores são de extrema necessidade para que não haja contaminação cruzada no pescado. Nos barcos pesqueiros, a lavagem regular do convés onde é armazenado o pescado antes de ser misturado ao gelo e dos porões é recomendável para evitar sua contaminação por bactérias e fungos. Além disso, a higiene do manipulador tem que ser adequada, considerando que o homem é o principal responsável pelas doenças alimentares (PEREZ *et al.*, 2007). O gelo também é um importante veículo de contaminação microbiana para o pescado, por isso é importante manter a qualidade da água utilizada para produção do gelo em perfeitas condições (GIAMPIETRO & LAGO, 2009).

A lavagem com água hiperclorada a cinco ppm de cloro residual livre auxilia na conservação do pescado por um tempo mais longo, este teor de cloro residual é recomendado pelo Ofício Circular nº 25/09 do DIPOA a fim de reduzir a microbiota superficial do pescado. A evisceração é importante na eliminação de bactérias contidas nos intestinos, como também na redução da autólise causada pela enzima digestiva (GERMANO & GERMANO, 2008).

A lavagem após a evisceração tem como finalidade remover restos de sangue e vísceras. O descabeçamento do pescado também auxilia na sua conservação por um tempo mais longo, pois assim são eliminadas as guelras, um dos principais focos de putrefação do pescado (ORDONEZ, 2005).

O Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), acompanhando os avanços das legislações com relação às responsabilidades dos fabricantes, passou a avaliar a implantação e execução de programas de autocontroles por parte das indústrias. As modernas legislações dirigidas ao controle sanitário de alimentos tratam esses programas como requisitos básicos para a garantia da inocuidade dos produtos. No DIPOA estes programas incluem o Programa de Procedimentos Padrão de Higiene Operacional (PPHO), o Programa

de Análises de Perigos e Pontos Críticos de Controle e as Boas Práticas de Fabricação (BPF).

3.6 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO PESCADO

Todos os tipos de produtos de pescado precisam estar com sua microbiota contaminante dentro dos limites impostos pela legislação, sob pena de não ser comercializado e ou exportado (MOURA *et al.*, 2004).

Aliados à análise microbiológica devem sempre ser feitos os testes sensoriais e físico-químicos. Pela rapidez, os testes sensoriais são mais empregados nas indústrias de pescado do que os microbiológicos e físico-químicos. Deste modo, o teste de odor e de textura são parâmetros comumente utilizados para a avaliação do grau de frescor de pescado (VIEIRA *et al.*, 2004).

As análises físico-químicas são utilizadas para quantificar a formação de compostos de degradação no pescado. Várias são as determinações que podem avaliar o grau de conservação do pescado, como a medição do pH, a de bases voláteis totais (BVT) e a de histamina, além da reação de Éber para gás sulfídrico (TAVARES & MORENO, 2005).

Em relação às análises microbiológicas, a avaliação da presença de *Salmonella* spp, bem como a contagem de mesófilos e coliformes fecais e totais são recomendadas no controle de qualidade dos produtos. Estes microrganismos em alimentos processados evidenciam contaminação pós-sanitização ou práticas de higiene aquém dos padrões indicados (LIBRELATO & SHIKIDA, 2005).

Visando manter a qualidade sensorial, físico-química e microbiológica do pescado, métodos de conservação devem ser empregados pelo entreposto ou indústria que processa esse alimento. Assim, o produto terá maior vida útil e aceitabilidade pelos consumidores.

4. MÉTODOS TRADICIONAIS DE CONSERVAÇÃO DE PESCADO

4.1 USO DO FRIO

Toda tecnologia de pescado é baseada no trinômio: tempo/higiene/temperatura. O tempo é importante na rapidez com que se desencadeiam reações autolíticas e/ou bacterianas que, por outro lado, estão relacionadas com o grau de higiene do barco e dos manipuladores de pescado. Portanto, não é o suficiente que apenas um dos fatores sejam cumpridos, sendo necessária a observação dos três ao mesmo tempo (VIEIRA *et al.*, 2004).

Segundo o RIISPOA, peixe fresco é aquele que não sofreu nenhum processo de conservação, a não ser a ação do gelo. O peixe resfriado deve ser devidamente acondicionado em gelo e mantido em temperaturas entre $-0,5^{\circ}\text{C}$ e -2°C sob refrigeração. Como a temperatura não é baixa o suficiente para inibir todos os microrganismos, a vida útil do pescado resfriado bastante reduzida. Por outro lado, o pescado congelado passa por um processo de congelamento, com temperaturas abaixo de -25°C e devem ser armazenados em câmaras frigoríficas a -15°C . Devido a isso, sua vida útil é mais extensa do que o peixe fresco e resfriado.

O uso do frio no processamento de alimentos age de maneira inibitória. De modo geral, as reações químicas, enzimáticas e o crescimento microbiológico são apenas inibidos com a diminuição da temperatura. Esse tipo de processamento não melhora a qualidade dos produtos, desse modo, apenas tecidos sadios e de qualidade devem ser refrigerados, uma vez que a temperatura baixa não destrói o patógeno, apenas diminui sua atividade. A aplicação do frio pode ocorrer pelo resfriamento ou congelamento do produto fresco ou processado (ORDONEZ, 2005).

A razão para a inibição da multiplicação microbiana devido a aplicação de frio se deve ao fato que as reações metabólicas dos microrganismos são catalisadas por enzimas que são dependentes da temperatura. Desta forma, com a redução da temperatura, ocorre a redução na taxa de reação. As funções vitais dos microrganismos são mantidas mesmo a temperaturas consideradas mínimas para a multiplicação. Muitos apenas cessam a multiplicação e sobrevivem com o metabolismo reduzido, estabelecendo-se em estado de equilíbrio. Se após

determinado tempo a temperatura aumentar, tais microrganismos reiniciam a multiplicação e o metabolismo normal se estabelece (JAY, 2005).

Por outro lado, alguns microrganismos são capazes de se multiplicar mesmo em temperaturas de refrigeração. Neste caso, somente o congelamento é capaz de inibir seu desenvolvimento. Além disso, o congelamento é capaz de inativar alguns parasitas, e por isso, algumas legislações preveem sua utilização em alimentos que contenham pescados. A portaria 1.109 de 23/8/16, por exemplo, exige que pescados capturados em alto mar sejam congelados antes da produção, preparo e comercialização de sushis e sashimis na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul (PORTO ALEGRE, 2016). Legislação semelhante é usada desde 2004 pela União Europeia, na qual determina que pescados e derivados que serão consumidos crus devem passar por um congelamento de no mínimo -20°C por um período de 24 horas ou a -35°C por um período de 15 horas, a fim de evitar infecções gastrointestinais causadas por parasitas (UE, 2004).

Entretanto, o uso de congelamento acarreta em danos indesejáveis na superfície do pescado, ocasionando em uma queima superficial e oxidação. Para evitar tais alterações, é comum a prática de se acrescentar uma fina camada de gelo na superfície do pescado, denominado glaciamento (VANHAECKE *et al.*, 2010). Esta camada de gelo acrescentada exclui o ar da superfície do produto, reduzindo a taxa de oxidação e também serve como uma barreira protetora às oscilações de temperatura, permitindo que a camada de gelo evapore ao invés da água presente nas camadas do tecido do pescado (GONÇALVES & GINDRI, 2009). O limite máximo de água de glaciamento estabelecido pelo MAPA para pescados é de 20%, entretanto, há uma fiscalização intensa por parte dos órgãos sanitários para averiguar se este limite está sendo cumprido, pois a adição de mais de 20% de glaciamento implica em uma fraude, prejudicando o consumidor.

Embora o uso do frio seja o mais utilizado pelas indústrias de pescado, novas técnicas de conservação devem ser aprimoradas para agir em conjunto com este método, a fim de se estender a vida útil do produto, sem afetar sua qualidade.

4.2 SALGA

A salga é um dos métodos de preservação mais barato que se conhece. Seu princípio está baseado no emprego de sal que em condições adequadas, diminui ou até mesmo impede a decomposição do alimento por autólise ou pela ação de microrganismos. O sal tem função de penetrar no pescado, diminuindo a quantidade total de água existente e com isso, diminuindo a disponibilidade de água para a ação enzimática ou crescimento de microrganismos (FERREIRA *et al.*, 2002).

Existem dois métodos principais de salga: salga seca e úmida. Na salga seca, o peixe é salgado acrescentando-se uma fina camada de cloreto de sódio na superfície da matéria-prima eviscerada ou em forma de filés, o sal fino é colocado sobre o peixe, onde se dissolve formando uma solução concentrada, protegendo da deterioração, entretanto, o pescado é mais suscetível a oxidação lipídica com o emprego desta técnica dado o contato do oxigênio com o produto. Neste processo, a penetração do sal não é homogênea e a forte desidratação causa uma grande desnaturação. A salga úmida é semelhante à seca, com a diferença que a matéria-prima é imersa em salmoura. A solução saturada de sal permanece no recipiente que contém o peixe o que garante uma baixa concentração de oxigênio no meio, protegendo a gordura do processo de oxidação e a desidratação da carne do peixe é moderada, evitando a aparência desagradável proporcionada na salga seca.

Visando a eficiência deste método de conservação, Mol *et al.* (2010) inocularam *Salmonella* Enteritidis em filés de Carapau (*Trachurus trachurus*) e analisaram a redução populacional deste microrganismo associado a diminuição da atividade de água do produto ao longo de 70 dias. A contagem inicial do inóculo foi de 5,59 log UFC/g. As amostras foram submetidas a dois tipos de salga seca, sendo uma mais intensa (80 g de sal para 100 g de filé) e a outra mais branda (30 g de sal para 100 g de filé). Após 1h de salga, a contagem de *S. Enteritidis* foi de 4,61 log UFC/g nas amostras submetidas à salga mais intensa, enquanto que, nas amostras submetidas à salga mais branda foi de 5,12 log UFC/g. Isto se deve ao fato de que a atividade de água das amostras do primeiro grupo diminuiu mais rapidamente, devido à maior quantidade de sal. Nos 10 primeiros dias de estudo, a atividade de água e a contagem populacional do microrganismo foram ligeiramente menores no primeiro grupo, no entanto, não apresentaram diferenças significativas no restante

dos dias estudados. No 60° dia de análise não foi mais detectada a presença de *S. Enteritidis* no primeiro grupo, embora a atividade de água já estivesse em 0,736, valor abaixo do ótimo sugerido por Jay (2005) de 0.94. Para as amostras do segundo grupo, apenas no 65° dia de análise não foi mais detectada a presença do microrganismo estudado, sendo que a atividade de água do produto era de 0,738. Dados semelhantes foram encontrados por Arkoudelos *et al.* (2003), que relataram a ausência de *S. Enteritidis* em sardinhas salgadas, com atividade de água de 0,69, apenas no 60° dia avaliado.

Devido a estes estudos, pode-se perceber que o patógeno estudado tolera condições estressantes e pode estar presente em produtos com baixa atividade de água (Arkoudelos *et al.*, 2003; Ristori *et al.*, 2007). Entretanto, a técnica de salga é um método eficiente para a eliminação de *S. Enteritidis*, desde que o período de processamento seja suficientemente longo para a devida redução da atividade de água do produto a fim de inibir a presença deste patógeno.

Além de sua ação sobre as bactérias, a salga pode ser um método eficiente para a eliminação de parasitas. Segundo o *Codex Alimentarius*, a salga pode reduzir o risco de parasitas se os produtos forem submetidos a uma combinação adequada de concentração de sal e tempo de salga (CAC, 2003).

Propondo um método alternativo para a eliminação de parasitas, Anastasio *et al.* (2016) analisaram amostras de Anchovas (*Engraulis encrasicolus*) recolhidos da costa central da Itália, naturalmente contaminados com larvas de *Anisakis pegreffii* submetidas a salga seca em uma concentração de 21%, onde foram armazenados a 25°C por 120 dias. A partir do 7° dia, 50% das larvas presentes nas Anchovas estudadas já apresentavam mobilidade reduzida, sendo que no 15° dia de processo todas as larvas foram consideradas mortas.

Países como Espanha e França já especificaram parâmetros técnicos de salga a fim de eliminar parasitas, excluindo o congelamento preventivo exigido. Na Espanha o congelamento preventivo pode ser evitado quando o produto for submetido a uma salga superior a 9% por pelo menos seis semanas ou superior a 20% por pelo menos três semanas (AESN, 2007). Parâmetros semelhantes são exigidos pela Agência Francesa de Segurança de Alimentos, segundo parecer nº 2007 SA-0379.

Portanto a salga, além de ser um método de conservação de baixo custo, é eficaz tanto para eliminar bactérias patogênicas, através da diminuição da atividade de água do produto, quanto para inativar larvas de parasitas. Entretanto, para garantir a eficiência de tal método, é preciso respeitar a concentração de sal exigido para aplicação no produto, assim como o tempo necessário de salga.

4.3 DEFUMAÇÃO

A defumação é um dos mais antigos métodos de conservação de alimentos. Sua ação ocorre por meio da diminuição da atividade de água e dos efeitos antimicrobianos e antioxidantes dos compostos da fumaça, como fenóis, aldeídos, cetonas, hidrocarbonetos e ésteres. Tais compostos são depositados na superfície e depois penetram o músculo. O método mais comum de defumação é a frio, com temperaturas entre 25-30°C. A presença de compostos fenólicos antioxidantes na fumaça pode ser capaz de manter baixos os níveis de oxidação lipídica, porém, em certos peixes onde as condições de processamento são brandas, pode ocorrer instabilidade oxidativa (GUILLEN *et al.*, 2006).

O pescado defumado é um produto perecível e deve ser armazenado sob refrigeração, sua vida útil depende de fatores como a atividade de água do produto, tipo de embalagem usada, armazenamento adequado e temperaturas aplicadas na defumação.

Çoban *et al.* (2012) avaliaram as características físico-químicas de filés de Truta (*Oncorhynchus mykiss*) defumada em comparação com filés de Truta não defumada. Ambas as amostras foram armazenadas a vácuo por um período de 112 dias. As porcentagens de lipídeos totais e pH dos filés de truta defumado apresentaram um aumento em relação aos filés não defumados, este fato é devido à perda de umidade durante o processo. Resultados semelhantes foram encontrados por Goulas & Kontominas (2007) para filés de truta defumada. O peixe defumado sofre uma perda de umidade, o que acarreta em mudanças físico-químicas quando comparado a mesma matéria-prima não defumada.

Embora a atividade de água do pescado seja reduzida, este método não garante a conservação prolongada do produto. Portanto, é necessário que o pescado seja armazenado sob refrigeração. É recomendado o uso deste método

quando se deseja alterar características sensoriais, próprias do processo de defumação, pois seu uso isolado não garante a extensão da vida útil do produto.

4.4 CONSERVA

Para ser considerado conserva, o produto deve ser elaborado a partir de matéria-prima fresca ou congelada, acrescida ou não de líquido de cobertura, acondicionada em recipiente hermeticamente fechado o qual sofrerá tratamento térmico, quando se realiza a esterilização do produto (BRASIL, 2010). Nesse processo ocorre a destruição de microrganismos vivos e há o fechamento hermético do recipiente, evitando qualquer nova contaminação do produto e tornando possível ser consumido por um longo período de tempo. O grande ponto de preocupação é o processo térmico, pois o calor aplicado deve ser suficiente para efetuar a esterilização do produto sem alterar as características organolépticas, evitando cozimento excessivo.

Segundo dados da *Food and Agriculture Organization* (FAO), em geral as autoclaves são programadas de maneira a destruir os esporos do *Clostridium botulinum* com base na “esterilidade comercial”. O controle deve ser feito em duas fases: a primeira monitora e registra dados como controle de temperatura do produto antes da autoclavagem, controle do intervalo de tempo entre a cravação das latas de esterilização, carregamento da autoclave, fixação da fita termo sensível, expansão da autoclave; a segunda fase é o tratamento térmico propriamente dito, onde são controladas as exigências operacionais tais como a pressão de vapor, a circulação da água e a velocidade das latas. O tratamento térmico é controlado em dois momentos: no início do aquecimento e quando é atingida a temperatura de esterilização. Para este efeito usam-se termômetros devidamente calibrados. Após a esterilização é realizado o resfriamento das latas.

Além da inativação de microrganismos devido ao tratamento térmico empregado durante o processo de enlatamento, uma importante preocupação é a concentração de histamina no produto em conserva, visto que este composto pode conferir toxicidade ao produto mesmo antes de ser considerado sensorialmente inaceitável. Histamina é uma amina biogênica vasodilatadora envolvida em processos bioquímicos de respostas imunológicas, tais como extravasamento de plasma que acarreta o aparecimento de edemas, vermelhidão, coceira dentre outros

sintomas que surgem após o consumo de produtos que contenham esse alergênico. A histamina é uma amina termoestável, mas pode ser parcialmente destruída após 3 horas de aquecimento a 102 °C ou 90 minutos a 116 °C em conservas de sardinha de 250 g (Souza *et al.*, 2015 *apud* Ienistea, 1973). Yesudhason *et al.* (2013) avaliaram o efeito do enlatamento sobre os níveis de histamina em atum e sardinha. De acordo com os autores, níveis mais baixos de histamina foram observados em conservas de atum e sardinha em relação aos mesmos produtos frescos e congelados. Os autores atribuem estes níveis mais baixos em peixes enlatados devido ao efeito da temperatura do processo térmico sobre a destruição de bactérias formadoras de histamina.

Evangelista *et al.* (2016) desenvolveram um método para quantificar histamina em atum fresco e enlatado (total de 92 amostras) comercializados no estado de Minas Gerais. Os autores mostraram que a histamina não foi detectada em nenhuma amostra de atum fresco, porém estava presente em 44,6% das amostras de atum enlatado em níveis inferiores ao limite estabelecido. Os pesquisadores não discutem o resultado encontrado, mas destacam que a histamina não foi detectada em nenhum atum proveniente de cativeiro do sudeste brasileiro.

Outro aspecto que deve ser levado em conta nos pescados em conserva é a perda de nutrientes sensíveis ao calor associado à aplicação de altas temperaturas para efetuar a esterilização do produto.

Mesias *et al.* (2015) efetuaram três tipos diferentes de conserva em amostras de atum (*Tuna albacares*) e sardinha (*Sardina pilchardus*), em salmoura, em óleo de girassol e azeite, submetidas a dois tratamentos diferentes de esterilização: convencional, onde são submetidos a uma temperatura de 116°C por 60 min. e a esterilização térmica a alta pressão, onde além do método convencional foi aplicado uma pressão de 600 MPa. Os autores fizeram uma comparação na composição de ácidos graxos presentes nos produtos antes e depois dos tratamentos térmicos citados. As amostras de atum submetidas aos dois tratamentos apresentaram valores de ácidos graxos semelhantes, não apresentando diferenças significativas. Entretanto, todas as amostras de sardinha apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$). Os menores valores de ácidos graxos encontrados foram nas amostras de sardinha enlatada em azeite tratadas na esterilização térmica de alta pressão. Os

autores sugerem que estes resultados são explicados pelo maior teor de minerais presentes na sardinha em relação ao atum, pois a combinação de altas temperaturas com alta pressão promove uma maior oxidação lipídica nestes tipos de produtos.

A conserva é um bom método de conservação quando se deseja prolongar a vida útil do produto e segundo estudos citados, este método também se torna efetivo para reduzir o teor de histamina nos pescados em conserva, entretanto, devido às altas temperaturas aplicadas, os produtos em conserva podem sofrer perdas nas composições de nutrientes naturalmente presentes nos pescados.

5. MÉTODOS ALTERNATIVOS PARA A CONSERVAÇÃO DE PESCADOS

5.1 ATMOSFERA MODIFICADA

A vida útil dos alimentos perecíveis conservados em atmosfera normal é limitada, principalmente pelo efeito do oxigênio atmosférico e o crescimento de microrganismos aeróbios que promovem mudanças de odor, sabor, cor e textura, conduzindo à perda da qualidade (MANO *et al.*, 2000).

A modificação da atmosfera prolonga significativamente a vida útil dos alimentos, quando comparados à refrigeração. Além disso, atende à crescente demanda dos consumidores por alimentos frescos e de boa qualidade, com maior vida útil, porém sem conservantes químicos e aditivos.

A extensão da vida de prateleira dos produtos derivados de peixe sob refrigeração obtida através da utilização de embalagens com atmosfera modificada depende da matéria-prima (espécies, teor de gordura, população microbiana inicial), da mistura dos gases e dos materiais de embalagem utilizados (SIVERTSVIK *et al.*, 2002).

O método de embalagem em atmosfera modificada consiste em substituir a atmosfera que rodeia o produto no momento da embalagem por outra (um gás ou mistura otimizada de gases tais como CO₂, N₂ e O₂), especialmente preparada para cada tipo de alimento, permitindo controlar melhor as reações enzimáticas e microbiológicas, evitando ou minimizando as principais degradações produzidas durante o período de armazenamento (MADRID, 1995).

O papel do dióxido de carbono (CO₂), em particular, tem sido motivo de diversos estudos com vários relatos sobre seu efeito nos diferentes grupos de bactérias (DEBEVERE, 2000). Sivertsvik *et al.* (2002) resumiram os quatro mecanismos responsáveis pelo efeito do CO₂ sobre as bactérias como sendo: alteração da função da membrana celular (incluindo efeitos na absorção de nutrientes), inibição direta das enzimas ou influência na taxa das reações enzimáticas, penetração nas membranas bacterianas levando a mudanças de pH intracelular e mudanças diretas nas propriedades físico-químicas das proteínas. Além disso, é importante destacar que o CO₂ é mais solúvel em baixas temperaturas (DEBEVERE, 2000) e, portanto, a manutenção dos pescados em atmosfera controlada e sob refrigeração pode ter um efeito significativo na conservação desse alimento.

Além da ação sobre os microrganismos, os gases utilizados neste tipo de embalagem também têm ação sobre as características químicas dos pescados. Sabendo-se que a determinação de Bases Voláteis Totais (BVT) em pescado é, muitas vezes, utilizada para avaliação de frescor, estudos feitos por Teodoro *et al.* (2007) em amostras de Sardinha (*Sardinella brasiliensis*), mostraram que a concentração de CO₂ também influencia nos valores de BVT. Os valores de BVT foram afetados significativamente pelos tratamentos e pelo período de armazenamento. O limite máximo aceitável pela legislação brasileira (30 mg.100 mg⁻¹) (BRASIL, 1997) atingiu seu valor no 10º dia de estudo para a amostra controle embalada em atmosfera normal. O tratamento com 100% de CO₂ só chegou ao limite máximo aceitável no 20º dia, mostrando a efetividade da atmosfera modificada para manutenção dos valores de BVT, proporcionando uma extensão das características associadas ao frescor do pescado.

Valores semelhantes foram encontrados por Goulas & Kontominas (2007), que além de utilizarem a atmosfera modificada para a conservação de salmão (*Salmo salar*) nas proporções de 40% de CO₂, 30% de O₂ e 30% de N₂, adicionaram no produto salga leve e óleo essencial de orégano nas concentrações de 0,4% e 0,8%. No 12º dia a amostra controle já apresentava limites acima do tolerável para BVT, enquanto que o tratamento com atmosfera modificada e salga leve só excedeu o limite de aceitabilidade após o 24º dia e os tratamentos com atmosfera modificada,

adicionado de salga leve e óleo essencial de orégano com concentração de 0,4% e 0,8% atingiram os valores limites nos 30^o e 33^o dias, respectivamente.

Ao analisar a qualidade de filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*) embalado em atmosfera modificada, Araújo (2014) usou como parâmetro para estipular a vida de prateleira do produto o limite de contagem em placas dos microrganismos psicotróficos, já que um número elevado destes microrganismos está associado à deterioração. A legislação brasileira não estabelece um padrão específico para a contagem em placas destes microrganismos, contudo, a recomendação internacional estabelece o limite de 10^7 UFC/g (ICMSF, 1986). Constatou-se que a atmosfera modificada, especialmente a baixas concentrações de O₂, retardou a multiplicação de microrganismos psicotróficos, sendo que a vida de prateleira de amostras com 80% de CO₂, vácuo e 100% de CO₂ foi estimada em 10, 20 e 22 dias, respectivamente. Resultados semelhantes foram relatados por Masnyiom *et al.* (2013) que, analisando estes microrganismos em filés de tilápia da mesma espécie, acondicionados em embalagem a vácuo, ar (controle) e com 60% de CO₂, 10% de O₂ e 30% de N₂ nas mesmas condições de temperatura (4°C), observaram que a embalagem com atmosfera modificada inibiu seu desenvolvimento, mantendo-o dentro do limite aceitável por aproximadamente 18 dias.

Além da contagem de psicotróficos para estipular a vida de prateleira do produto, os autores também avaliaram sensorialmente as amostras. Araújo (2014), obteve pelos resultados de aceitação global e intenção de compra, cinco dias para a amostra controle, oito para 100% de CO₂, dez para 80% CO₂ e doze dias para a amostra embalada a vácuo. Avaliando as alterações sensoriais de filés de tilápia a 4°C durante o período de armazenamento, Masnyiom *et al.* (2013) obtiveram aceitação de seis, doze e quinze dias para as amostras acondicionadas em atmosfera normal, vácuo e com 60% de CO₂, respectivamente.

Portanto, as diferentes pesquisas citadas mostraram que embalar pescados em atmosfera modificada se mostrou eficaz para estender a vida útil deste alimento, pois mantém as características de frescor e apresenta resultados positivos no efeito sobre os microrganismos.

5.2 CONSERVANTES NATURAIS

A literatura científica sobre técnicas de preservação de alimentos relata um interesse em pesquisas de compostos naturais de origem vegetal, extraídos de folhas ou sementes, como alternativa para os conservantes sintéticos (BELLETTI *et al.*, 2004).

A atividade antimicrobiana de muitos óleos essenciais sobre uma vasta gama de microrganismos tem sido bastante estudada tanto *in vitro* como em alimentos (BURT, 2004). É sabido que a atividade antimicrobiana dos óleos essenciais está relacionada com a sua composição química, principalmente os compostos fenólicos (COSENTINO *et al.*, 1999). No entanto, a composição dos óleos essenciais e a porcentagem de componentes principais de uma determinada espécie de planta podem variar dependendo da época da colheita, das fontes geográficas e da parte onde é retirado este óleo essencial (PRUDENT *et al.*, 1995).

Gomez-Estaca *et al.* (2010) avaliaram a atividade antimicrobiana de diversos óleos essenciais para a preservação de peixes, sendo que o óleo essencial do cravo-da-índia apresentou o maior efeito inibitório, seguido pelo alecrim e lavanda. Segundo o estudo, os microrganismos mais sensíveis foram *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus* e *S. aureus*, enquanto que os mais resistentes foram *Pseudomonas spp.*, *Citrobacter freundii*, *Yersinia enterocolitica* e *Listeria spp.* O autor cita que estes resultados podem ser atribuídos aos lipopolissacarídeos da parede celular de bactérias gram-negativas, que podem impedir que os componentes dos óleos essenciais penetrem a membrana plasmática.

Abdollahzedh *et al.* (2014) estudaram o efeito antimicrobiano de óleo essencial de tomilho sobre a *Listeria monocytogenes* em carne de peixe picada em concentrações de 0,4, 0,8 e 1,2 ml de óleo essencial/100 g de carne de peixe. O autor inoculou a bactéria em carne de peixe picada para avaliar a diminuição da população microbiana ao longo de 12 dias de armazenamento. As amostras foram armazenadas a 4°C e durante todo o período de armazenamento a amostra controle apresentou um crescimento populacional da *L. monocytogenes*. Entretanto, a partir do 4º dia de armazenamento sob refrigeração, as amostras tratadas com 0,8 ml e 1,2 ml já apresentaram redução na população de *L. monocytogenes*, sendo que a partir do 6º dia até o final do estudo, a população do microrganismo estudado já apresentava níveis abaixo do aceitável ($>10^2$) para as amostras com 0,8 e 1,2 ml de

óleo essencial de tomilho. Com isso, conclui-se que para o microrganismo em questão, a adição de 0,8 ml de óleo essencial de tomilho em 100g de carne picada de peixe é o necessário para atingir o limite aceitável de *L. monocytogenes* a partir do 6° dia de armazenamento.

Conservantes naturais, como óleos essenciais de compostos vegetais e seus produtos isolados, são um método eficiente para conservação de pescados e seus derivados, entretanto, são necessários mais estudos para verificar possíveis sabores residuais dos óleos utilizados. Dentre uma possível alternativa para mascarar o odor e sabor desagradável bem como aumentar a estabilidade dos compostos fenólicos está a encapsulação, a qual pode ser feita em diversas matrizes como lipossomas, nanoemulsões, partículas poliméricas e nanopartículas lipídicas sólidas (Asbahani *et al.*, 2015; Donsi & Ferrari, 2016).

5.3 FILMES COMESTÍVEIS

O desejo dos consumidores por alimentos contendo menos aditivos sintéticos e produtos menos impactantes ao ambiente estimula o desenvolvimento de novos materiais, como a utilização de embalagens biodegradáveis desenvolvidas a partir de polímeros naturais, a fim de se obter uma alternativa para as embalagens plásticas. Estes filmes podem ser obtidos a partir de diversas fontes (polissacarídeos, lipídeos, proteínas) que, em muitos casos, são resíduos de produtos de pesca, agricultura ou pecuária (THARANATHAHAN, 2003).

Óleos essenciais podem ser aplicados à formulação de filmes comestíveis, proporcionando-lhes propriedades antioxidantes ou antimicrobianas adicionais que podem prolongar a vida útil e reduzir ou inibir patógenos alimentares (ZIVANOVIC *et al.*, 2005).

A quitosana é um polissacarídeo catiônico presente na carapaça de crustáceos, conhecido como biopolímero formador de película, com ampla atividade antimicrobiana contra bactérias e fungos (SATHIVEL, 2005). Filmes e revestimentos feitos de quitosana têm sido utilizados como uma barreira antimicrobiana na indústria de alimentos (DEVLIEGHERE *et al.*, 2004).

Visando esta atividade antimicrobiana, Gomez-Estaca *et al.* (2010) desenvolveram um estudo a fim de observar a eficiência de filmes comestíveis a

base de quitosana. Os autores desenvolveram filmes comestíveis de gelatina e gelatina a base de quitosana juntamente com óleos essenciais. Os óleos essenciais podem ser aplicados à formulação de filmes comestíveis devido às suas propriedades antioxidantes e/ou antimicrobianas (ZIVANOVIC *et al.*, 2005). Quanto aos filmes comestíveis nenhum dos dois tipos testados apresentou atividade antimicrobiana além do já que havia sido observado utilizando-se apenas óleos essenciais. Os autores afirmam que estes resultados podem ser devido ao fato de que os resultados são muito influenciados pelos tipos de procedimento experimentais utilizados, podendo haver variação de uma técnica para outra, o que inviabilizaria a atividade antimicrobiana dos filmes comestíveis, pois tais compostos tendem a se degradar em temperaturas e pressões normais (FALGUERA *et al.*, 2011).

Os filmes comestíveis podem ser uma alternativa como embalagens para estender a vida útil de pescados, entretanto, para possuir efeito antimicrobiano mais satisfatório, outros produtos como óleos e extratos naturais de plantas devem ser adicionados, assim como obter um controle do processo para evitar a degradação de tais filmes comestíveis.

5.4 IRRADIAÇÃO GAMA

A irradiação gama é um processo eficaz para inativar patógenos transmitidos pelos alimentos, pois sua ação reduz a população microbiana. Ao longo de muitos anos de pesquisa e desenvolvimento de padrões nacionais e internacionais, mais de 60 países possuem regulamentação para utilização de irradiação gama em pelo menos um produto (BLACKBURN, 2011).

Organizações internacionais como a OMS, FAO, IAEA e o CODEX ALIMENTARIUS estabeleceram regulamentos para a irradiação de alimentos e esta tecnologia tem sido amplamente utilizada comercialmente. Uma dose máxima de 10 kGy de irradiação gama é o aceitável para eliminar microrganismos patogênicos de alimentos. Uma dose de até 7 kGy é considerada aceitável para peixes e outros produtos marinhos (KANG *et al.*, 2016).

Estudos estão sendo desenvolvidos para se avaliar a dosagem mínima necessária de irradiação em cada produto. Com isso, Badr (2012) inoculou *Listeria*

monocytogenes e *Vibrio parahaemolyticus* em salmão defumado embalado a vácuo para avaliar a eficiência da irradiação gama na diminuição populacional destes microrganismos logo após o tratamento. O autor fez três tipos de tratamentos nas amostras com dosagem de 1 kGy, 2 kGy e 3kGy. A irradiação de amostras a doses de 1 kGy e 2 kGy diminuiu significativamente a contagem de *L. monocytogenes* em relação à amostra controle, entretanto, a irradiação a 3 kGy foi suficiente para sua inativação total, já que este microrganismo não foi detectado após o tratamento e durante o armazenamento de seis semanas. O *V. parahaemolyticus* não foi detectado em todas as amostras irradiadas, indicando que a menor dose aplicada, de 1 kGy, foi suficiente para inativar este microrganismo que também não foi detectado durante o armazenamento.

Além de inibir bactérias patogênicas, o uso da irradiação gama destrói a atividade viral. Praveen *et al.* (2013) encontraram valores de 4,05 kGy para destruir o *Norovirus* humano e 4,83 kGy para destruir o vírus da Hepatite A em ostras frescas. Portanto, é possível observar que a carga mínima necessária de irradiação para inibir a atividade viral é maior do que a carga mínima necessária de irradiação para inibir bactérias patogênicas.

Os estudos mostraram que não há carga mínima uniforme para eliminar os riscos microbiológicos presentes no pescado. Entretanto, a utilização em torno de 4 kGy seria necessário para inibir bactérias e vírus, mostrando que irradiação gama pode ser um método eficaz para a redução de patógenos presente nos produtos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os pescados são produtos muito perecíveis que exigem cuidados em toda a sua cadeia produtiva, ou seja, desde a captura até o consumidor final. Neste contexto, estudos sobre novos métodos de conservação e aprimoramento dos já comumente utilizados pelas indústrias são muito importantes.

Dentre os métodos tradicionais de conservação, o uso do frio é o mais utilizado pelas indústrias de alimentos, pois pode tanto ser utilizado para produto fresco, resfriado ou congelado. O congelamento é o que proporciona uma maior vida de prateleira, pois se mostra eficaz tanto para bactérias como parasitas, entretanto, este método causa danos na superfície do pescado, ocasionando características indesejáveis como queimaduras e desidratação.

A salga seria um método alternativo para o uso do frio, pois se mostrou eficiente tanto para eliminação de parasitas como para inativação de microrganismos patogênicos, facilitando pequenas indústrias de pescados que muitas vezes não possuem estruturas adequadas para efetuar o congelamento de peixes de alto mar. No entanto, é importante destacar que a salga altera as características organolépticas do produto.

Entre os métodos estudados, a conserva é o que mais descaracteriza o produto fresco, pois as altas temperaturas aplicadas podem ocasionar em perdas nutricionais do pescado e o possível cozimento do produto. Este método é eficaz para a eliminação de microrganismos patogênicos, entretanto, não é adequado quando se deseja manter as características de peixe fresco.

Visando manter as características sensoriais e nutricionais do pescado sem a adição de conservantes químicos, muitos estudos vêm buscando métodos alternativos de conservação para estender a vida de prateleira de pescados frescos, aumentando sua oferta no mercado. Dentre esses métodos está a utilização de antimicrobianos naturais, como aqueles extraídos de plantas. Esses compostos apresentam excelente potencial antimicrobiano *in vitro*, porém, ao aplicar no alimento, muitas vezes torna-se necessário à adição de concentrações mais elevadas de antimicrobiano para atingir o mesmo espectro de ação, o que pode alterar as características organolépticas do produto. Uma alternativa que vem sendo

avaliada por muitos pesquisadores é a utilização da nanotecnologia através da encapsulação desses compostos. Filmes comestíveis contendo óleos essenciais também vêm sendo pesquisados com potencial para aplicação na indústria pesqueira.

A irradiação é outro método alternativo eficaz para eliminar os riscos de patógenos no pescado, entretanto, este método não dispensa o uso de refrigeração, pois não há a ação sobre as reações enzimáticas presentes nos alimentos.

Dos métodos alternativos descritos nesse trabalho, a utilização de atmosfera modificada se mostrou mais eficiente tanto para manter o frescor do produto quanto para manter os níveis aceitáveis de microrganismos. Muitos estudos vêm sendo feitos nesta área, não apenas para pescados, mas também para vegetais e frutas, pois os gases utilizados são eficazes para manter os níveis aceitáveis de microrganismos, aumentando a vida de prateleira do produto sob refrigeração.

Por fim, é importante destacar que todos os métodos alternativos citados neste trabalho necessitam de refrigeração, tais métodos são utilizados para estender a vida de prateleira do produto refrigerado, mantendo suas características sensoriais, nutricionais e a segurança do produto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDOLLAHZADEH, E.; REZAEI, M.; HOSSEINI, H. Antibacterial activity of plant essential oils and extracts: The role of thyme essential oil, nisin, and their combination to control *Listeria monocytogenes* inoculated in minced fish meat. **Food Control**, v. 35, n. 35, p. 177 – 183, 2014.

AESN, **Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición sobre medidas para reducir el riesgo asociado a la presencia de *Anisakis***. 2007.

AFSSA, **Opinion of the French Food Safety Agency (AFSSA) on a risk assessment request concerning the presence of Anisakidae in fishery products and the extension of the exemption from the freezing sanitary obligation of fishery products whose feeding is under control and for certain species of wild fish**. Request no. 2007-SA-0379, 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Resolução N° 12 de 02 de Janeiro de 2001. **Aprova padrões microbiológicos para alimentos**, 2001.

AMAGLIANI, G., BRANDI, G.; SCHIAVANO, G. F. Incidence and role of Salmonella in seafood safety. **Food Research Internacional**, v. 45, p. 780 – 788, 2012.

ANASTASIO, A.; SMALDONE, G.; CACACE, D.; MARRONE, R.; VOI, A.; SANTORO, M.; CRINGOLI, G.; POZIO, E. Inactivation of *Anisakis pegreffii* larvae in anchovy (*Engraulis encrasicolus*) by salting and quality assessment of finished product. **Food Control**, v. 64, p. 115 – 119, 2016.

ARKOUDELOS, J. S.; SAMARAS, F. J.; TASSOU, C. C. Survival of *Staphylococcus aureus* and *Salmonella enteritidis* on salted sardines (*Sardina pilchardus*) during ripening. **Journal of Food Protection**, v. 66, n. 6, p. 1479 – 1481, 2003.

ARAÚJO, N. G. **Qualidade de filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*) embalado com atmosfera modificada**. Universidade Federal da Paraíba, 2014.

ASBAHANIA, A.; MILADIC, K.; BADRIC, W.; SALAC, M.; ADDIB, E. H.; CASABIANCAD, A.; MOUSADIKE, D.; HARTMANNA, A.; JILALEE, A.; RENAUDA, F. N. R.; ELAISSARIC, A. Essential oils: From extraction to encapsulation. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 483, p. 220 – 243, 2015.

BADR, H. M. Control of the potential health hazards of smoked fish by gamma irradiation. **Internacional Journal of Food Microbiology**. v. 154, p. 177 – 186, 2012.

BARROS, C. G. Perda da Qualidade do Pescado, Deterioração e Putrefação. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, v. 2, n. 30, p. 59-66, dez. 2003.

BELLETTI, N.; DAGIJIMANA, M. N.; SISTO, C.; GUERZONI, M. E.; LANCIOTTI, R.; GARDINI, F. Evaluation of the antimicrobial activity of citrus essences on *Saccharomyces cerevisiae*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 6932 – 6938, 2004.

BLACKBURN, C. Irradiated foods for imuno-compromised patients and other potential target groups. **Food and Environmental Protection Newsletter**, v. 14, p.4, 2011.

BRANDS, D. A.; INMAN, A. E.; GERBA, C. P.; MARE, J.; BILLINGTON, S. J.; SAIF, L. A. Prevalence of Salmonella spp. In oysters in the United States. **Applied Environmental Microbiology**, v. 71, p. 893 – 897, 2005.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **RIISPOA: Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. Decreto nº 120.691. Brasília, 1984.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria Nº 185. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (Inteiro e Eviscerado)**. Brasília, 1997.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria Nº458. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Conservas de Atuns e Bonitos**, Brasília, 2010.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA). **Circular GA/DIPOA nº 26/2010**. Estabelece o limite máximo de Glazing em pescados congelados, 2010.

BEIRÃO, L. H.; TEIXEIRA, E.; BATISTA, C. R. V.; SANTOS, M. I. E.; DAMIAN C.; MEINERT, E. M. Tecnologia pós-captura de pescado e derivados. **Aquicultura: experiências brasileiras**. p. 407-442 Florianópolis: UESC, 2004.

BURT, S. Essential oil: their antibacterial properties and potencial applications in foods. **Journal. Food Microbiology**, v. 94, p. 223-253, 2004.

CAC/RCP 52-2003, **Code of practice for fish and fishery products**, 2003.

CASTELLANO, P.; BELFIORE, C.; FADDA, S.; VIGNOLO, G. A review of bacteriocinogenic lactic acid bacteria used as bioprotective cultures in fresh meat produced in Argentina. **Meat Science**, v. 79, p. 483 – 499, 2008.

ÇOBAN, O. E.; PATIR, B.; YILMAZ, O. Protective effect of essential oils on the shelf life of smoked and vacuum packed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. **Association of Food Scientists & Technologists**, v. 51, n. 10, p. 2741 – 2747, 2012.

COSENTINO, S.; TUBEROSO, C. I. G.; PISANO, B.; SATTA, M. MASCIA, V.; ARZEDI, E.; PALMAS, F. In vitro antimicrobial activity and chemical composition of *Sardinian Thynus* essential oils. **Lett. Appl. Microbiol**, v. 28, p. 130-135, 1999.

DADKHAH, H.; BASSAMI, M. R.; HASHEMI, S.; SHAHRAZ, F.; HOSSEINI, H.; KARATZAS, K. A. G. Evaluation and comparison of SYBR Green I Real-Time PCR and TaqMan Real-Time PCR methods for quantitative assay of *Listeria monocytogenes* in nutrient broth and milk. **African Journal of Microbiology Research**, v. 6, p. 1908 – 1917, 2012.

- DEBEVERE, J. Effect of modified atmosphere packaging on the TVB/TMA producing microflora of cod fillets. **Internacional Journal of Food Microbiology**. p. 221-229. 2000.
- DEPAOLA, A.; JONES, J. L.; WOODS, J.; BURKHARDT, W.; CALCI, K. R.; KRANTZ, J. A. Bacterial and viral pathogens in live oyster. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 76, p. 2754 – 2768, 2010.
- DEVLIEGHERE, F.; VERMEULEN, A. Chitosan: Antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables. **Food Microbiology**, v. 21, p. 703 – 714, 2004.
- DIBONAVENTURA, G.; PICCOLOMINI, R.; PALUDI, D.; DORIO, V.; VERGARA, A.; CONTER, M.; IANIERI, A. Influence of temperature on biofilm formation by *Listeria monocytogenes* on various food-contact surfaces: relationship with motility and cell surface hydrophobicity. **Journal of Applied Microbiology**, v. 104, p. 1552 – 1561, 2008.
- DIPOA, Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal, **Ofício Circular nº 25/09**. Procedimento de verificação dos programas de autocontrole em estabelecimentos de pescados e derivados. Brasília, 2009.
- DONSI, F.; FERRARIA, G. Essential oil nanoemulsions as antimicrobial agents in food. **Journal of Biotechnology**, v. 233, p. 106 – 120, 2016.
- UE, **Comission Regulation No. 853/2004 of 29 April 2004**. Off. J. UE L, 139, p. 55 – 206, 2004.
- EMBRAPA. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-pesca-e-aquicultura/nota-tecnica>> Acesso em: 05 de setembro de 2016.
- EVANGELISTA, W. P.; TARLIANE, M. S.; GUIDI, L. R.; PATRICIA, A. S. Quality assurance of histamine analysis in fresh and canned fish. **Food Chemistry**, v. 211, p. 100 – 106, 2016.
- FALGUERA, V.; QUINTERO J. P.; JIMENEZ A.; MUNOZ J. A.; IBARZ A. Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 6, p. 292-303, 2011.
- FAO, Fisheries and Aquaculture Department. The State of world fisheries and aquaculture 2016, Rome: **FAO Publishing Management Service**, 2016.
- FERREIRA, M. W.; SILVA, V. K.; BRESSAN, M. C.; FARIA, P. B.; VIEIRA, J. O.; ODA, S. H. I. **Pescados processados: Maior vida de prateleira e maior valor agregado**. Boletim de extensão rural. Universidade Federal de Lavras – Minas Gerais, 2002.
- GERMANO, P. M. I.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Manole; 2008.
- GHALY, A. E. Fish spoilage mechanisms and preservation techniques: review. **American Journal of Applied Sciences**, v. 7, n.7, p.859-877, 2010.

GIAMPIETRO, A.; LAGO, N. C. M. R. Qualidade do gelo utilizado na conservação de pescado fresco. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 505-508, set. 2009.

GOMEZ-ESTACA, J.; LACEY, A. L.; CABALLERO, M. E.; GOMEZ-GUILLEN, M. C.; MONTERO, P. Biodegradable gelatin-chitosan films incorporated with essential oils as antimicrobial agents for fish preservation. **Food Microbiology**, v. 27, p. 889 – 896, 2010.

GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo: Atheneu, 2011.

GONÇALVES, A. A., & GINDRI, C. S. G. The effect of glaze uptake on storage quality of frozen shrimp. **Journal of Food Engineering**, v. 90, p. 285 – 290, 2009.

GOULAS, A. E.; KONTOMINAS, M. G. Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sparus aurata*): Biochemical and sensory attributes. **Food Chemistry**, v. 100, p. 287 – 296, 2007.

GUDMUNDSDOTTIR, S.; GUDBJORNSDOTTIR, B.; LAUZON, H. L.; EINARSSON, H.; KRISTINSSON, M. Tracing *Listeria monocytogenes* isolates from cold-smoked salmon and its processing environment in Iceland using pulsed-field gel electrophoresis. **Internacional Journal of Food Microbiology**, v. 101, p. 41 – 51, 2005.

GUILLEN, M.D.; ERRECALDE, J.; SALMERON, C. Headspace volatile components of smoked swordfish (*Xiphias gladius*) and cod (*Gadus morhua*). **Food Chemistry**, v. 94, p. 151 – 156, 2006.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2014_v42_br.pdf> Acesso em 05 de setembro de 2016.

ICMSF. **International Commission Microbiological Specifications for Food, Sampling plans for fish and shellfish: Principles and Scientific Applications**. v. 2, Toronto, 1986.

IENISTEA, C. **Significance and detection of histamine**. Londres: Academic Press; p.327-343, 1973.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, p. 711. 2005.

KANG, S.; PARK, S. Y.; HA, S. Application of gama irradiation for the reduction of norovirus in traditional Korean half-dried seafood products during storage. **Food Science and Technology**, v. 65, p. 739 – 745, 2016.

KATZAV, M.; HYVONEN, P.; MUJE, P.; RANTALA, L. Pulsed-field gel electrophoresis typing of *Listeria monocytogenes* isolated in two Finnish fish farms. **Journal of Food Protection**, v. 69, p. 1443 – 1447, 2006.

LIBRELATO, F. R.; SHIKIDA, S. A. R. Segurança alimentar: um estudo multidisciplinar da qualidade do filé de tilápia comercializado no município de Toledo – PR. **Informe Gepec**, v. 9, n. 2 p. 27 -50, 2005.

LIN, C. S.; LIU, F. L.; LEE, Y. C.; HWANG, C. C.; TSAI, Y. H. Histamine contents of salted seafood products in Taiwan and isolation of halotolerant histamine-forming bacteria. **Food Chemistry**, v. 131, p. 574 – 579, 2012.

MADRID, A. **Manual de indústria de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, p. 519-530, 1995.

MANO, S. B.; ORDOÑEZ, J. A.; FERNANDO, G. D.G. Growth/survival of natural flora and *Aeromonas hydrophila* on refrigerated uncooked pork and turkey package in modified atmospheres. **Food Microbiology**, U.S.A., v. 17, n. 6, p. 47-52, 2000.

MASANIYOM, P.; BENJAMA, O.; MANEESRI, J. Effect of modified atmosphere and vacuum packaging on quality changes of refrigerated tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets. **Internacional Food Research Journal**, p. 1401 – 1408, 2013.

MESIAS, M.; HOLGADO, F.; SEVENICH, R.; BRIAND, J. C.; MARQUEZ-RUIZ, G.; MORALES, F. J. Fatty acids profile in canned tuna and sardine after retort sterilization and high pressure thermal sterilization treatment . **Journal of Food and Nutrition Research**, v. 54, n. 2, p. 171 – 178, 2015.

MOL, S.; COSANSU, S., ALAKAVUK, D. U.; OZTURAN, S. Survival of *Salmonella enteritidis* during salting and drying of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) fillets. **International Journal of Food Microbiology**, v. 139, p. 36 – 40, 2010.

MOURA, A. F. P.; MAYER, B. D. M.; LANDGRAF, M.; TENUTA, F. A. Qualidade química e Microbiológica de Camarão Rosa comercializado em São Paulo. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 3, n. 39, p. 23-28, jun.2004.

NEIVA, C. R. P. Valor Agregado e Qualidade do Pescado. **Revista Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, p. 46-47, 2002.

ORDONEZ, A. O. **Tecnologia de Alimentos**. ed. Artmed, v. 2, cap. 12, p. 299-228. São Paulo: 2005.

PEREZ, A. C. A.; AVDALOV, N.; NEIVA, C. R. P.; NETO, M. J. L.; LOPES, R. G.; TOMITA, R. Y.; FURLAN, E. F.; MACHADO, T. M. **Procedimentos Higiênico-Sanitários para a Indústria e Inspetores de Pescado: Recomendações**. Santos, 2007.

PORTO ALEGRE, **Portaria SMS n° 1109 de 23 de agosto de 2016**. Aprova as exigências mínimas para produção, preparo e comercialização de suhis e sashimis no Município de Porto Alegre, 2016.

PRAVEEN, C.; DANCHO, B.A.; KINGSLEY, D. H.; CALCI, K. R.; MEADE, G. K.; MENA, K. D. Susceptibility of murine norovirus and hepatitis a virus to electron beam irradiation in oysters and quantifying the reduction in potencial infection risks. **Applied and Environment Microbiology**, v. 79, p. 3796 – 3801. 2013.

PRUDENT, D.; PERINEAU, F.; BESSIERE, J. M.; MICHEL, G. M.; BACCOUS, J. C.. **Analysis of the essential oils of wild oregano from Martinique – evaluation of its antibacteriostatic and fungistatic properties**. J. Essent. Oil Res. v. 7. p. 165-173. 1995.

RANZANI-PAIVA, M. J. T.; TAKEMOTO, R. M.; LIZAMA, M. A. P.; **Sanidade de Organismos Aquáticos**. Livraria Varela, p. 26, 2004.

RISTORI, C. A.; SANTOS, M. A. P.; GELLI, D. S. Behaviour of *Salmonella* Rubislaw on ground black pepper. (*Pipper nigrum* L.). **Food Control**, v. 18, p. 268 – 272, 2007.

SIVERTSVIK, M.; JEKSRUD, W. K. A review of modified atmosphere packaging of fish and fishery products-significance of microbial growth, activities and safety. **Internacional Journal of Food Science and Technology**, p. 107-172, 2002.

SATHIVEL, S. Chitosan and protein coatings affect yield, moisture loss and lipid oxidation of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) fillets during frozen storage. **Journal of Food Science**, v. 70, p. 455 – 459. 2005.

SENAI-DR BA. **Tecnologia de Pescados**. Salvador, 2007.

SOBIEKI, J. G.; APPLEBY, P. N.; BRADBURY, K. E.; KEY, T. J. High compliance with dietary recommendations in a cohort of meat eaters, fish eaters, vegetarians, and vegans: results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition-Oxford study. **Nutrition Research**, v. 36, n. 5, p. 464 - 477, 2016.

SOUZA, A. L. M.; CALIXTO, F. A. A.; MESQUITA, E. F. M.; PACKNESS, M. P.; AZEREDO, D. P. Histamina e rastreamento de pescado: revisão de literatura. **Food Safety**, v. 82, p. 1 – 11, 2015.

TAKAHASHI, H.; KASHIMURA, M.; MIYA, S.; KURAMOTO, S.; KOISO, H.; KUDA, T. Effect of paired antimicrobial combinations on *Listeria monocytogenes* growth inhibition in ready-to-eat seafood products. **Food Control**, v. 26, p. 397 – 400, 2012.

TAVARES, M.; MORENO, RB. **Pescado e derivados**. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos, 4. Ed. Brasília, cap. 18, p. 633-643, Brasília, 2005.

TEODORO, A. J.; ANDRADE, E. C. B.; MANO, S. B. Avaliação da utilização de embalagem em atmosfera modificada sobre a conservação de sardinhas (*Sardinella brasiliensis*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 27, n. 1, p. 158 – 161. 2007.

THARANATHAN, R. N. Biodegradable films and composite coatings: past, present end future. **Trends Food Science. Technology**, v. 14, p. 71-78, 2003.

VANHAECKE, L.; VERBEKE, W.; BRABANDER, H. Glazing of frozen fish: Analytical and economic challenges. **Analytica Chimica Acta**, v. 672, p. 40 – 44. 2010.

VIEIRA, F. S. H. R.; RODRIGUES, P. D.; BARRETO, E. S. N.; SOUSA, V.; TORRES, O. C. R.; SAMPAIO, S. S.; NASCIMENTO, M. M. S. **Microbiologia, Higiene e Qualidade do Pescado**. v. 1, p. 89-130. São Paulo: Varela. 2004.

YESUDHASON, P.; AL-ZIDJALI, M.; AL-ZIDJALI, A.; AL-BUSAIDI, M.; AL-WAILI, A.; AL-MAZROOEI, N.; AL-HABSI, S. Histamine levels in commercially important fresh fish and processed fish on Oman with reference to international standards. **Food Chemistry**, v. 140, p. 777 – 783, 2013.

ZIVANOVIC, S.; CHI, S.; DRAUGHON, A. F. Antimicrobial activity of chitosan films enriched with essential oils. **Journal Food Science**, v. 70, p. 45-51, 2005.